



**ГОРИМИР ГОРИМИРОВИЧ ЧЕРНЫЙ**  
(к 80-летию со дня рождения)

22 января 2003 г. исполняется 80 лет выдающемуся российскому ученому-механику, академику Российской академии наук Горимиру Горимировичу Черному.

Напомним важнейшие вехи его жизни и научной деятельности.

Горимир Горимирович Черный родился 22 января 1923 г. в г. Каменец-Подольский. В 1940 г. он поступил на механико-математический факультет Московского университета (МГУ). В первые дни Отечественной войны Г.Г. Черный вступил добровольцем в народное ополчение, сразу попал на фронт, и закончил войну в рядах действующей армии. Рядовым, а затем сержантом, он участвовал в боях на многих фронтах, был несколько раз тяжело ранен. За боевые заслуги награжден боевыми орденами и медалями.

Вернувшись в МГУ в 1945 г., Г.Г. Черный закончил его с отличием в 1949 г. Он учился у выдающегося ученого нашей страны Леонида Ивановича Седова, и в дальнейшем стал ярчайшим представителем его школы. В 1953 г. он защитил кандидатскую, а в 1956 г. – докторскую диссертацию. В 1949–1952 гг. работал в НИИ-1, который тогда был филиалом Центрального института авиационного моторостроения им. П.И. Баранова (ЦИАМ). В 1952 г. возглавил созданную в ЦИАМ лабораторию газовой динамики. Ее начальником он оставался вплоть до 1970 г., а научным руководителем является и в настоящее время. Г.Г. Черный был одним из инициаторов создания в 1959 г. Института механики МГУ. С момента его создания он был заместителем директора, а в период 1960–1992 гг. – его директором. Поэтому всеми достижениями этот институт обязан организационному и научному руководству Г.Г. Черного.

С начала 1950-х годов Г.Г. Черный стал преподавать на механико-математическом факультете МГУ и в Московском физико-техническом институте. В 1958 г. он стал профессором, а с 1988 г. – заведующим кафедрой аэромеханики МГУ. В 1962 г. избран членом-корреспондентом, а в 1981 г. – действительным членом Академии наук СССР. С 1992 по 1997 г. он – академик-секретарь Отделения проблем машиностроения, механики и процессов управления Российской академии наук, с 1995 г. Г.Г. Черный возглавляет Российский национальный комитет по теоретической и прикладной механике. В течение многих лет Г.Г. Черный представляет Россию, а ранее – СССР, в Международном союзе по теоретической и прикладной механике, а также в международных аэрокосмических Федерациях и Академии.

За выдающиеся достижения в механике Г.Г. Черный награжден орденами Почета, Трудового Красного знамени, Дружбы народов, Знак почета, ему присуждены самые престижные научные премии нашей страны. В 1965 г. цикл его исследований по сверх- и гиперзвуковому обтеканию крыльев удостоен первой премии им. М.В. Ломоносова. За работы по гиперзвуковой аэродинамике ему в 1959 г. присуждена первая премия и Золотая медаль им. Н.Е. Жуковского. В 1976 г. исследования Г.Г. Черного по теории детонации отмечены премией им. С.А. Чаплыгина. За работы в области прикладной газовой динамики Г.Г. Черный трижды (в 1972, 1978, 1991 гг.) награждался Государственной премией СССР.

За этими скупыми сведениями скрывается необыкновенно богатая творческая жизнь талантливейшего ученого, выдающегося педагога, организатора науки и патриота нашей страны.

Остановимся более подробно на научном пути юбиляра, начиная с первых лет его творческой деятельности.

В 1950-х годах Л.И. Седов и Г.Г. Черный выполнили исследования, сыгравшие ключевую роль в создании и развитии квазиодномерных моделей течения в каналах. В [1] ими обоснованы способы перехода от двумерных или пространственных течений в канале к одномерным с помощью процедуры осреднения с сохранением отвечающих рассматриваемой задаче интегральных характеристик течения. В [2] с помощью линеаризации уравнений закрученного течения в сопле Г.Г. Черный получил критерий, определяющий интегральные характеристики таких течений (в частности, коэффициенты расхода и тяги). Как было установлено почти 20 лет спустя, этот критерий работает не только при малых, но и при больших закрутках, при которых в дозвуковой части сопла возникает стационарный тороидальный вихрь, а коэффициент расхода уменьшается на десятки процентов. В [3, 4] в рамках модели радиально уравновешенного течения Г.Г. Черный сформулировал и решил ряд задач оптимизации ступени турбомшины.

Чтобы понять, как повышение давления в падающем на пограничный слой скачке уплотнения распространяется по дозвуковой части пограничного слоя и отражается от него, Г.Г. Черный [5] решил задачу о взаимодействии косоугольного скачка с текущим у стенки дозвуковым потоком. Внешний (сверхзвуковой) и пристеночный (дозвуковой) потоки считались невязкими. Решение получено в нелинейном приближении, что в "докомпьютерную эпоху" оказалось возможным только благодаря чрезвычайно высокому теоретическому уровню автора (в 1949 г. Цзян и Финстон решили такую же задачу только в линейном приближении). Экспериментальное исследование влияния управления пограничным слоем на торможение сверхзвукового потока в диффузорном канале выполнено в [6].

В [7] выявлено влияние неидеальности газа на изменение параметров торможения при обтекании затупленных тел (например, проволочки термоанемометра и микронасадка полного давления) сверхзвуковым потоком при малых числах Рейнольдса. Для учета эффектов неидеальности в соотношениях на размазанной ударной волне включены слагаемые, связанные с вязкостью и теплопроводностью газа. Наряду с обнаружением заметного влияния указанных эффектов на показания соответствующих измери-

тельных приборов, развитый подход в дальнейшем нашел широкое применение в моделях вязкого ударного слоя.

В [8] Г.Г. Черный дал общую постановку задач о течениях в пограничных слоях с поверхностями разрыва химического состава, агрегатного состояния и других характеристик потока. На примерах, представляющих самостоятельный теоретический и практический интерес, было показано, что в случае вязкой теплопроводной жидкости на таких поверхностях требуются дополнительные граничные условия, не вытекающие из законов сохранения массы, количества движения и энергии. В работе [8] дополнительные условия были сформулированы на основе физических соображений. Позднее в работе [9] было показано, что недостающие условия следуют из требования выполнения соответствующих моментных соотношений при отсутствии "внешних" поверхностных сил, моментов и т.п.

В 1950-х – 1960-х годах, в период освоения гиперзвуковых скоростей в аэрокосмических приложениях, Г.Г. Черным получены выдающиеся результаты по гиперзвуковой аэродинамике, до сих пор стимулирующие ее развитие. Важно отметить, что первые работы Г.Г. Черного по течениям с большой сверхзвуковой скоростью были выполнены в то время, когда для практических приложений были необходимы конкретные данные об аэродинамических характеристиках достаточно сложных тел, а вычислительная газовая динамика, которая в настоящее время успешно решает такие задачи, тогда делала только первые шаги. Поэтому такой сильный резонанс получил разработанный Г.Г. Черным приближенный асимптотический метод, который позволил не только весьма просто получать необходимые количественные данные, но и объяснять и систематизировать многие, на первый взгляд непонятные, особенности течений.

В разработанном Г.Г. Черным методе расчета нестационарных и стационарных течений [10, 11] с сильными ударными волнами использована та особенность таких течений, что плотность газа в сильной ударной волне возрастает примерно на порядок. (Для совершенного газа отношение плотностей до и после ударной волны равно  $\epsilon = (\gamma - 1)/(\gamma + 1) = o(1)$ , где  $\gamma$  – отношение удельных теплоемкостей. При высокой температуре в волне, когда "включаются" многочисленные физико-химические реакции, эффективная величина  $\gamma$  приближается к единице, что дополнительно уменьшает величину  $\epsilon$ .) Из-за сильного увеличения плотности газа за волной толщина невязкого ударного слоя – расстояние между сильной ударной волной и телом, обтекаемым гиперзвуковым потоком, или между волной и поршнем, сжимающим газ с достаточно большой скоростью, – оказывается порядка  $\epsilon$ . Появление малого параметра  $\epsilon$ , вместе с отмеченными особенностями течений с сильными ударными волнами, позволяет искать распределения параметров газа между ударной волной и телом в виде разложений по степеням  $\epsilon$  с заранее известной структурой соответствующих коэффициентов. Более того, во многих задачах оказалось возможным ограничиться первыми членами соответствующих разложений.

Особенно важные результаты были получены для задач об обтекании гиперзвуковым потоком тонких затупленных тел [12]. Г.Г. Черный показал, что малое затупление тела в гиперзвуковом потоке приводит к конечному изменению его аэродинамических характеристик. Решение находилось при использовании нестационарной аналогии, когда движение газа происходит как вследствие расширения поршня (форма тела), так и за счет выделения конечной энергии в начальной точке (эффект затупления). Полученные теоретические результаты оказались близки к экспериментальным данным. В результате исследований были получены соотношения подобия, позволившие предсказывать аэродинамические характеристики тел с затуплением. Развитые Г.Г. Черным методы исследования гиперзвуковых течений и полученные с их помощью результаты составили предмет его монографии [13]. В [14] эти подходы применены к нестационарным неавтономным течениям с сильными ударными волнами, а в [15] – к гиперзвуковому обтеканию наветренной поверхности пространственных крыльев. В [15]

проанализировано многообразие режимов гиперзвукового обтекания треугольных крыльев на больших углах атаки.

Г.Г. Черный внес серьезный вклад в решение проблемы оптимизации аэродинамических форм. В [16, 17] впервые решена задача построения головной части с минимальным волновым сопротивлением при ее гиперзвуковом обтекании с использованием для давления на поверхности формулы Ньютона – Буземана. Было показано, что в такой постановке концевая часть оптимального контура оказывается участком краевого экстремума – границей применимости формулы Ньютона-Буземана, где давление газа равно нулю. В [18], в рамках закона сопротивления Ньютона, решена вариационная задача о построении оптимальных пространственных конфигураций. Сопротивление найденных конфигураций со звездообразным поперечным сечением оказалось существенно меньше сопротивления эквивалентных по длине и объему круговых конусов. С тех пор построением пространственных оптимальных тел, при использовании локальных моделей для расчета не только волнового, но полного сопротивления, интенсивно занимались исследователи многих стран. Однако очевидным недостатком всех полученных решений была невозможность стыковки звездообразной головной части с осесимметричным корпусом. Первый серьезный шаг в преодолении этого недостатка сделан в работе [19]. В ней для обеспечения требуемой стыковки оптимальная поверхность строилась в классе линейчатых поверхностей, натягиваемых на переднюю крестовину из  $N \geq 2$  лучей и окружность. Преимущества построенных головных частей над эквивалентными конусами подтвердили эксперименты и расчеты.

Первое решение задачи построения оптимальной аэродинамической формы в рамках уравнений Эйлера получено Г.Г. Черным в 1950 г. [20]. Были рассмотрены двумерные стационарные возмущения течения, возникающего при сверхзвуковом обтекании клина с присоединенным скачком слабого семейства. Возмущения могли либо приходиться из набегающего потока, либо возникать из-за искривления прямолинейной образующей клина; эволюция возмущений определялась коэффициентами их взаимодействия с головным скачком. В те годы взаимодействием скачка со стационарными возмущениями занимались многие исследователи. Однако, подход, развитый в [20], обладая наибольшей полнотой, был использован для построения головной части плоского тела (профиля), которая при заданных габаритах реализует минимум волнового сопротивления. Было показано, что при обращении в нуль коэффициента отражения возмущений давления от ударной волны оптимальная образующая – прямая. Предложенный в [20] оригинальный прием "варьирования в полоске" нашел широкое применение при решении различных вариационных задач сверхзвуковой газовой динамики.

В 1953 г. Г.Г. Черный выполнил основополагающее исследование устойчивости скачка уплотнения в канале переменного сечения [21]. Актуальность этой работы определялась задачей организации торможения с малыми потерями сверхзвукового потока в воздухозаборниках воздушно-реактивных двигателей. Проведенный анализ показал, что замыкающий скачок устойчив в расширяющемся канале и неустойчив – в сужающемся. В той же работе исследована возможность стабилизации замыкающего скачка уплотнения с помощью перфорированных стенок и присоединенного объема.

Решающий вклад Г.Г. Черный внес в исследование газодинамических течений с детонационными волнами. Ключевые этапы этих исследований отражены в работах [22–29]. В [22] рассмотрена автомоделная задача об обтекании конуса сверхзвуковым потоком детонирующего газа. Общий анализ автомоделных течений с детонационными волнами и волнами горения выполнен в [23]. Первые численные решения неавтомоделных задач о сверхзвуковом обтекании затупленных тел горючей смесью в рамках модели детонационной волны нулевой толщины и в рамках простейшей модели задержки воспламенения получены в работах [24, 25]. Асимптотические законы поведения детонационных волн установлены в [26]. Цикл работ [22–29] сыграл ре-

шающую роль в понимании газодинамических проблем течений детонирующих смесей и в привлечении интереса к ним широкого круга исследователей.

В 1999 г. Г.Г. Черным с коллегами предложена принципиально новая схема сверхзвукового пульсирующего детонационного прямого двигателя [30]. От известных пульсационных детонационных двигателей он отличается отсутствием периодически включающегося источника зажигания (нужного лишь для запуска), и тем, что детонационная волна в нем все время распространяется против сверхзвукового потока. В предложенной схеме пульсирующий детонационный процесс инициируется периодическими изменениями режима подачи топлива. Как показали расчеты, предлагаемый двигатель превосходит по удельному импульсу его стационарные альтернативы с дозвуковым и со сверхзвуковым горением. Не менее важно и то, что тепловые потоки в стенки предлагаемого двигателя оказываются заметно меньше, чем в альтернативных двигателях, при практически равных температурах торможения.

В 1970-х гг. Г.Г. Черный выполнил комплексное исследование [31–33] ламинарного пограничного слоя, образующегося на движущейся поверхности. Интерес к таким задачам связан с эффектом возникновения внутри пограничного слоя зон обратных токов и с возможностью изменения сопротивления тела в результате движения точек его поверхности вдоль самой поверхности. Была дана наиболее общая постановка задачи, когда на поверхности тела задаются распределенные по ее длине продольная и поперечная скорости. Проблема сведена к исследованию нелинейной краевой задачи, на основе которой выяснены все особенности процесса. Был исследован класс автомодельных решений и определены области параметров, при которых существует одно или два решения, или автомодельные решения вообще отсутствуют. Построены неавтомодельные решения, когда отличие течения от автомодельного характеризуется малым параметром. Особый интерес представляет анализ тяговых и энергетических характеристик тела с подвижной поверхностью. Изучены режимы, когда скорость движения поверхности пластины больше скорости набегающего потока, и сама поверхность служит движителем, к которому нужно подводить внешнюю энергию.

Очень важные результаты по проблеме движения тел в плавящейся среде были получены Г.Г. Черным в 1980–1990 гг. [34–36]. Эта проблема связана с задачей проникновения горячих тел в твердые, например, ледяные массивы, с задачами металлургии, с общими задачами тепло- и массообмена. Г.Г. Черным предложена наиболее общая физико-математическая модель, включающая уравнение теплопроводности для твердого тела, уравнения пограничного слоя для расплава и соотношения на заранее неизвестной поверхности раздела. Для случая малой толщины плавящегося слоя развит асимптотический метод решения указанных уравнений. На его основе рассмотрены такие интересные случаи общей проблемы, как слой расплава под бруском, прижатый к горячей движущейся пластине, движение клина и кругового цилиндра в плавящейся среде.

В 1989 г. Г.Г. Черный опубликовал интересную статью [37], посвященную исследованию аномального режима проникания высокоскоростных микрочастиц в твердую мишень. Эта статья была стимулирована экспериментальными исследованиями, в которых рассматривалось проникновение пучка микрочастиц размером 10–100 мкм, создаваемого и ускоряемого взрывной ударной волной до скорости 2 км/с, в металлическую мишень. Было обнаружено, что частицы проникают в мишень на расстояние, превышающее их размер в 100–1000 раз. Г.Г. Черный показал, что при этих условиях проникание частицы в мишень сопровождается образованием микротрещин, а материалы частицы и мишени можно рассматривать как упругие. Было предложено упрощенное уравнение энергии для частицы, в котором учитывались энергия образования поверхности микротрещины и сила сопротивления частицы при ее движении и не учитывались, вследствие малого времени движения частицы в мишени, унос энергии упругими волнами и термоэффекты. На основе этого уравнения найдена глубина про-

никания частиц в мишень, которая оказалась в хорошем соответствии с экспериментальными результатами.

На протяжении своей научной деятельности Г.Г. Черный проявлял особый интерес к исследованию процесса распространения экзотермических волн в сплошных средах. В 1980-х гг. он, с единой точки зрения, дал глубокий обзор [38, 39] результатов теоретических и экспериментальных исследований таких волн в самых различных приложениях (химическая детонация и дефлограция, светодетонационные волны, термоядерная детонация, волны кристаллизации и полимеризации). Рассмотрены нетривиальные вопросы устойчивости при различных вариантах учета эффектов тепловыделения, диффузии, конвекции и потерь тепла. Проанализировано возникновение регулярных пространственных структур в самоподдерживающихся экзотермических волнах.

Одно из важных направлений научной деятельности Г.Г. Черного в последнее время связано с широко дискутируемой за рубежом и в нашей стране проблемой управления аэродинамическими характеристиками тел с помощью подвода энергии к набегающему сверхзвуковому потоку. Такой подвод может осуществляться с помощью лазерного, электрического или сверхвысокочастотного разряда. На основе анализа работ, выполненных в Институте механики МГУ под руководством Г.Г. Черного, и работ, выполненных в других научных организациях, Г.Г. Черный дал всестороннюю оценку метода, в которой учтены современные достижения в области газовой динамики, плазмодинамики, физики разряда в движущейся среде [40]. Этот метод стимулирует проведение комплексных теоретических и экспериментальных исследований по физической газовой динамике, физике низкотемпературной разрядной плазмы, проблеме преобразования энергии.

Важной вехой в научной судьбе Г.Г. Черного была работа в ЦИАМе им. П.И. Баранова (1952–1970), где он 30-летним молодым ученым возглавил только что созданную газодинамическую лабораторию. Под его руководством лаборатория, ядро которой составили его молодые коллеги, через несколько лет превратилась в передовой центр исследований по механике жидкости и газа в СССР. Сам Горимир Горимирович неоднократно подчеркивал, что именно в ЦИАМе он по-настоящему ощутил необходимость и эстетическую красоту сочетания глубоких теоретических исследований с задачами современной техники. В ЦИАМе Г.Г. Черный воспитал плеяду молодых ученых, которые в дальнейшем стали успешно работать в различных областях науки и техники.

Любимое детище Г.Г. Черного – Институт механики МГУ, которому он посвятил более 40 лет своей жизни. Благодаря организаторскому таланту Г.Г. Черного в Институте механики МГУ была блестяще реализована новая для советской науки начала 1960-х гг. идея создания передового научного института при высшем учебном заведении. Создание такого института позволяло не только привлекать талантливую молодежь к научной работе, но и использовать новейшие научные достижения в учебном процессе. Г.Г. Черным была создана в Институте механики МГУ уникальная научная атмосфера, позволяющая молодым талантливым ученым легко найти свое место в современной науке. Благодаря этому в институте были развиты новые научные направления, созданы талантливые научные коллективы, осуществлены великолепные научные проекты, и институт за короткое время занял передовые позиции в отечественной и мировой науке по механике.

Огромное внимание в своей научной деятельности Г.Г. Черный уделяет созданию и работе научных семинаров. Как их руководитель, он представляет собой чрезвычайно сильную и интересную фигуру. Широкий научный кругозор и острый ум Горимира Горимировича позволяют ему быстро понять не только основной смысл докладываемого материала, но и тонкие особенности используемых доказательств. Поэтому столь интересными и порой неожиданными бывают его заключительные оценки семинарских докладов, когда он, в сжатой форме, разъясняет аудитории суть работы и показывает ее различные ракурсы, о которых сам автор зачастую не подозревал.

В течение нескольких десятилетий Горимир Горимирович руководил Всесоюзным семинаром по гиперзвуковой тематике. Этот семинар собирал научную элиту из самых различных областей страны. На семинаре обсуждался широкий круг вопросов – от общих закономерностей гиперзвуковых течений до концепций гиперзвуковых аппаратов разного назначения, и от физических экспериментов до натуральных испытаний конкретных узлов этих аппаратов. Семинар внес решающий вклад в развитие в нашей стране современных гиперзвуковых технологий и способствовал тому, что, несмотря на последние тяжелые для отечественной науки годы, Россия сохранила ведущие позиции в этом направлении.

Г.Г. Черный наделен изумительным педагогическим талантом. В МГУ им. М.В. Ломоносова и в Московском физико-техническом институте для многих поколений студентов и молодых ученых им читались первоклассные лекции по гидродинамике, газовой динамике, гиперзвуковым течениям. В совершенстве владея английским и немецким языками, Г.Г. Черный читает лекции и в зарубежных научных аудиториях. Особенность лекций Горимира Горимировича – оптимальный отбор лекционного материала, четкая постановка задачи, безупречная логика, подчас новые оригинальные методы решения, практические приложения. Благодаря его лекциям многие молодые люди (теперь ведущие российские ученые) выбрали механику жидкости и газа главным полем своей научной деятельности.

Созданная Г.Г. Черным научная школа охватывает широчайший круг проблем – от классической газовой динамики невязкого и вязкого газов до численных методов, вопросов детонации, турбулентности, многофазных течений, магнитной и электрогазодинамики и др. Ряд учеников Г.Г. Черного занимает ведущие позиции в важнейших областях механики сплошной среды и оказывает решающее влияние на ее развитие.

Широко известные монографии Г.Г. Черного: "Течения газа с большой сверхзвуковой скоростью" (М.: Физматгиз, 1959. 220 с., переведена и издана в 1961 и в 1969 гг. в США) и "Газовая динамика" (М.: "Наука", 1988. 424 с.) в полной мере отразили его достижения как блестящего ученого и педагога.

Г.Г. Черный в течение длительного времени – один из авторитетных представителей нашей страны в различных международных научных организациях. Мировой научной общественностью высоко оценивается его созидательная роль в работе Международного союза по теоретической и прикладной механике и Международной аэродинамической федерации. Он занимает ведущие позиции в реализации современных международных программ по гиперзвуковой тематике, по плазменной аэродинамике, по течениям с детонацией и горением.

Горимир Горимирович Черный – один из ярчайших руководителей отечественной механики. Как председателю Национального комитета по теоретической и прикладной механике, ему, конечно, приходится отстаивать перед определенными научными кругами самоценность и огромную практическую силу механики в современном изменяющемся мире, особенно в период бурного развития новых компьютерных технологий. В своих выступлениях Г.Г. Черный неоднократно подчеркивает, что созданные в результате более чем 2000-летнего развития методы механики имеют непреходящее значение: они широко используются в реальной практике человека, пронизывают вновь создаваемые научные направления (особенно находящиеся на стыке различных наук), способствуют реализации самых заманчивых современных проектов как в технике, так и в области компьютерных технологий. Вечно развивающееся древо механики – одна из вершин творческой деятельности человечества.

С момента образования нашего журнала в 1966 г. Г.Г. Черный был заместителем главного редактора, а с 1988 г. является его главным редактором, определяя лицо и научный уровень журнала.

На заседаниях редколлегии в полной мере проявляется талант Горимира Горимировича как научного руководителя, бережно относящегося к авторам и заботящегося о

научном авторитете журнала. Всем нам, членам редколлегии, участие в этих заседаниях приносит неоценимую пользу. Мы надеемся, дорогой Горимир Горимирович, на многие годы плодотворного сотрудничества и желаем Вам больших творческих удач и крепкого здоровья.

*Редколлегия*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Седов Л.И., Черный Г.Г.* Об осреднении неравномерных потоков газа в каналах // Теоретическая гидромеханика. М.: Оборонгиз, 1954. Вып. 4. № 12. С. 17–30.
2. *Черный Г.Г.* Закрученные течения сжимаемого газа в каналах // Изв. АН СССР. ОТН. 1956. № 6. С. 55–62.
3. *Черный Г.Г.* Режимы наибольшей работы ступени лопаточной машины // Теоретическая гидромеханика. / Под ред. Л.И. Седова. М.: Оборонгиз, 1953. Вып. 3. № 11. С. 115–151.
4. *Черный Г.Г.* Режим наибольшей работы ступени без направляющего аппарата на входе в рабочее колесо и с ограниченной скоростью на выходе из него // Теоретическая гидромеханика. / Под ред. Л.И. Седова. М.: Оборонгиз, 1956. Вып. 7. № 19. С. 137–146.
5. *Черный Г.Г.* Влияние дозвуковой части пограничного слоя на положение скачков уплотнения // Теоретическая гидромеханика. / Под ред. Л.И. Седова. М.: Оборонгиз, 1952. Вып. 2. № 9. С. 63–96.
6. *Черный Г.Г., Некрасов И.П., Славянов Н.Н.* Исследование влияния управления пограничным слоем на торможение сверхзвукового потока в диффузорном канале // Техн. бюлл. ЦИАМ. 1954. № 8. С. 1–8.
7. *Седов Л.И., Михайлова М.П., Черный Г.Г.* О влиянии вязкости и теплопроводности на течение газа за сильно искривленной ударной волной // Вестн. МГУ. Сер. физ.-мат. и естеств. наук. 1953. № 3. С. 95–100.
8. *Черный Г.Г.* Ламинарное движение газа и жидкости в пограничном слое с поверхностью разрыва // Изв. АН СССР. ОТН. 1954. № 12. С. 38–67.
9. *Баренблатт Г.И., Черный Г.Г.* О моментных соотношениях на поверхностях разрыва в диссипативных средах // ПММ. 1963. Т. 27. Вып. 5. С. 784–793.
10. *Черный Г.Г.* Адиабатические движения совершенного газа с ударными волнами большой интенсивности. Одномерные неустановившиеся движения // Изв. АН СССР. ОТН. 1957. № 3. С. 66–81.
11. *Черный Г.Г.* Обтекание тел идеальным газом при большой сверхзвуковой скорости // Изв. АН СССР. ОТН. 1957. № 6. С. 77–85.
12. *Черный Г.Г.* Влияние малого затупления переднего конца тела на его обтекание потоком с большой сверхзвуковой скоростью // Изв. АН СССР. ОТН. 1958. № 4. С. 54–66.
13. *Черный Г.Г.* Течения газа с большой сверхзвуковой скоростью. М.: Физматгиз, 1959. 220 с.
14. *Черный Г.Г.* Применение интегральных соотношений в задачах о распространении сильных ударных волн // ПММ. 1960. Т. 24. Вып. 1. С. 121–125.
15. *Черный Г.Г.* Крылья в гиперзвуковом потоке // ПММ. 1965. Т. 29. Вып. 4. С. 616–634.
16. *Гонор А.Л., Черный Г.Г.* О телах наименьшего сопротивления при больших сверхзвуковых скоростях // Изв. АН СССР. ОТН. 1957. № 7. С. 89–93.
17. *Chernyi G.G., Gonor A.L.* Nonslender Shapes of Minimum Pressure Drag // Theory of Optimum Aerodynamic Shapes / Ed. A. Miele. N.Y. – L.: Acad. Press, 1965. P. 373–385.
18. *Chernyi G.G., Gonor A.L.* Transversal Contour of Minimum Pressure Drag // Theory of Optimum Aerodynamic Shapes / Ed. A. Miele. N.Y. – L.: Acad. Press, 1965. P. 283–295.
19. *Гусаров А.А., Дворецкий В.М., Иванов М.Я., Левин В.А., Черный Г.Г.* Теоретическое и экспериментальное исследование аэродинамических характеристик пространственных тел // Изв. АН СССР. МЖГ. 1979. № 3. С. 97–102.
20. *Черный Г.Г.* Сверхзвуковое обтекание профиля, близкого к клину // Тр. ЦИАМ им. П.И. Баранова. 1950. № 197. 11 с.
21. *Черный Г.Г.* Неустановившиеся движения газа в каналах с проницаемыми стенками. Об устойчивости скачка уплотнения в каналах // Тр. ЦИАМ им. П.И. Баранова. 1953. № 244. 12 с.
22. *Квашина С.С., Черный Г.Г.* Установившееся обтекание конуса потоком детонирующего газа // ПММ. 1959. Т. 23. Вып. 1. С. 182–186.



23. Черный Г.Г. Автомодельные задачи обтекания тел горючей смесью // Изв. АН СССР. МЖГ. 1966. № 6. С. 10–24.
24. Гилинский С.М., Запрянов Э.Д., Черный Г.Г. Сверхзвуковое обтекание сферы горючей смесью газов // Изв. АН СССР. МЖГ. 1966. № 5. С. 8–13.
25. Гилинский С.М., Черный Г.Г. Сверхзвуковое обтекание сферы горючей смесью газов с учетом времени задержки воспламенения // Изв. АН СССР. МЖГ. 1968. № 1. С. 20–32.
26. Левин В.А., Черный Г.Г. Асимптотические законы поведения детонационных волн // ПММ. 1967. Т. 31. Вып. 3. С. 393–405.
27. Chernyi G.G. Supersonic Flow Past Bodies with Generation of Detonation and Slow Combustion Fronts // Astronaut Acta. 1968. V. 13. №. 5/6. P. 467–480.
28. Chernyi G.G. Supersonic Flow Past Bodies with Formation of Detonation and Combustion Fronts // in Probl. Hydrodynamics and Continuum Mechanics. Philadelphia. PA.: SIAM, 1969. P. 145–169.
29. Chernyi G.G., Gilinskii S.M. High Velocity Motion of Solid Bodies in Combustible Gas Mixtures // Astronautica Acta. 1970. V. 15. № 5/6. P. 539–545.
30. Александров В.Г., Ведешкин Г.К., Крайко А.Н., Огородников Д.А., Реент К.С., Скибин В.А., Черный Г.Г. Сверхзвуковой пульсирующий детонационный прямоточный воздушно-реактивный двигатель (СПДПД) и способ функционирования СПДПД // Пат. Рос. Федерации на изобретение № 2157909. Приоритет от 26. 05. 1999.
31. Черный Г.Г. Пограничный слой на пластине с подвижной поверхностью // Докл. АН СССР. Механика. 1973. Т. 213. № 4. С. 802–803.
32. Черный Г.Г. Пограничный слой на движущейся поверхности // Избранные проблемы прикладной механики. Москва. ВИНТИ. 1974. С. 709–719.
33. Черный Г.Г. Пограничный слой на движущейся поверхности // Аэромеханика. М.: Наука. 1976. С. 99–104.
34. Черный Г.Г. Движение плавящегося твердого тела между двумя упругими полупространствами // Докл. АН СССР. 1985. Т. 282. № 4. С. 813–818.
35. Черный Г.Г. Движение пластины в твердой плавящейся среде // ПММ. 1991. Том 55. Вып. 3. С. 355–367.
36. Черный Г.Г. Асимптотический метод в задачах о движении тел в плавящейся среде // ПММ. 1992. Т. 56. Вып. 3. С. 368–385.
37. Черный Г.Г. Механизм аномально низкого сопротивления движению тел в твердых средах // Тр. Мат. Ин-та им. В.А. Стеклова. 1989. Т. 186. С. 40–47.
38. Chernyi G.G. Exothermic waves in gases // Theoretical and Applied Mechanics / Ed. W. Koiter. Amsterdam: North-Holland, 1977. P. 117.
39. Черный Г.Г. Экзотермические волны в сплошных средах. // Избранные вопросы современной механики / Под ред. Г.Г. Черного. М.: Изд-во МГУ. 1982. Ч. 2. С. 3–56.
40. Chernyi G.G. Some recent results in aerodynamic application of flows with localized energy addition // AIAA Paper. 1999. 99–4819. 19 p.