

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НИИ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И МЕХАНИКИ ТОМСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
СОВЕТ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ ТГУ

---

# АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ МЕХАНИКИ СПЛОШНЫХ СРЕД И НЕБЕСНОЙ МЕХАНИКИ

II Всероссийская молодёжная научная конференция  
посвященная 50-летию физико-технического факультета  
Томского государственного университета

11–13 апреля 2012 г.

Основные направления конференции:

- 1. Взрывные, детонационные процессы и свойства вещества при высокоэнергетических воздействиях.*
- 2. Численные методы, алгоритмы, программы и точные решения задач механики сплошных сред.*
- 3. Исследования новых перспективных материалов в приложениях механики сплошных сред.*
- 4. Баллистика и небесная механика*
- 5. Математика, механика и информатика для молодых исследователей и учащихся общеобразовательных школ и лицеев.*



Издательство Томского университета  
2012

УДК 539.3.004  
ББК 22,25. 22.251.22.62  
Т 78

#### ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Председатели:

**А.А. Глазунов**, д.ф.-м.н., профессор, ТГУ  
**Э.Р. Шрагер**, д.ф.-м.н., профессор, ТГУ  
**А.М. Липанов**, академик РАН

Сопредседатели:

<b>В.А. Архипов</b> , профессор, д.ф.-м.н., зав. отд. НИИ ПММ ТГУ	<b>А.Н. Ищенко</b> , профессор, д.ф.-м.н., зам. директора НИИ ПММ ТГУ
<b>И.Б. Богоряд</b> , профессор, д.т.н, академик РАН	<b>Е.А. Козлов</b> , профессор, член-корр. РАН
<b>Т.В. Бордовицкая</b> , профессор, д.ф.м.н, зав. отд. НИИ ПММ ТГУ	<b>А.Ю. Крайнов</b> , профессор, д.ф.-м.н. ТГУ
<b>В.И. Биматов</b> , профессор, зав. кафедрой ФТФ ТГУ	<b>С.Н. Кульков</b> , профессор, д.ф.-м.н. ТГУ
<b>В.Г. Бутов</b> , профессор, зав. отд. НИИ ПММ ТГУ	<b>А.А. Кузнецов</b> , председатель СМУ ТГУ
<b>И.М. Васенин</b> , профессор, д.ф.-м.н., зав. кафедрой ФТФ ТГУ	<b>В.И. Масловский</b> , доцент, директор МЦ ТГУ
<b>А.В. Герасимов</b> , профессор, д.ф.-м.н., зав. отд. НИИ ПММ ТГУ	<b>С.В. Разоренов</b> , профессор, д.ф.-м.н., ТГУ
<b>Г.Е. Дунаевский</b> , проректор по НР ТГУ	<b>В.А. Скрипняк</b> , профессор, д.ф.-м.н., зав. кафедрой ФТФ ТГУ
<b>В.В. Жаровцев</b> , доцент, ученый секретарь НИИ ПММ ТГУ	<b>Г.Р. Шрагер</b> , профессор, д.ф.-м.н., зав. кафедрой ФТФ ТГУ

#### ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель – **М.Ю. Орлов**, ученый секретарь СМУ ТГУ

Ответственный секретарь конференции – **А.А. Козулин**, доцент, к.ф.-м.н., ТГУ

Технические секретари конференции:

<b>А.С. Усанина</b> , к.ф.-м.н., ТГУ	<b>Е.И. Борзенко</b> , ст. преп., к.ф.-м.н., ТГУ
<b>М.А. Баньщикова</b> доцент к.ф.-м.н., ТГУ	<b>М.А. Сухоярский</b> , студент ТГУ
<b>Г.Н. Богомолов</b> инженер НИИ ПММ ТГУ	<b>М.В. Коробенков</b> , аспирант ТГУ
<b>А.И. Фильков</b> , доцент, к.ф.-м.н., ТГУ	<b>А.М. Жармухамбетова</b> , студентка ТГУ
<b>В.А. Солоненко</b> , доцент, к.ф.-м.н., ТГУ	

**Труды** Томского государственного университета. – Т. 282. Серия физико-математическая: Актуальные проблемы современной механики сплошных сред и небесной механики: Материалы II Всероссийской молодежной научной конференции, посвященной 50-летию физико-технического факультета Томского государственного университета. Томск: Изд-во Том. ун-та. 2012 – 346 с.

ISBN 978-5-7511-2114-3

Представлены материалы II Всероссийской конференции молодых ученых «Актуальные проблемы современной механики сплошных сред и небесной механики», прошедшей 11–13 апреля 2012 г. в Томском государственном университете.

Для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов.

УДК 539.3.004  
ББК 22,25. 22.251.22.62

ISBN 978-5-7511-2114-3

© Томский государственный университет

Из приведенных расчетов видно, что период индукции  $\tau_{ind}$ , в случае двумерного осесимметричного расчета задачи теплового самовоспламенения реагирующего вещества с толщиной слоя, равной 2,5 м, значительно уменьшается при увеличении начальных значений температуры. При начальной температуре  $T_0 = 0$  °С периоды индукции  $\tau_{ind}$  соответствуют результатам, полученным при решении одномерной задачи самовоспламенения, но при увеличении значений  $T_0$  период индукции резко сокращается, а по достижении 50 °С принимает значения, которые были получены при решении одномерной задачи.

Результаты расчетов, проведенных в широком интервале вариации параметров начального значения температуры и амплитуды колебаний температуры воздуха, позволяют сделать вывод о том, что период индукции  $\tau_{ind}$  теплового самовоспламенения при расчетах в двумерной постановке задачи существенно отличается от значений, получаемых при одномерных расчетах. В частности, при расчетах в двумерной постановке повышение начальной температуры значительно сокращает период индукции, что позволяет с большей точностью определять момент воспламенения. Это облегчает задачи мониторинга, прогнозирования и принятия мер для предупреждения самовоспламенения.

#### Литература

1. Румянцев А.В. Метод конечных элементов в задачах теплопроводности: учеб. пособие. Калининград, 1995. 170 с.
2. Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. М.: Наука, 1987. 502 с.
3. Семенов Н.Н. О некоторых проблемах химической кинетики и реакционной способности. М.: Изд-во АН СССР, 1958.
4. Стрыгин Н.Н. Исследование процессов и факторов самонагрева торфа // Труды ВНИИ торфяной промышленности / Под ред. С.С. Стрелкова. Госэнергоиздат, 1958. Вып. 16, 240 с.
5. Рубцов Ю.И., Казаков А.И., Дьяков и др. // ХТГ. 2001. № 6. С. 44–55.

### ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СОВМЕСТНЫХ АЭРОГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБТЕКАНИЯ И ВНУТРЕННЕГО ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В КОНСТРУКЦИЯХ ОБОЛОЧЕК ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГИПЕРЗВУКОВЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Ю.И. Димитриенко, А.А. Захаров, М.Н. Коряков, Е.К. Сыздыков,  
А.В. Жаворонков

*Предложен метод решения сопряженной задачи аэрогазодинамики и внутреннего теплообмена. Представлены результаты моделирования обтекания гиперзвукового летательного аппарата, полученные с его помощью.*

### MODELING PROBLEMS OF COUPLED AEROGASDINAMICS FLOWS AND INTERNAL HEAT TRANSFER IN THE SHELL STRUCTURES OF PERSPECTIVE HYPERSONIC AIRCRAFTS

Yu.I. Dimitrienko, A.A. Zakharov, M.N. Koryakov, Ye.K. Syzdykov,  
A.V. Zhavoronkov

*A method is proposed for solving coupled aerogas dynamics flows and internal head transfer problem. Results of modeling flow around hypersonic aircraft by the method are presented.*

Наличие автоматизированных программных комплексов для расчета аэродинамики конструкций летательных аппаратов с учетом теплообмена в широком диапа-

зоне изменения геометрии аппарата и режимов полета дает возможность проводить широкомасштабное математическое моделирование реальных прототипов изделий. Общеизвестных численных методов и алгоритмов, предназначенных для моделирования аэродинамики и теплообмена летательных аппаратов, пока не существует, и по этой причине продолжают интенсивные работы по разработке новых вычислительных технологий в области сверх- и гиперзвуковой аэродинамики. Чаще всего [1–2] при численных расчетах аэродинамики летательного аппарата температуру на поверхности тела находят либо из условия «холодной стенки», когда температура или тепловой поток на поверхности являются заданными величинами, либо из условия теплоизолированной (адиабатической) стенки, когда предполагают отсутствие обмена тепла между газом и стенкой.

В настоящей работе предложен новый алгоритм сопряженного решения задачи аэротермодинамики и внутреннего теплообмена, разработано программное обеспечение для его численной реализации и проведена апробация этого алгоритма на модельной конструкции летательного аппарата. Алгоритм основан на прямом численном моделировании аэротермодинамики с использованием модели трехмерного пограничного слоя [3] и специального численного алгоритма решения уравнения теплопроводности в области конструкции летательного аппарата. Данный подход не требует значительных вычислительных ресурсов. При разработке алгоритма использовались вычислительные технологии генерации адаптивных сеток [4] и конечно-разностные схемы высокого порядка точности с малой схемной диффузией [5].

Рассмотрим носовую часть конструкции летательного аппарата, обтекаемую гиперзвуковым газовым потоком. Будем рассматривать три характерные области:  $V_1$  – область высокоскоростного течения идеального нетеплопроводного газового потока, в которой имеет место система уравнений Эйлера;  $V_2$  – область пограничного слоя, в которой решаются полные динамические уравнения Навье–Стокса для теплопроводного газа; и  $V_3$  – область, соответствующая оболочке конструкции летательного аппарата, в которой рассматривается уравнение теплопроводности.

Граничные условия на твердой стенке, являющейся поверхностью раздела газовой и твердой областей, имеют следующий вид:

$$\lambda_s \nabla \theta_s \cdot \mathbf{n} = \lambda_g \nabla \theta_g \cdot \mathbf{n} + \varepsilon_g \sigma \theta_e^4 - \varepsilon_s \sigma \theta_w^4, \quad [\theta] = 0, \quad (1)$$

где  $\lambda_s$  и  $\lambda_g$  – коэффициенты теплопроводности в твердом теле и в газе;  $\nabla \theta_s$  и  $\nabla \theta_g$  – градиенты температуры на твердой стенке со стороны конструкции и со стороны пограничного слоя газа;  $\theta_w$  – температура твердой стенки (совпадает с температурой газа на этой стенке);  $\theta_e$  – температура внешней поверхности пограничного слоя;  $\varepsilon_g$  и  $\varepsilon_s$  – интегральные коэффициенты излучения нагретого газа и твердой поверхности;  $\sigma$  – коэффициент Стефана–Больцмана;  $[\theta]$  – скачок температуры на поверхности раздела. Физико-химические превращения материала стенки (унос, плавление, термодеструкция) не учитываются. На внутренней поверхности конструкции летательного аппарата ставится условие теплоизоляции.

Для решения сопряженной задачи предложен следующий метод: вводится цикл по «медленному» времени, соответствующему процессу распространения тепла в оболочке конструкции. Внутри этого цикла вводится «быстрое» время. Для каждого фиксированного момента медленного времени тепловой поток на твердой стенке полагается фиксированным, тогда для граничных условий уравнений газовой динамики на твердой стенке из двух уравнений (1) рассматривается только первое и системы уравнений газовой динамики отделяются от уравнения теплопроводности на одном шаге медленного времени.

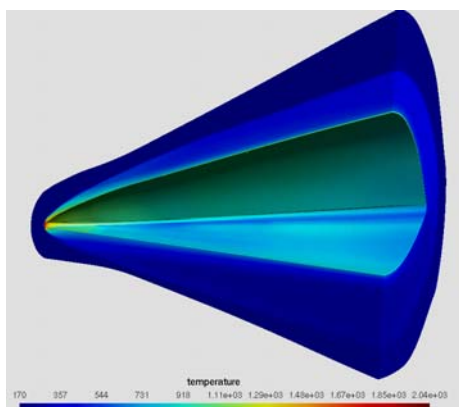


Рис. 1. Распределение температуры (К) воздуха в окрестности поверхности гиперзвукового летательного аппарата с учетом теплообмена между газом и оболочкой корпуса

Согласно модели трехмерного пограничного слоя [3], уравнения идеального и вязкого газа также разделяются: решение уравнений идеального газа ищется во всей области  $V_1+V_2$  течения газового потока с граничными условиями непротекания на твердой стенке, затем полученное решение идеального потока на твердой стенке для плотности  $\rho_e$ , касательных компонент скорости  $v_{el} = \mathbf{v}_e \cdot \boldsymbol{\tau}_{1e}$  и температуры  $\theta_e$  переносится на внешнюю поверхность пограничного слоя. На внешней поверхности пограничного слоя, являющейся границей раздела движения идеального и вязкого потоков, формулируются следующие условия непрерывности:  $\rho = \rho_e$ ,  $\mathbf{v} \cdot \mathbf{n} = 0$ ,  $\mathbf{v} \cdot \boldsymbol{\tau}_1 = v_{el}$ ,  $\theta = \theta_e$ . Далее осуществляется решение системы вязких уравнений в области  $V_2$  по «быст-

рому» времени до установления. После этого осуществляется переход к следующему моменту «медленного» времени. Тепловой поток на твердой стенке на очередном временном шаге «медленного» времени рассчитывается с помощью специального метода, предложенного в [6].

На рис. 1 представлено распределение температуры воздуха, полученное при численном моделировании обтекания фрагмента корпуса модельного летательного аппарата гиперзвуковым ( $M = 6$ ) потоком на высоте 15 км через 50 с после начала движения.

**Вывод.** Проведено численное моделирование обтекания фрагмента носовой части перспективного гиперзвукового летательного аппарата сложной геометрической формы. Учет теплообмена позволяет более точно определять температуру на поверхности аппарата: она получается ниже, в среднем, на 25%, чем в случае расчетов с адиабатической стенкой, что свидетельствует о важности учета теплообмена для оценки предельных режимов работы аппарата и выбора материалов теплозащиты. Полученные данные могут использоваться для последующего расчета термомеханики оболочки корпуса летательного аппарата.

Исследование выполнено при поддержке грантов Президента РФ МК-2498.2011.8, МК-3150.2012.8.

#### Литература

1. Гильманов А.Н. Методы адаптивных сеток в задачах газовой динамики. М., 2000.
2. Самарский А.А., Попов Ю.П. Разностные методы решения задач газовой динамики. М., 2004.
3. Димитриенко Ю.И., Захаров А.А., Коряков М.Н. Модель трехмерного пограничного слоя и ее численный анализ // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Естественные науки. 2011. Спец. Вып. «Математическое моделирование». С. 136–149.
4. Димитриенко Ю.И., Котенев В.П., Захаров А.А.. Метод ленточных адаптивных сеток для численного моделирования в газовой динамике, М., 2011.
5. Harten A. High Resolution Schemes for Hyperbolic Conservation Laws // J. Comp. Phys. 1983. Vol. 49. P. 357–393.
6. Dimitrienko Yu.I., Efremov G.A., Chernyavsky S.A. Optimal Designing of Erosion-Stable Heat-Shield Composite Materials // Int. Journal of Appl. Comp. Mat. 1997. Vol. 4, № 1. P. 35–52.

## НАШИ АВТОРЫ

- АЖЕРМАЧЕВ Антон Викторович – ассистент кафедры строительной механики НГАСУ (Сибстрин). E-mail: [azhermachev@academpark.com](mailto:azhermachev@academpark.com)
- АЗИН Антон Владимирович – аспирант ФТФ ТГУ, м.н.с. НИИ ПММ ТГУ. E-mail: [antonazin@mail.ru](mailto:antonazin@mail.ru)
- АЛЕКСАНДРОВА Анна Геннадьевна – м.н.с. НИИ ПММ ТГУ. E-mail: [AleksAnn@sibmail.com](mailto:AleksAnn@sibmail.com)
- АЛЕКСЕЕВА Кира Геннадьевна – студентка 3 курса ФТФ ТГУ. E-mail: [kira27392@mail.ru](mailto:kira27392@mail.ru)
- АМОСОВ Михаил Сергеевич – магистр 2-го года обучения физического факультета Томского государственного университета. E-mail: [hemul@mail2000.ru](mailto:hemul@mail2000.ru)
- АНТОНОВ Дмитрий Борисович – студент 5 курса физического факультета Томского государственного университета. E-mail: [antonov\\_dmitriy@mail2000.ru](mailto:antonov_dmitriy@mail2000.ru)
- АНДРЕЮК Сергей Максимович – студент 3 курса кафедры физической и вычислительной механики ММФ Томского государственного университета. E-mail: [8sergei91@mail.ru](mailto:8sergei91@mail.ru)
- АНИКЕЕВА Галина Максимовна – студентка 5 курса ФТФ ТГУ. E-mail: [galechek@sibmail.com](mailto:galechek@sibmail.com)
- АНФЁРОВ Сергей Дмитриевич – аспирант Института механики сплошных сред УрО РАН. E-mail: [anferovsergey@mail.ru](mailto:anferovsergey@mail.ru)
- АРХИПОВ Владимир Афанасьевич – д.ф.-м.н., проф., зав. отд. НИИ ПММ ТГУ. E-mail: [leva@niipmm.tsu.ru](mailto:leva@niipmm.tsu.ru)
- АСТАНИН Александр Владимирович – к.ф.-м.н., доцент кафедры прикладной аэромеханики ФТФ ТГУ. E-mail: [astanin@ff.tsu.ru](mailto:astanin@ff.tsu.ru)
- АСТАШОВА Татьяна Андреевна – студентка 3 курса ФТФ ТГУ. E-mail: [AstashovaTanyaA@yandex.ru](mailto:AstashovaTanyaA@yandex.ru)
- БАНЫЩИКОВА Мария Александровна – к.ф.-м.н., ст.н.с. НИИ ПММ ТГУ. E-mail: [mba-tomsk@mail.ru](mailto:mba-tomsk@mail.ru)
- БАТУРИН Алексей Павлович – к.ф.-м.н., доц. каф. астрономии и космической геодезии физического факультета Томского государственного университета. E-mail: [alexbaturin@sibmail.com](mailto:alexbaturin@sibmail.com)
- БАРАННИКОВА Светлана Александровна – д.ф.-м.н., проф. каф. механики деформируемого твердого тела физико-технического факультета ТГУ. E-mail: [bsa@ispms.tsc.ru](mailto:bsa@ispms.tsc.ru)
- БЕКТЕМИРОВ Нураскар Алтыбайулы – студент 3 курса ФТФ ТГУ. E-mail: [nuraskar.bektemirov@gmail.com](mailto:nuraskar.bektemirov@gmail.com)
- БЕЛЕЙ Дмитрий Андреевич – студент 3 курса физического факультета ТГУ. E-mail: [Dmitry.Beley@gmail.com](mailto:Dmitry.Beley@gmail.com)
- БЕРЕСТОВА Екатерина Владимировна – ученица 11б класса, лицей №130 г. Екатеринбурга. E-mail: [sber72@mail.ru](mailto:sber72@mail.ru)
- БЕРЕСТОВА Светлана Александровна – доцент, д.ф.-м.н., зав. каф. теоретической механики, УрФУ, г. Екатеринбург. E-mail: [sber72@mail.ru](mailto:sber72@mail.ru)
- БИМАТОВ Владимир Исмагилович – д.ф.-м.н., зав. каф. динамики полета физико-технического факультета ТГУ. E-mail: [vbimatov@mail.ru](mailto:vbimatov@mail.ru)
- БОДРОВ Александр Станиславович – студент 3 курса ФТФ ТГУ. E-mail: [bus083@mail2000.ru](mailto:bus083@mail2000.ru)
- БОНДАРЕВА Надежда Сергеевна – студентка 1 курса магистратуры механико-математического факультета ТГУ. E-mail: [R0dnki@mail.ru](mailto:R0dnki@mail.ru)
- БОРДОВИЦЫНА Татьяна Валентиновна д.ф.-м.н., проф. НИИ ПММ ТГУ E-mail: [tvbord@sibmail.com](mailto:tvbord@sibmail.com)
- БОРЗЕНКО Евгений Иванович – к.ф.-м.н., доцент каф. ПГДиГ ФТФ ТГУ. E-mail: [borzenko@ff.tsu.ru](mailto:borzenko@ff.tsu.ru)
- БОРОКШОНОВА Оюна Нимаевна – магистрант 2-го года обучения физического факультета Томского государственного университета. E-mail: [oyuna89@sibmail.com](mailto:oyuna89@sibmail.com)
- БОЧКАРЕВА Светлана Алексеевна – доцент, к. ф.-м. н. каф. МиГ, ТУСУР. E-mail: [svetlanab7@yandex.ru](mailto:svetlanab7@yandex.ru)
- БРАСЛАВСКАЯ Ольга Борисовна – студентка 4 курса факультета прикладной математики и кибернетики ТГУ. E-mail: [olechka90@inbox.ru](mailto:olechka90@inbox.ru)
- БУЛЬНКО Дмитрий Юрьевич – студент 3 курса ФТФ ТГУ. E-mail: [bulynko\\_dmtr@mail.ru](mailto:bulynko_dmtr@mail.ru)
- БУНОВА Галина Захаровна – к.т.н., доц. каф. технологии металлов и авиационного материаловедения СГАУ.
- БУНЯКИН Алексей Вадимович – к. ф.-м.н., доц. каф. оборудования нефтяных и газовых промыслов Института нефти, газа, энергетики и безопасности Кубанского государственного технологического университета. E-mail: [alex.bunyakin@mail.ru](mailto:alex.bunyakin@mail.ru)
- БУРКИНА Роза Семеновна – д.ф.-м.н., доц., профес. каф. матем. физики ФТФ ТГУ. E-mail: [roza@ff.tsu.ru](mailto:roza@ff.tsu.ru)
- БУРМАШЕВА Наталья Владимировна – аспирант, инженер Института машиноведения УрО РАН. E-mail: [nat\\_burm@mail.ru](mailto:nat_burm@mail.ru)
- БУРЛАЧЕНКО Александр Геннадьевич – студент 4 курса ФТФ ТГУ. E-mail: [aleksburlachenko@rambler.ru](mailto:aleksburlachenko@rambler.ru)
- БУРНЫШЕВА Татьяна Витальевна – к.т.н., зав. кафедры информационных систем и управления НФИ КемГУ. E-mail: [tburn@mail.ru](mailto:tburn@mail.ru)

ВАГНЕР Сергей Александрович – студент 5 курса ФТФ ТГУ. E-mail: vagnerserge@gmail.com  
ВОРОБЬЕВ Артем Сергеевич – студент 4 курса ФТФ ТГУ. E-mail: lindai12@yandex.ru  
ВОРОНИН Сергей Васильевич – к.т.н., доц. каф. технологии металлов и авиационного материаловедения СГАУ. E-mail – hhg2000@mail.ru  
ВОТЧЕЛЬ Иван Александрович – студент 3 курса физического факультета Томского государственного университета. E-mail: trojan1219@mail.ru  
ГАЛСАНОВ Солбон Владимирович – аспирант 1 курса ФТФ ТГУ. E-mail: S\_galsanov@sibmail.com  
ГАЛУШИНА Татьяна Юрьевна – к.ф.-м.н., доц. каф. астрономии и космической геодезии физического факультета ТГУ. E-mail: volna@sibmail.com  
ГЕНДРИНА Ирина Юрьевна – к.ф.-м.н., доц. каф. исследования операций ФПМК ТГУ.  
ГЛАДКИЙ Денис Андреевич – аспирант каф. физической и вычислительной механики ММФ ТГУ. E-mail: fireguard\_tsu@mail.ru  
ГОЙКО Вячеслав Леонович – студент 3 курса ФТФ ТГУ. E-mail: vyacheslav.goiko@yandex.ru  
ГОРЕЛЬСКИЙ Василий Алексеевич – д. ф.-м.н., с.н.с. НИИ ПММ ТГУ. E-mail: vassili@niipmm.tsu.ru, vassili@mail2000.ru  
ГРАБОВЕЦКАЯ Галина Петровна – д.ф.м.н., снс, вед. научный сотрудник Института физики прочности и материаловедения СО РАН. E-mail: grabg@ispms.tsc.ru  
ГУБАНОВ Сергей Михайлович – аспирант ТГУ. E-mail: sgubanov@yandex.ru  
ГУСЬКОВ Анатолий Васильевич – к.т.н., доц. Новосибирского государственного технического университета. E-mail: conf\_pro@craft.nstu.ru  
ДЕДОВА Елена Сергеевна – аспирант 2-го года Института физики прочности и материаловедения СО РАН. E-mail: Dedova@ff.tsu.ru  
ДЕМЕНТЬЕВ Александр Александрович – аспирант ФТФ ТГУ. E-mail: daa024@ff.tsu.ru  
ДИМИТРИЕНКО Юрий Иванович – д.ф.-м.н., проф., зав. каф. «Вычислительная математика и математическая физика» МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: dimit@serv.bmstu.ru  
ДОМУХОВСКИЙ Александр Михайлович – аспирант 2 года обучения ФТФ ТГУ. E-mail: sanya-1@sibmail.com  
ДУБИНОВА Анастасия Дмитриевна – студентка 5 курса ФТФ ТГУ. E-mail: dubinova\_ad@sibmail.com  
ДЬЯКОВА Ольга Алексеевна – студентка 3 курса ФТФ ТГУ. E-mail: olga.dyakova.1992@mail.ru  
ДЬЯЧКОВСКИЙ Алексей Сергеевич – аспирант 2 года обучения ФТФ ТГУ. E-mail: Lex\_okha@mail.ru  
ДЯДЬКОВ Петр Георгиевич – к.г.-м.н., зав. лабораторией естественных геофизических полей Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН. E-mail: DyadkovPG@ipgg.nsc.ru  
ЕВСЕЕВ Николай Сергеевич – студент 5 курса ФТФ ТГУ. E-mail: nikolay90@sibmail.ru  
ЕВТУШЕНКО Евгений Павлович – программист, Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук. E-mail: eugene@ispms.ru  
ЕРЕМИН Михаил Олегович – магистр 2-го года обучения ФТФ ТГУ. E-mail: Bacardi@sibmail.com  
ЖАВОРОНКОВ Александр Вячеславович – к.т.н., нач. отд. ОАО ГосМКБ «Радуга» им. А.Я. Березняка. E-mail: raduga@dubna.ru  
ЖАРМУХАМБЕТОВА Альбина Муратовна – студентка 3 курса, ФТФ ТГУ.  
ЖАРОВА Ирина Константиновна – д.ф.-м.н., в.н.с. НИИ ПММ ТГУ. E-mail: zharova@niipmm.tsu.ru  
ЖИЛЬЦОВ Константин Николаевич – м.н.с. НИИ ПММ ТГУ. E-mail: Konstantin@niipmm.tsu.ru  
ЗАХАРОВ Андрей Алексеевич – к.ф.-м.н., доц. каф. «Вычислительная математика и математическая физика» МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: azaharov@bmstu.ru  
ЗЕЛЕПУГИН Сергей Алексеевич – д.ф.-м.н., с.н.с., вед. науч. сотрудник ОSM ТНЦ СО РАН, проф. каф. механики деформируемого твердого тела ТГУ. E-mail: szel@dsm.tsc.ru  
ЗИНОВЬЕВ Александр Валерьевич – студент 5 курса факультета систем управления ТУСУРа. E-mail: Kelast90@gmail.com  
ЗИНОВЬЕВА Ольга Сергеевна – магистрант 1-го года обучения ФТФ НИТГУ. E-mail: emelyanova@ispms.tsc.ru  
ЗОРКИН Владимир Анатольевич – ст. преп. каф. информатики и вычислительной техники Института математики, физики и информационных технологий Тольяттинского государственного университета. E-mail: V.Zorkin@tltsu.ru  
ИСАЙЧЕНКОВ Александр Борисович – Сибирская угольная энергетическая компания. E-mail: IsaychenkovAB@suek.ru  
КАЗАНЦЕВА Анастасия Ивановна – студентка 4 курса кафедры физической и вычислительной механики ММФ Томского государственного университета  
КАЙЗЕР Галина Тимофеевна – к.ф.-м.н., с.н.с. Коуровской астрономической обсерватории УрФУ. E-mail: Galina.Kajzer@usu.ru  
КАЛАШНИКОВ Марк Петрович – инженер ИФПМ.  
КАЛАШНИКОВА Анна Анатольевна – магистр 1 курса Института нефти, газа, энергетики и безопасности Кубанского государственного технологического университета. E-mail: kalann@mail.ru  
КАРАТАЕВ Евгений Владимирович – студент ФФ ТГУ evgenykarataev@kuz.ru  
КВЕТИНСКАЯ Алеся Владимировна – студентка 5 курса ФТФ ТГУ. E-mail: alesichka18@sibmail.com  
КИРЕЕВА Алина Александровна – студентка 4 курса ФТФ ТГУ. E-mail: kira\_koshka@list.ru  
КИЯШКО Анна Владимировна – студентка 5 курса факультета информационных технологий НФИ КемГУ. E-mail: anuta-cool2@yandex.ru

КНЯЗЕВА Анна Георгиевна – д.ф.-м.н., проф. ТПУ. E-mail: anna@ispms.tsc.ru  
КОВАЛЕВСКАЯ Жанна Геннадьевна – к.т.н., инженер ИФПМ СО РАН, доц. каф. материаловедения и технологии металлов ТПУ. E-mail: kovalevskaya@ispms.tsc.ru  
КОЖАМУРАТОВ Х.К. – к.т.н., доц. каф. «Общетехнические дисциплины и Электро-энергетика» Алматинского гуманитарно-технического университета. (E-mail) otdiee@mail.ru  
КОЗЛОВА Анна Валерьевна - аспирантка ФТФ ТГУ. E-mail: KozlovaAnnaV@yandex.ru  
КОЗУЛИН Александр Анатольевич – к.ф.-м.н., доц. каф. МДТТ ТГУ. E-mail: Kozulyn@ftf.tsu.ru  
КОЛЕДИН Виктор Владимирович – аспирант 3 курса физико-математического факультета Бирской государственной социально-педагогической академии. E-mail: vikoled@mail.ru  
КОНЕВА Нина Александровна – проф., д.ф.-м.н. ТГАСУ. E-mail: koneva@tsuab.ru  
КОРОБЕНКОВ Максим Викторович – аспирант 3-го года обучения ФТФ ТГУ. E-mail: Korobenkov@ftf.tsu.ru  
КОРЯКОВ Михаил Николаевич – аспирант 2-го года каф. «Вычислительная математика и математическая физика» МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: korik87@list.ru  
КОСАРЕВ Пётр Владимирович – студент 4 курса ФТФ НИ ТГУ. E-mail: Petruha\_1990@mail.ru  
КРАЙНОВ Алексей Юрьевич – д. ф.-м.н., проф. Каф. математической физики физико-технического факультета ТГУ. E-mail: akrainov@ftf.tsu.ru  
КРАЙНОВ Дмитрий Алексеевич – аспирант. ТГУ. E-mail: kmitka@inbox.ru  
КРАСНОВЕИКИН Владимир Алексеевич – аспирант 1-го года обучения ФТФ ТГУ. E-mail: volodia74ms@gmail.com  
КУЗНЕЦОВА Екатерина Валерьевна – аспирант 1-го года обучения физического факультета Томского государственного университета. E-mail: kuzina.87@mail.ru  
КУЛЕШОВ Артем Александрович – магистрант 2-го года обучения ФТФ ТГУ. E-mail: arte-maftf@sibmail.com  
КУЛЬКОВ Сергей Сергеевич – к.ф.-м.н. доц. физико-технического факультета ТГУ. E-mail: ulkov@academ.tsc.ru  
КУНСБАЕВА Гульназ Абдулхаковна – ст. преп. каф. прикладной математики и информационных технологий физико-математического факультета Сибайского института (филиала) Башкирского государственного университета. E-mail: Kun\_gulnaz@mail.ru  
ЛЕВИХИНА Анастасия Валерьевна – студентка 1 курса магистратуры ФТФ ТГУ. E-mail: lev-nastyaa@yandex.ru  
ЛИ Юлия Владимировна – студентка 3 курса ФТФ ТГУ. E-mail: bus083@mail2000.ru  
ЛЮКШИН Борис Александрович – д.т.н., проф. каф. МиГ ТУСУРа. E-mail: lba2008@yandex.ru  
МАКАРОВ Павел Васильевич – проф., преп. каф. теории прочности и проектирования физико-технического факультета ТГУ, зав. лаб. механики структурно-неоднородных сред ИФПМ СО РАН. E-mail: pvm@ispms.tsc.ru  
МАЛИНИН Максим Игоревич – выпускник инженерно-технологического факультета СГАУ. E-mail: malinkin555@yandex.ru  
МАЛЬЦЕВ Артем Дмитриевич – студент 2 курса строительного факультета ТГАСУ. E-mail: bsa@ispms.tsc.ru  
МАРИЦКИЙ Николай Николаевич – аспирант ФТФ ТГУ, 2-го года обучения, м.н.с. НИИ ПММ ТГУ. E-mail: Evilelf\_84@mail.ru  
МАСАЛИМОВ Дамир Рафитович – студент 3 курса ФТФ ТГУ. E-mail: home\_damir92@mail.ru  
МЕДВЕДЕВ Иван Викторович – студент 3 курса физического факультета ТГУ. E-mail: Fill0Soff@yandex.ru  
МИКОЛАЙЧУК Михаил Александрович – аспирант 3 года ИФПМ СО РАН. E-mail: mihail@mikolaichuk.com  
МИЛЕВСКИЙ Константин Евгеньевич – к.т.н., доц. Новосибирского государственного технического университета. E-mail: conf\_pro@craft.nstu.ru  
МУХ Татьяна Алексеевна – студентка 6 курса, ФТФ ТГУ. E-mail: muh.1989@mail.ru  
НАДЕЖКИН Михаил Владимирович – инженер лаб. физики прочности ИФПМ СО РАН. E-mail: Nadjozhkin@ispms.tsc.ru  
НЕКРАСОВА Валентина Сергеевна – студентка 4 курса ФТФ ТГУ. E-mail: bus083@mail2000.ru  
НЕМИРОВСКИЙ Юрий Владимирович – д. ф.-м. наук, проф., гл. научный сотрудник ИТПМ СО РАН. E-mail: nemirov@itam.nsc.ru  
НИКОНЕНКО Елена Леонидовна – старший преподаватель кафедры физики ТГАСУ.  
ОЛИМПИЕВА Надежда Владимировна – студентка 4 курса ФТФ ТГУ. E-mail: Nadin\_04@mail.ru  
ОРЛОВ Сергей Сергеевич – ст. преп. каф. математического анализа и дифференциальных уравнений Института математики, экономики и информатики Иркутского государственного университета. E-mail: orlov\_sergey@inbox.ru  
ОРЛОВ МАКСИМ ЮРЬЕВИЧ – к.ф.-м. наук, с.н.с. НИИ ПММ Томского государственного университета. E-mail: orloff m. @mil.ru  
ОРЛОВА Юлия Николаевна – аспирант 3-го года обучения ФТФ Томского государственного университета. E-mail : orloff m. @mil.ru  
ПАСЕНОВА Ангелина Джемаловна – студентка 6 курса ФТФ ТГУ. E-mail: angel\_djem@mail.ru

ПОНОМАРЕВ Сергей Александрович – НИИ ПММ ТГУ. м.н.с. лаб. №23. Тел. 529-638, E-mail: enterprise@sibmail.com

ПОНОМАРЕВ Сергей Васильевич – к. ф.-м.н., с.н.с., зав. лаб. НИИ ПММ ТГУ. E-mail: psvh@psy.tsu.ru

ПОПОВ Артём Сергеевич – студент 3 курса ФТФ ТГУ. E-mail: mr.tarker@mail.ru

ПОПОВА Наталья Анатольевна – к.т.н., с.н.с. кафедры физики ТГАСУ.

ПОПОВА Татьяна Алексеевна – студентка 4 курса ФТФ НИ ТГУ. E-mail: Taaleksa@mail.ru

ПОПЦОВА Екатерина Владимировна – студентка 3 курса группы 494 каф. физической и вычислительной механики ММФ ТГУ. E-mail: EkV-a@mail.ru

ПОТЕКАЕВ Александр Иванович – проф., д.ф.-м.н., директор СФТИ. E-mail: potekaev@spti.tsu.ru

РОГОЖНИКОВА Елена Григорьевна – аспирант 2-го года обучения каф. физики Амурского гуманитарно-педагогического государственного университета. E-mail: Steinbockh@mail.ru

РОГОЗИНСКИЙ Михаил Иванович – аспирант механико-математического факультета ТГУ 2-го года обучения. E-mail: Rogozinsky\_mikhail@mail.ru

РУДАКОВ Илья Валентинович – студент 6 курса ФТФ ТГУ. E-mail: rudakov.iv@sibmail.com

РУСИН Николай Мартемьянович – к.т.н., с.н.с. ЛФХПМ, ИФПМ СО РАН. E-mail: rusinnm@mail.ru

РУСИНОВ Алексей Александрович – аспирант 1 курса Бирской государственной социально-педагогической академии. E-mail: irtysh2009@mail.ru

САВКИНА Надежда Валерьевна – аспирантка 2-го года обучения. ФТФ ТГУ. E-mail: rantera256@mail.ru

САДРЕТДИНОВ Шамиль Рахирович – лаборант каф. динамики полета ФТФ ТГУ. E-mail: shamil@sibmail.com

САЛГАНСКИЙ Евгений Александрович – к. ф.-м. н., сотрудник группы фильтрационного горения отдела горения и взрыва ИПХФ РАН (г. Черногловка). E-mail: sea@icp.ac.ru

САМБАРОВ Георгий Евгеньевич – магистрант 1-го года обучения физического факультета Томского государственного университета. E-mail: detovelli@vtomske.ru

САФРОНОВ Александр Иванович – д. ф.-м.н., доц., проф. каф. информатики и вычислительной техники института математики, физики и информационных технологий Тольяттинского государственного университета. E-mail: Safr.A@mail.ru

СЕНАТОВА Ольга Александровна – студентка 4 курса ФТФ ТГУ. E-mail: senatova2@rambler.ru

СЕРГЕЕВА Анастасия Михайловна – к. ф.-м.н., с.н.с. Института машиноведения и металлургии ДВО РАН (г. Комсомольск-на-Амуре). E-mail: serg-nasty@mail.ru

СИДОРЕНКО Юрий Николаевич – к. ф.-м.н., доцент кафедры механики деформируемого твердого тела ФТФ ТГУ. E-mail: sid@strelka.ftf2.tsu.ru

СИНЯЕВ Сергей Витальевич – к.ф.-м.н., с.н.с., вед. науч. сотр. НИИ ПММ ТГУ. E-mail: ssv@niipmm.tsu.ru

СКОРЕНЦЕВ Александр Леонидович – технолог ЛФХПМ, ИФПМ СО РАН. E-mail: skoralexan@mail.ru

СКРИПНИЧЕНКО Павел Вадимович – аспирант каф. астрономии и геодезии Института естественных наук УрФУ. E-mail: savl-silverheart@rambler.ru

СКРИПНЯК Владимир Альбертович – д.ф.-м.н., проф. каф. механики деформируемого твердого тела ФТФ ТГУ. E-mail: skrp@ftf.tsu.ru

СКРИПНЯК Владимир Владимирович – студент 6 курса физико-технического факультета ТГУ. E-mail: skrp@ftf.tsu.ru

СКРИПНЯК Евгения Георгиевна – к.т.н., доц. ФТФ ТГУ. E-mail: skrp@ftf.tsu.ru

СКРИПНЯК Наталья Владимировна – студент 4 курса ФТФ ТГУ. E-mail: skrp@ftf.tsu.ru

СКУЛЬСКИЙ Олег Иванович – д.т.н., проф., в.н.с. лаборатории механики термопластов Института механики сплошных сред УрО РАН. E-mail: skul@icmm.ru

СЛАВНОВ Евгений Владимирович – д.т.н., проф., зав. лаб. механики термопластов Института механики сплошных сред УрО РАН. E-mail: slavnov@icmm.ru

СЛЕСАРЕВА Екатерина Юрьевна – аспирант каф. ГДУ Новосибирского государственного технического университета. E-mail: conf\_npro@craft.nstu.ru

СМОЛИН Алексей Юрьевич – д.ф.-м.н., проф. каф. МДТТ ФТФ ТГУ. E-mail: asmolin@ispms.tsc.ru

СМОЛИН Игорь Юрьевич – д.ф.-м.н., доц., проф. каф. прочности и проектирования физико-технического факультета ТГУ, вед. научный сотрудник Института физики прочности и материаловедения СО РАН. E-mail: smolin@ispms.tsc.ru

СОВЕТОВА Юлия Валерьевна – аспирантка 1-го года обучения ФТФ ТГУ. E-mail: kasy@sibmail.com

СОЛОНЕНКО Виктор Александрович – к.ф.-м.н., с.н.с. НИИ ПММ ТГУ. E-mail: vik@niipmm.tsu.ru

СТЕПАНОВ Кирилл Александрович – студент НИТГУ, kirill.stepanov.90@mail.ru

СТРУЖАНОВ Валерий Владимирович – д.ф.-м.н., проф., гл.н.с. ИМАШ УрО РАН. E-mail: stru@imach.uran.ru

СУХОЯРСКИЙ Максим Андреевич – студент 4 курса ФТФ ТГУ. E-mail: skrp@ftf.tsu.ru

СЫЗДЫКОВ Елтуган Кимашевич – к.т.н., зам. ген. дир. ОАО ГосМКБ «Радуга» им. А.Я. Березняка. E-mail: raduga@dubna.ru

СЮСИНА Ольга Михайловна – м.н.с. НИИ Томского государственного университета. E-mail: kleo77@sibmail.com

ТАЗЕТДИНОВ Булат Ильгизович – аспирант 3 курса физико-математического факультета Бирской государственной социально-педагогической академии. E-mail: bulatbirsk@yandex.ru

ТЕРНОВЫХ Елена Юрьевна – студентка 5 курса ФТФ ТГУ. Тел.: 89609787435  
ТИЗИЛОВ Андрей Сергеевич, аспирант Тольяттинского государственного университета. E-mail: andrewtizilov@mail.ru  
ТКАЧЕВА Анастасия Валерьевна – аспирант Института машиноведения и металлургии ДВО РАН (г. Комсомольск-на-Амуре). E-mail: 4nansi4@mail.ru  
ТОЛТАЕВА Ирина Сергеевна – студентка 4 курса ФТФ ТГУ. E-mail: toltira@yandex.ru  
ТОМИЛОВА Ирина Владимировна – асп. физического факультета Томского государственного университета. E-mail: irisha\_tom@mail.ru  
ФАДЕЕВ Владимир Владимирович – студент 3 курса ФТФ ТГУ. E-mail: undead\_nekromant@mail.ru  
ФИЛЬКОВ Александр Иванович – к. ф.-м.н., доц. каф. физической и вычислительной механики ММФ ТГУ. E-mail: filkov@mail.tsu.ru  
ХИМИЧ Маргарита Андреевна – студентка 3 курса ФТФ ТГУ. E-mail: shinju2902@tambo.ru  
ХОХЛОВ Виктор Александрович – к.т.н., доцент кафедры МДТТ ФТФ ТГУ. E-mail: potekaev@spti.tsu.ru  
ХУДОБИНА Юлия Петровна – к.ф.-м. н., с.н.с. НИИ ПММ ТГУ. E-mail: hudobina@mail2000.ru  
ЧАШИН Вадим Олегович – студент 3 курса ФТФ ТГУ. E-mail: chashchin91@gmail.com  
ЧИГЛИНЦЕВА Ангелина Сергеевна – к. ф.-м.н., ст. преп. каф. математического анализа и прикладной математики физико-математического факультета Бирской государственной социально-педагогической академии. E-mail: changelina@rambler.ru  
ЧИРКУНОВА Н.В. – соискатель, ассистент каф. общей и теоретической физики института математики, физики и информационных технологий Тольяттинского государственного университета. E-mail: Natchv@yandex.ru  
ЧУВАШОВ Иван Николаевич – м.н.с. 50 отдела НИИ ПММ ТГУ. E-mail: chuvashovin@gmail.com  
ЧУПАШЕВ Андрей Владимирович – студент 5-го года обучения ФТФ ТГУ. E-mail: chupashevav@gmail.com  
ЦЫРЕМПИЛОВА Наталья Сергеевна – студентка 5 курса физического факультета ТГУ. E-mail: SergNat\_90@mail.ru  
ШАГИЕВА Файруза Ингелевна – ассистент каф. информатики и ИТО физико-математического факультета Бирской государственной социально-педагогической академии. E-mail: ShagFI@mail.ru  
ШАДРИН Владимир Сергеевич – студент 3 курса ФТФ ТГУ. E-mail: vshadrin91@gmail.com  
ШВАБ Александр Вениаминович – д. ф.-м.н., проф. каф. прикладной аэродинамики ФТФ ТГУ. E-mail: avshvab@sibmail.com  
ШЕРЕМЕТ Михаил Александрович – доцент кафедры теоретической механики механико-математического факультета ТГУ. E-mail: Sheremet@math.tsu.ru  
ШИПАЧЕВ Александр Николаевич – к.ф.-м.н., лаборант каф. механики деформируемого твердого тела ТГУ. E-mail: alex18023@mail.ru  
ШТЕЙНБЕРГ Александр Семенович – д.ф.-м.н., проф., гл. научный сотрудник ИХФ РАН (г. Москва).  
ШТЕЙНБРЕХЕР Ольга Александровна – магистрант 1 года обучения факультета информационных технологий НФИ КемГУ. E-mail: olga\_sht@mail.ru  
ШУЛАЕВА Ирина Викторовна – студентка 4 курса ФТФ ТГУ. E-mail: shylik@sibmail.com  
ЮМАГУЛОВА Юлия Александровна – аспирант 2 курса физико-математического факультета Бирской государственной социально-педагогической академии. E-mail: ym\_julia@mail.ru  
ЮРЛОВА Надежда Юрьевна – студентка 6 курса ФТФ ТГУ. E-mail: yurlovanadia@mail.ru  
ЮШИН Валентин Дмитриевич – доц., д.т.н., проф. каф. технологии металлов и авиационного материаловедения СГАУ

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
------------------	---

### ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

<i>Глазырин В.П., Орлов М.Ю., Орлов Ю.Н.</i> Исследование процессов ударно-взрывного нагружения поликристаллического льда.....	5
<i>Димитриенко Ю.И., Соколов А.П.</i> Исследование процессов разрушения композиционных материалов на базе метода асимптотической гомогенизации .....	13

### С Е К Ц И Я 1

#### ВЗРЫВНЫЕ, ДЕТОНАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВА ПРИ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

<i>Вагнер С.А., Крайнов А.Ю., Салганский Е.А.</i> Моделирование фильтрационного горения системы углерод – инертный материал при послышной загрузке .....	20
<i>Дементьев А.А., Крайнов А.Ю.</i> Влияние концентрации горючего на скорость распространения пламени в газовой смеси с инертными частицами.....	24
<i>Домуховский А.М., Буркина Р.С.</i> Режимы зажигания конденсированного вещества мощным импульсом излучения .....	29
<i>Жильцов К.Н., Штейнберг А.С., Горельский В.А.</i> Анализ влияния уровня грунтовых вод на самовоспламенения торфа под воздействием колебаний температуры окружающей среды... ..	32
<i>Красновейкин В.А., Козулин А.А., Скрипяк В.А.</i> Постановка задачи и моделирование процесса интенсивной пластической деформации сплавов с учетом структуры и повреждений материала.....	35
<i>Левихина А.В.</i> Исследование расходных характеристик форсунок.....	38
<i>Мух Т.А.</i> Исследование движения частиц оксида урана в реакторе с учетом влияния теплообмена... ..	42
<i>Олиптиева Н.В., Шипачев А.Н., Зелепугин С.А.</i> Температурные поля в металлах при высокоскоростном резании.....	45
<i>Тизлов А.С.</i> Пределы распространения пламени в потоке аэрозвеси частиц алюминия .....	48
<i>Юрлова Н.Ю., Архипов В.А., Жарова И.К.</i> Анализ модифицированного метода измерения интегрального коэффициента излучения .....	51

### С Е К Ц И Я 2

#### ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ, АЛГОРИТМЫ, ПРОГРАММЫ И ТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ СПЛОШНЫХ СРЕД

<i>Ажермачев А.В., Немировский Ю.В.</i> Проектирование равнопрочной ребристой деревянной плиты 54	
<i>Азин А.В., Марицкий Н.Н., Пономарев С.А., Пономарев С.В.</i> Разработка метода испытания электронных плат с чипами с BGA- и CGA-корпусами на механические воздействия .....	58
<i>Алексеева К.Г., Борзенко Е.И.</i> Исследование течения степенной жидкости в канале с внезапным расширением.....	61
<i>Анишеева Г.М., Смолин А.Ю.</i> Компьютерное моделирование процесса наноиндентирования методом подвижных клеточных автоматов .....	64
<i>Анфёров С.Д., Скульский О.И., Славнов Е.В.</i> Моделирование течения пластически деформирующейся пористой среды.....	66
<i>Бектемиров Н.А., Макаров П.В.</i> Моделирование обрушения кровли над выработанным пространством как стадия разрушения с обострением.....	68
<i>Бондарева Н.С., Шеремет М.А.</i> Численный анализ режимов термогравитационной конвекции магнитной жидкости в замкнутой кубической полости .....	72
<i>Бурмашева Н.В., Стружанов В.В.</i> Метод Ньютона–Канторовича расчета неединственных равновесий механической системы, растягивающей куб из разупрочняющегося материала при задании сил и перемещений.....	76
<i>Астанин А.В., Гойко В.Л.</i> Применение облачных вычислений для решения задачи взаимодействия ударной волны с взрывозащитными сооружениями.....	80
<i>Губанов С.М., Крайнов Д.А.</i> Численное моделирование кондиционирования производственного помещения.....	82
<i>Дьякова О.А., Борзенко Е.И.</i> Течение вязкой жидкости в изогнутом канале при неизотермических условиях .....	86
<i>Евсеев Н.С., Садретдинов Ш.Р., Шваб А.В.</i> Математическое моделирование турбулентного течения в вихревой камере.....	89
<i>Евтушенко Е.П.</i> Моделирование посадки кровли при ведении выемочных работ в шахте .....	92

<i>Еремин М.О.</i> Изучение нелинейных свойств динамических систем на примере расчета НДС композита .....	95
<i>Жильцов К.Н., Горельский В.А.</i> Применение метода конечных элементов для исследования самовоспламенения торфа в осесимметричной постановке .....	97
<i>Димитриенко Ю.И., Захаров А.А., Коряков М.Н., Сыздыков Е.К., Жаворонков А.В.</i> Проблемы моделирования совместных аэрогазодинамических процессов обтекания и внутреннего теплопереноса в конструкциях оболочек перспективных гиперзвуковых летательных аппаратов .....	100
<i>Исайченко А.Б.</i> Расчет котельной установки для подогрева водяного пара .....	103
<i>Калашикова А.А., Буякин А.В.</i> Моделирование вертикального трубопровода для транспортировки газогидратной эмульсии из морских глубин .....	107
<i>Кияшко А.В.</i> О задаче термоупругого деформирования пространственных конструкций .....	109
<i>Коледин В.В.</i> К линейной теории развития неустойчивости парагазового пузырька .....	112
<i>Кулишов А.А., Солоненко В.А.</i> Компьютерное моделирование рамки прибора при механическом воздействии .....	115
<i>Масалимов Д.Р., Борзенко Е.И.</i> Использование метода VOF для расчета процесса заполнения плоского канала .....	117
<i>Некрасова В.С., Козулин А.А., Сухоярский М.А., Скрипняк Н.В.</i> Численное решение задачи определения деформации и разрушения легких листовых сплавов при динамических испытаниях .....	119
<i>Орлов С.С.</i> Интегриродифференциальное уравнение продольных колебаний вязкоупругого стержня: разрешимость начально-краевых задач и их точные решения .....	123
<i>Рогожников Е.Г.</i> Исследование деформированного состояния ледяного покрова в условиях мелководья при движении двух нагрузок .....	126
<i>Рогозинский М.И.</i> О к-вполне транзитивности некоторых классов вполне разложимых абелевых групп без кручения .....	128
<i>Сенатова О.А., Люкин Б.А., Бочкарева С.А.</i> Постановка и численная реализация тестовой задачи для задачи определения напряженно-деформированного состояния структурно-неоднородных материалов .....	130
<i>Советова Ю.В., Сидоренко Ю.Н.</i> Перколяционный подход к оценке прочности композита .....	133
<i>Тазетдинов Б.И.</i> Математическое моделирование процесса разложения метастабильного газогидрата в диффузионном режиме .....	135
<i>Терновых Е.Ю.</i> Конформное отображение прямолинейной полосы на криволинейную полосу с заданными границами .....	138
<i>Сергеева А.М., Ткачева А.В.</i> Исследование напряженно-деформированного состояния ледяного покрова, находящегося под воздействием ледокольной приставки в виде катамарана .....	140
<i>Худобина Ю.П.</i> Источник, движущийся в стратифицированной жидкости .....	143
<i>Шагеева Ф.И.</i> Движение водяного пара в трубчатом канале, сопровождаемое его конденсацией .....	146
<i>Штейнбрехер О.А., Бурнышева Т.В.</i> Возможности пакета программ математического моделирования задач механики неоднородных конструкций .....	149
<i>Юмагулова Ю.А.</i> Нагревание жидкости в замкнутом объеме, сопровождаемое вскипанием вблизи границы .....	151

## С Е К Ц И Я 3

ИССЛЕДОВАНИЯ НОВЫХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
В ПРИЛОЖЕНИЯХ МЕХАНИКИ СПЛОШНЫХ СРЕД

<i>Асташова Т.А., Козлова А.В.</i> Структура керамик из оксидных порошковых систем .....	155
<i>Булышко Д.Ю., Грабовецкая Г.П.</i> Влияние легирования водородом на локализацию деформации субмикроструктурного сплава Ti-6Al-4V .....	157
<i>Бурлаченко А.Г., Козлова А.В.</i> Структура керамики из бифракционных порошковых систем .....	160
<i>Воробьев А.С.</i> Возможность регулировки степени очистки жидкости от частиц мелкой фракции .....	163
<i>Воронин С.В., Юшин В.Д., Бунова Г.З., Малинин М.И.</i> Учет реальной структуры сплава АД1М при компьютерном моделировании процесса вытяжки полой цилиндрической детали .....	167
<i>Галсанов С.В., Потеев А.И., Хохлов В.А.</i> Модель с шаровым ядром для анализа пластически деформированных зон .....	169
<i>Галсанов С.В., Потеев А.И., Хохлов В.А.</i> Структура поверхностных слоев, сформированная глубокими неоднородными пластическими деформациями никелида титана .....	173
<i>Дубинова А.Д., Смолин И.Ю.</i> Численный анализ изменения напряженно-деформированного состояния при продвижении горной выработки перед обрушением основной кровли .....	176
<i>Зиновьева О.С., Зиновьев А.В.</i> Моделирование деформации поликристаллических стальных образцов с учетом трехмерной внутренней структуры .....	179
<i>Исайченко А.Б.</i> Расчетно-теоретическое определение параметров опытно-экспериментальной установки брикетирования бурого угля без связующего .....	182

<i>Коробенков М.В., Козулин А.А., Скрипняк В.А., Жармухамбетова А.М.</i> Исследование деформационных эффектов в наноструктурных композиционных и керамических материалах при испытании на трехточечный изгиб .....	186
<i>Дедова Е.С., Косарев П.В., Попова Т.А.</i> Синтез и структура вольфрамата циркония $ZrW_2O_8$ с аномальным тепловым расширением .....	189
<i>Марицкий Н.Н., Азин А.В., Пономарев С.А., Пономарев С.В.</i> Разработка метода прогнозирования разрушения материалов для радиоэлектроники .....	191
<i>Миколайчук М.А., Князева А.Г.</i> Диффузия в поликристаллическом теле под нагрузкой .....	194
<i>Надежкин М.В., Мальцев А.Д., Баранникова С.А.</i> Исследование локализации пластической деформации ОЦК сплавов .....	197
<i>Пасенова А.Д., Попова Н.А., Калашиников М.П., Никоненко Е.Л., Конева Н.А.</i> Влияние температуры деформации на зеренную структуру и фазовый состав сплава $Ni_3Al$ , легированного бором и гафнием .....	200
<i>Рудаков И.В., Смолин И.Ю., Дядьков П.Г.</i> Моделирование напряженно-деформированного состояния элементов земной коры Алтае-Саянской складчатой области .....	202
<i>Русинов А.А., Чиглицева А.С.</i> Математическое описание образования гидрата при течении многофазного потока в вертикальном канале .....	205
<i>Сенатова О.А., Люшкин Б.А., Бочкарева С.А.</i> Определение напряженно-деформированного состояния структурно-неоднородных материалов .....	208
<i>Скоренцев А.Л., Русин Н.М.</i> Механизм упрочнения сплава Al-20Sn при РКУП .....	211
<i>Слесарева Е.Ю., Гуськов А.В., Милевский К.Е.</i> Анализ конструкций медного и стального ведущих поясков по деформированному состоянию в процессе врезания .....	214
<i>Фадеев В.В.</i> Двойственная морфология циркониевой керамики при эвтектидном распаде .....	217
<i>Чиглицева А.С., Кунсбаева Г.А.</i> Течение многофазного потока в вертикальном канале, сопровождающегося разложением гидрата .....	219
<i>Шадрин В.С.</i> Изучение режима первичной кристаллизации порошков $ZrO_2-Y_2O_3$ методом горячей рентгеновской дифрактометрии .....	222
<i>Надежкин М.В., Шулаева И.В., Баранникова С.А.</i> Исследование локализации пластической деформации при электролитическом наводороживании титанового сплава .....	225

## С Е К Ц И Я 4

## БАЛЛИСТИКА И НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА

<i>Костюшин К.В., Ворожейкина Д.А.</i> Разработка газодинамического калькулятора для расчета параметров сопел Лавала .....	228
<i>Дьячковский А.С., Чупашев А.В.</i> Использование высокоскоростной камеры CORDIN 530 для визуализации баллистических экспериментов .....	230
<i>Зоркин В.А., Сафронов А.И., Чиркунова Н.В.</i> Изучение баллистических возможностей лабораторной установки с присоединенными камерами подгона .....	233
<i>Кветинская А.В.</i> Аэродинамические характеристики цилиндрических тел в зависимости от числа Рейнольдса, числа Маха и удлинения корпуса при угле атаки, не равном нулю .....	235
<i>Киреева А.А., Синяев С.В.</i> Математическая модель работы электромагнитного датчика скорости быстролетящих тел .....	237
<i>Кожамуратов Х.К.</i> Взаимовлияние составляющих вращений тела в сферическом движении .....	241
<i>Савкина Н.В., Биматов В.И.</i> Сходимость алгоритма прямого поиска в задачах траекторной баллистики .....	244
<i>Дьячковский А.С., Фарапонов В.В., Чупашев А.В.</i> Особенности эксплуатации измерительной аппаратуры баллистической трассы на околосветовых скоростях .....	247
<i>Александрова А.Г.</i> Особенности орбитальной динамики совокупности неуправляемых объектов геостационарной зоны .....	250
<i>Амосов М.С.</i> Моделирование опасных тесных сближений АСЗ на основе теории резонансного возврата .....	253
<i>Батурин А.П., Антонов Д.Б.</i> Использование радарных наблюдений при улучшении орбит астероидов .....	257
<i>Белей Д.А., Галушина Т.Ю.</i> Прикладная программная система для визуализации вероятностной орбитальной эволюции астероидов .....	261
<i>Борокинонова О.Н., Сюсина О.М.</i> Анализ способов оценивания нелинейности в задачах построения областей возможных движений малых тел Солнечной системы .....	264
<i>Вотчель И.А., Батурин А.П.</i> Влияние разрывов производных координат Солнца и Луны на точность прогнозируемого движения ИСЗ .....	267
<i>Каратаев Е.В.</i> Моделирование задачи определения орбиты низколетящего ИСЗ по измерениям системы ГЛОНАСС .....	272
<i>Кузнецова Е.В.</i> Развитие и исследование алгоритмов решения задач локальной геодинамики с использованием GPS/ГЛОНАСС-станций .....	276

<i>Медведев И.В., Баныщикова М.А.</i> Разработка интерфейса к численной модели астероидного движения .....	280
<i>Самбаров Г.Е., Сюсина О.М.</i> Влияние систематических ошибок на точность построения областей возможных движений малых тел Солнечной системы .....	283
<i>Скрипниченко П.В., Галушина Т.Ю., Кайзер Г.Т.</i> Исследование точности позиционных наблюдений и численных моделей движения астероидов .....	286
<i>Томилова И.В., Чувашов И.Н.</i> Вековые резонансы как источник хаотичности в долговременной орбитальной эволюции неуправляемых объектов СРНС в области МЕО .....	291
<i>Цыремтилова Н.С., Баныщикова М.А.</i> Эффективность итерационных методов при численном определении орбиты КА по ГЛОНАСС-измерениям .....	294

## С Е К Ц И Я 5

## МАТЕМАТИКА, МЕХАНИКА И ИНФОРМАТИКА ДЛЯ МОЛОДЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ И УЧАЩИХСЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛ И ЛИЦЕЕВ

<i>Казанцева А.И., Андреюк С.М., Фильков А.И.</i> Определение термокинетических постоянных процесса пиролиза различных видов торфа .....	297
<i>Берестова Е.В., Берестова С.А.</i> Особенность поведения вращающихся тел .....	298
<i>Бодров А.С., Сухоярский М.А., Козулин А.А., Скрипняк Н.В.</i> Отработка режимов равноканального углового прессования призматических образцов из легких конструкционных сплавов .....	301
<i>Браславская О.Б., Гендрина И.Ю.</i> Приближенные методы решения интегродифференциального уравнения переноса .....	305
<i>Ли Ю.В., Скрипняк Е.Г., Скрипняк В.В., Козулин А.А., Кульков С.С.</i> Определение трещиностойкости конструкционной керамики с помощью микротвердомера Виккерса .....	308
<i>Попов А.С., Сидоренко Ю.Н.</i> Разработка модуля препроцессора на базе GiD .....	311
<i>Попцова Е.В., Фильков А.И.</i> Особенности торфяной пожарной опасности .....	314
<i>Степанов К.А.</i> Преимущества генетических алгоритмов для оптимизации траектории вхождения в атмосферу .....	316
<i>Синяев С.В., Толтаева И.С.</i> Расчеты индукционного нагрева полых цилиндрических проводников в магнитном поле соленоида .....	318
<i>Химич М.А., Ковалевская Ж.Г.</i> Изучение взаимодействия серпентина с железом при формировании защитного металлокерамического покрытия .....	322
<i>Чащин В.О.</i> Метод получения циркониевых наностержней .....	324
<i>Фильков А.И., Гладкий Д.А.</i> Низкотемпературная сушка торфа в естественных условиях .....	326
<i>Глазырин В.П., Орлов М.Ю., Орлова Ю.Н.</i> Компьютерное моделирование процесса внедрения крупно-габаритного ударника в ледово-водные среды .....	329
НАШИ АВТОРЫ .....	335

Научное издание

Труды Томского государственного университета

Т. 282

Серия физико-математическая:

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
СОВРЕМЕННОЙ МЕХАНИКИ  
СПЛОШНЫХ СРЕД И НЕБЕСНОЙ МЕХАНИКИ

Материалы II Всероссийской Молодёжной научной конференции,  
посвященной 50-летию физико-технического факультета  
Томского государственного университета  
(11–13 апреля 2012 г.)

Редактор *В.Г. Лихачева*  
Компьютерная верстка *Г.П. Орлова*

---

Подготовано в печать 09.10.2012 г. Формат 70x108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Печ. л. 21,1; усл. печ. л. 29,6; уч.-изд. л. 29,1.  
Тираж 100. Заказ

---

ООО «Издательство ТГУ», 634029, г. Томск, ул. Никитина, 4  
ООО «Интегральный переплет», 634040, г. Томск, ул. Высоцкого, 28, стр. 1