ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА 2019, том 83, № 3, с. 347–353

ТИРСКИЙ ГРИГОРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

(К 90-летию со дня рождения)

DOI: 10.1134/S0032823519030159

1 сентября 2019 года исполняется 90 лет доктору физико-математических наук, профессору, заслуженному деятелю науки Российской Федерации, члену Национального комитета России по теоретической и прикладной механике, члену Европейского общества механиков (EUROMECH), заслуженному профессору Московского физико-технического института, почетному доктору Научно-исследовательского института прикладной математики и механики при Томском государственном университете, действительному члену Российской академии естественных наук (секция физики), главному научному сотруднику лаборатории физико-химической газодинамики НИИ механики МГУ им. М.В. Ломоносова Григорию Александровичу Тирскому.

Преподавательская деятельность Г.А. Тирского связана с тремя ведущими вузами России: Московским государственным университетом им. М.В. Ломоносова (зав. лабораторией физико-химической газодинамики НИИ механики МГУ, 1961–2012), Московским физико-техническим институтом (зав. аспирантурой 1966–2010, профессор кафедры вычислительной математики) и Томским государственным университетом (руководитель дипломников, аспирантов, стажеров). В разные годы Г.А. Тирский читал курсы в МФТИ по механике сплошной среды, гидродинамике, аэротермохимии, теоретической механике, вел семинары по теоретической физике, на механико-

матаматическом факультете МГУ руководил дипломниками и аспирантами, был членом двух научных советов РАН и экспертом РФФИ. Вплоть до настоящего времени он ведет научный семинар в НИИ механики МГУ, является членом Ученого совета НИИ механики МГУ и диссертационного Совета на механико-математическом факультете МГУ.

Выдающийся ученый-механик с мировым именем Г.А. Тирский создал большую, активно работающую научную школу: под его руководством защищено более пятидесяти кандидатских диссертаций, более пятнадцати его учеников – доктора наук. Его ученики успешно работают как в России – в МФТИ, МГУ, ТГУ, Институте проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Институте автоматизации проектирования РАН, в ряде прикладных институтов, так и за рубежом – в США, Великобритании, Германии, Израиле, Португалии, Австралии.

Свою долгую и насыщенную творческую научную жизнь Г.А. Тирский посвятил исследованиям в различных областях науки: физико-химической газодинамики, гиперзвуковой аэродинамики и теплообмена, радиационной газодинамики, кинетической теории газов, термодинамики необратимых процессов, физической теории метеоров, аналитической и вычислительной гидродинамики. Он – автор более 360 научных работ фундаментального и прикладного характера, опубликованных в ведущих отечественных и зарубежных изданиях, в том числе трех монографий, изданной за рубежом “Hypersonic Aerodynamics and Heat Transfer” (Begell House, New York, USA. 2014. 536 p), трех изобретений и открытия. Им написаны десятки статей по механике жидкости, газа и плазмы в Большую российскую энциклопедию. Он – автор и соавтор трех обзоров ВИНИТИ, в том числе, переведенного на английский язык: “Super and Hypersonic Aerodynamics and Heat Transfer” (CRC Press, 1993, 335 p).

Отметим некоторые наиболее яркие научные результаты Г.А. Тирского.

В начале 1960-х годов заложены основы нового научного направления – теории термохимического разрушения теплозащитных покрытий летательных аппаратов. Вместе с учениками разработаны модели термохимического уноса массы реальных теплозащитных покрытий при входе космических аппаратов в атмосферы планет. Был предсказан суммарный унос массы теплозащиты аппаратов Зонд-5, Зонд-6 (“Лунник”) до их входа в атмосферу Земли.

Методами кинетической теории газов и термодинамики необратимых процессов получена новая простая форма уравнений переноса для многокомпонентных смесей газов и плазмы, разрешенная относительно градиентов гидродинамических переменных через потоки, с точными и простыми коэффициентами переноса, позволяющая экономно решать современные задачи физико-химической газодинамики в строгой постановке в широком диапазоне температур вплоть до полной ионизации исходных молекулярных смесей газов. На основе этой теории впервые получены уравнения термохимически равновесных течений вязкой теплопроводной многокомпонентной смеси газов и плазмы с полным набором эффективных коэффициентов переноса.

С использованием новой формы соотношений переноса обнаружен эффект разделения химических элементов при замороженных, равновесных и неравновесных гомогенных и гетерогенных химических реакциях в потоках смесей с разными диффузионными свойствами компонентов. Этот результат составил предмет открытия.

Построена совместно с учениками феноменологическая теория каталитических реакций на низкокаталитических теплозащитных покрытиях для диссоциированного воздуха в атмосфере Земли и углекислого газа в атмосфере Марса. Теория подтверждена летными и лабораторными экспериментами.

Совместно с учениками им было обнаружено, что при гиперзвуковых скоростях полета космических аппаратов в верхних слоях атмосферы существенное влияние на равновесно-радиационную температуру стенки и тепловой поток оказывают эффекты

колебательно-диссоциационного и электронно-ионизационного взаимодействий в газовой фазе. Методами кинетической теории газов выведены граничные условия скольжения и скачка температуры и концентраций для многокомпонентных смесей газов с учетом гетерогенных реакций и разных колебательных температур молекул.

Решены с учениками двух- и трехмерные задачи гиперзвукового обтекания тел излучающим газом с применением асимптотических и численных методов. Поставлена и решена сопряженная задача аэротермобаллистики, в которой решаются совместно уравнения радиационной газовой динамики с учетом тепломассообмена при обтекании тел переменной формы и уравнение баллистики тела с переменной на траектории массой и формой. В такой постановке рассчитан вход космического зонда в атмосферу Юпитера.

Развит вместе с учениками оригинальный эффективный итерационно-маршевый метод решения уравнений вязкого ударного слоя и параболизованных уравнений Навье–Стокса для решения задач сверх- и гиперзвукового обтекания затупленных тел с учетом реальных физико-химических процессов, который на порядок быстрее неявного метода установления.

Совместно с учениками разработаны континуальные методы расчета тепловых потоков и напряжения трения на лобовой поверхности гиперзвуковых летательных аппаратов в переходном от свободно-молекулярного к континуальному режиме обтекания, соответствующему полету в верхних слоях атмосферы. Эти методы гораздо проще, чем используемый в настоящее время метод прямого статистического моделирования Монте-Карло, и позволяют значительно сократить вычислительные затраты.

В последние годы исследовано с учениками влияние объемной вязкости в задаче о структуре прямой ударной волны и в задаче сверхзвукового обтекания затупленных тел разреженным газом. Показана важность учета коэффициента объемной вязкости для более точного описания структуры фронта ударной волны и правильного предсказания тепловых потоков.

Но основным направлением научной деятельности Григория Александровича в последнее время является исследование движения, абляции, светимости и разрушения в атмосфере естественных космических объектов – метеороидов на основе решения уравнений физической теории метеоров. Интерес к проблеме входа в атмосферу космических тел Григорий Александрович с учениками проявлял постоянно на протяжении многих лет: имеются десятки публикаций в ведущих российских и зарубежных журналах (в частности, о падении Тунгусского метеороита: “The modelling of bolide terminal explosion”. Earth, Moon and Planets. 2005. V. 95. P. 513–520, “Проблема Тунгусского метеорита в канун 100-летней годовщины его падения”. Международная Конференция 100 лет Тунгусскому феномену: прошлое, настоящее, будущее. Тезисы докладов. М.: Изд-во РАН, 2008. С. 73–74), под его руководством по этой проблеме защищено несколько кандидатских диссертаций. Его статья на эту тему признана лучшей публикацией журнала ПММ 2017 года.

Выдающиеся научные заслуги Г.А. Тирского отмечены многочисленными наградами и премиями: Серебряная (1983) и Бронзовая (1985) медали ВДНХ, Премия им. М.В. Ломоносова МГУ второй степени (1985), Первая премия Минвуза СССР (1986), Золотая медаль им. С.А. Чаплыгина РАН (1995), Премия МАИК “Наука” за лучшую публикацию года (1996), Памятная медаль РАЕН им. П.Л. Капицы (1999), Памятная медаль “Петр Великий” (2000), Лауреат конкурсов “Грант Москвы” (2001, 2002, 2004, 2005). Медаль ордена “За заслуги перед Отечеством” II степени за достигнутые трудовые успехи и многолетнюю добросовестную работу (2003), Медали Федерации космонавтики России им. ак. В.Н. Челомея (2003) и ак. С.П. Королева (2005), Медаль и премия им. ак. Л.И. Седова (2004), Премия Правительства Российской Федерации в области науки и техники (2007).

Г.А. Тирский в течение 25-ти лет был членом редколлегии журнала ПММ. Редколлегия и редакция ПММ, коллеги и ученики юбиляра желают ему крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов!

СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ Г.А. ТИРСКОГО, НАЧИНАЯ С 2009 г.[1]

2009

Обобщенные уравнения вязкого ударного слоя с граничными условиями скольжения на обтекаемой поверхности и ударной волне // ПММ. Т. 73. Вып. 5. С. 684–699.

Континуальные подходы к решению задач гиперзвукового обтекания тел разреженным газом, “Современные проблемы механики сплошной среды”. Сборник избранных трудов всероссийской конференции памяти академика Л.И. Седова в связи со столетием со дня его рождения // Торус Пресс. Москва. С. 256–274. (Совм. с И.Г. Брыкиной, Б.В. Роговым)

О применимости континуальных моделей в переходном режиме гиперзвукового обтекания затупленных тел // ПММ. Т. 73. Вып. 5. С. 700–716. (Совм. с И.Г. Брыкиной, Б.В. Роговым)

Heat-transfer and skin friction prediction along the plane of symmetry of blunt bodies for hypersonic rarefied gas flow, Rarefied Gas Dynamics // 26th International Symposium, AIP conference proceedings. V. 1084 / Ed. by T. Abe. P. 778–783. (Совм. с И.Г. Брыкиной, Б.В. Роговым)

Газокинетическое обоснование основных уравнений физической теории метеоров, Ломоносовские чтения. Научн. конференция МГУ. Секция механики // Тезисы докладов. Изд-во МГУ, Москва. С. 128. (Совм с М.В. Перуновым)

Новые уравнения вязкого ударного слоя с условиями скольжения на обтекаемой поверхности и на головной ударной волне, Ломоносовские чтения. Научн. конференция МГУ. Секция механики // Тезисы докладов. Изд-во МГУ, Москва. С. 145.

Альтернативные модели разрушения метеороидов при входе в атмосферы планет Ломоносовские чтения. Научн. конференция МГУ. Секция механики // Тезисы докладов. Изд-во МГУ, Москва. С. 73. (Совм. с Л.А. Егоровой, В.В. Лохиным)

2010

Effective boundary conditions for continuum method of investigation of rarefied gas flow over blunt body // 27th International Symposium on Rarefied Gas Dynamics. Book of Abstracts. Pacific Groves, USA. July 10-15, 2010. (Совм. с И.Г. Брыкиной, Б.В. Роговым, И.Л. Семеновым)

Континуальные и кинетические модели высотной аэротермодинамики в переходном режиме обтекания затупленных тел // Тезисы докладов международной конференции “Авиадвигатели XXI века”, Москва, 30 нояб. – 3 дек. 2010. (Совм. с И.Г. Брыкиной, Б.В. Роговым)

О континуальных моделях в переходном режиме гиперзвукового обтекания тел, Тезисы докладов Международной конференции по прикладной математике и информатике, посвященной 100-летию со дня рождения А.А. Дородницына, Москва, 7–10 декабря 2010 // Изд-во ВЦ РАН, Москва. С. 32–33. (Совм. с И.Г. Брыкиной, Б.В. Роговым)

Модели молекулярных течений внутри наноканалов, в узких порах и вблизи обтекаемых поверхностей // Тезисы докладов XVII школы-семинара “Современные проблемы аэрогидродинамики”, 50 лет НИИ механики МГУ. Сочи, “Буревестник МГУ”. 6–16 сент. 2010. Изд-во МГУ, Москва. 2010. С. 97–99.

[1] Список трудов до 2008 г. включительно см. Григорий Александрович Тирский (к 80-летию со дня рождения). ПММ. 2009. Вып. 5. С. 675–683.

2011

Гиперзвуковая аэродинамика и тепломассообмен спускаемых космических аппаратов и планетных зондов, Коллективная монография под общей ред. Г.А. Тирского. Москва: Наука, 546 с. (Совм с В.И. Сахаровым, В.Л. Ковалевым, В.И. Власовым, А.Б. Горшковым, Р.В. Ковалевым, В.Я. Боровым, И.В. Егоровым, А.В. Белошицким, В.В. Горским, И.Г. Брыкиной, Н.Е. Афониной, В.Г. Громовым, Б.А. Кирютиным, В.В. Луневым, А.С Скуратовым, В.А. Алексиным, Б.В. Роговым, А.А. Дядькиным, С.В. Журиным)

Effective boundary conditions for continuum method of investigation of rarefied gas flow over blunt body // Rarefied Gas Dynamics, 27th International Symposium, AIP conference proceedings. 2011. V. 1333. Ed. by D. Levin. Melville, New York. P. 1289–1294. (Совм. с И.Г. Брыкиной, Б.В. Роговым, И.Л. Семеновым)

Микро- и наногидродинамика многомасштабного моделирования физико-химических процессов в нанотехнологиях на основе молекулярно-статистической теории // Вестн. Нижегородского ун-та им. Н.И. Лобачевского, № 4. Ч. 2. С. 538–540. (Совм. с Ю.К. Товбиным)

Баллистика единого и дробящегося тела с учетом уноса массы в неизотермической атмосфере, Избранные проблемы современной механики. Т. 1. Под ред. В.А. Садовничего, Изд-во МГУ, Москва. С. 60–92. (Совм. с Д.Ю. Ханукаевой)

2012

Влияние кривизны поверхности на граничные условия в модели вязкого ударного слоя при гиперзвуковом обтекании разреженным газом // ПММ. Т. 76. Вып. 6. С. 952–967. (Совм. с И.Г. Брыкиной, Б.В. Роговым, С.В. Утюжниковым)

О точности континуальных и кинетических подходов в переходном режиме гиперзвукового обтекании // Шестые Поляховские чтения: Избр. тр. Международной научной конференции по механике, Санкт-Петербург, 31 января – 3 февраля 2012 г., Издатель И.В. Балабанов, Москва, С. 168–175. (Совм. с И.Г. Брыкиной, М.В. Перуновым, Б.В. Роговым)

О точности континуальных и кинетических подходов в переходном режиме гиперзвукового обтекании // Шестые Поляховские чтения: Тезисы докладов Международной научной конференции по механике, Санкт-Петербург, 31 января – 3 февраля 2012 г., Издатель И.В. Балабанов, Москва, С. 120. (Совм. с И.Г. Брыкиной, М.В. Перуновым, Б.В. Роговым)

Comparative study of various approaches for modeling transitional hypersonic rarefied gas flow over blunted bodies // 28th International Symposium on Rarefied Gas Dynamics. Book of Abstracts. Saragossa, Spain. July 9–13, 2012. P. 145–146. (Совм. С И.Г. Брыкиной, БВ. Роговым, В.А. Титаревым, С.В. Утюжниковым)

2013

Сравнительный анализ подходов к исследованию гиперзвукового обтекания затупленных тел в переходном режиме // ПММ. Т. 77. Вып. 1. С. 15–26. (Совм. с И.Г. Брыкиной, М.В. Роговым, В.А. Титаревым, С.В. Утюжниковым)

Comparative study of various approaches for modeling transitional hypersonic rarefied gas flow over blunted bodies // AIP Conf. Proc., V. 1501. P. 1500–1506. (Совм. с И.Г. Брыкиной, М.В. Роговым, В.А. Титаревым, С.В. Утюжниковым)

О размерах осколков Челябинского болида, Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества (ЧЭС). № 4. С. 50–53. (Совм. с Л.А. Егоровой, В.В. Лохиным)

Структура фронта ударной волны с учетом объемного коэффициента вязкости. Численное, аналитическое решения, сравнение с экспериментом, Всероссийская конференция Современные проблемы динамики разреженных газов. Новосибирск, 26–29 июля 2013 // Сб. докладов. Изд-во Института теплофизики СО РАН, Новосибирск. С. 226–229. (Совм с А.В. Чикиткиным, М.Д. Брагиным)

2014

Hypersonic Aerodynamics and Heat Transfer. New York: Begell House, 2014. 536 p. (Совм. с С.В. Утюжниковым, В.А. Алексиным, И.Г. Брыкиной, И.В. Егоровым, В.Л. Ковалевым, Б.В. Роговым, В.И. Сахаровым, В.И. Власовым, А.Б. Горшковым, Р.В. Ковалевым, В.Ю. Боровым, А.В. Белошицким, В.В. Горским, Н.Е. Афониной, В.Г. Громовым, Б.А. Кирютиным, В.В. Луневым, А.С. Скуратовым, А.А. Дядькиным, С.В. Юриным)

Gasdynamic substantiation of physical theory of meteors // 29th International Symposium on Rarefied Gas Dynamics. AIP Conf. Proc. V. 1628. P. 1342–1348. (Совм. С Л.А. Егоровой)

Газодинамическое обоснование основных уравнений физической теории метеоров // Сб. статей: к 85-летию профессора Г.А. Тирского, под. ред. ак. РАН В.А. Левина. Изд-во МГУ, Москва. С. 122–153. (Совм. с Л.А. Егоровой)

Gasdynamic substantiation of physical theory of meteors // Abstract Book of 29th International Symposium on Rarefied Gas Dynamics / Ed. by Jing Fan. Xi'an, China, 2014. P. 108–108. (Совм. с Л.А. Егоровой)

Аналитическое решение основных уравнений физической теории метеоров с переменными коэффициентами сопротивления, теплопередачи и эффективной энтальпией уноса массы, Современные проблемы аэрогидродинамики // Тезисы докладов XVII школы-семинара памяти академика Г.Г. Черного // Изд-во МГУ, Москва. С. 56–57. (Совм. с Л.А. Егоровой)

Газодинамическое обоснование физической теории метеоров, Ломоносовские чтения. Секция механики. Тезисы докладов научной конференции // Изд-во МГУ, Москва. С. 65–66. (Совм. с Л.А. Егоровой)

2015

Effect of bulk viscosity in supersonic flow past spacecrafts // Appl. Numer. Math. V. 93. P. 47–60. (Совм. с А.В. Чикиткиным, Б.В. Роговым, С.В. Утюжниковым)

Аэротермобаллистика метеорных скоростей и катастрофическое воздействие больших космических тел на атмосферу и поверхность Земли // XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики. Сборник трудов. Изд-во Казанского университета, Казань. С. 3741–3743.

Аэротермобаллистика метеорных скоростей и катастрофическое воздействие больших космических тел на атмосферу и поверхность Земли // XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики. Аннотации докладов. Изд-во Академии наук РТ, Казань. С. 276–276.

2016

Эффект объемной вязкости в задачах гидродинамики, Ломоносовские чтения. Секция механики // Тезисы докладов научной конференции. 18–27 апреля 2016. Москва, Изд-во МГУ, Москва. С. 164–165.

2017

Унос массы и световая кривая крупного метеороида. Аналитическое решение // ПММ. Т. 81. Вып. 5. С. 571–592. (Совм. с И.Г. Брыкиной)

Аналитическое решение уравнений физической теории метеоров для единого (не дробящегося) тела с потерей массы в неизотермической (произвольной) атмосфере с переменным параметром потери массы // Докл. РАН. Т. 477. № 5. С. 547–551.

Аналитическое моделирование световой кривой Челябинского болида // Ломоносовские чтения. Секция механики. 17–21 апреля 2017 г., Изд-во МГУ, Москва. С. 39–40. (Совм. с И.Г. Брыкиной)

Моделирование взаимодействия единого и дробящегося метеороида с атмосферой // Международная конференция “Современные проблемы механики сплошной среды” посвященная памяти академика Леонида Ивановича Седова в связи со стодесятилетием со дня его рождения. Москва, 13–15 ноября 2017 г. Тезисы докладов, МИАН, Москва. С. 62–64. (Совм. с И.Г. Брыкиной)

2018

Analytical solution of the equations of the physical theory of meteors for a single (non-fragmenting) body with a mass loss in a non-isothermal (arbitrary) atmosphere with a variable ablation parameter, 50 Years of the Development of Grid-Characteristic Method // International Conference. MIPT & ICAD RAS, March 31–April 3, 2018, МФТИ, Москва. P. 1. (Совм. с М.И. Брагиным, М.Н. Петровым)

Аналитическое решение уравнений физической теории метеоров для единого, не дробящегося тела с уносом массы в неизотермической атмосфере // Ломоносовские чтения. Секция механики, Изд-во МГУ, Москва, С. 183.