

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ИНСТИТУТ ГИДРОДИНАМИКИ  
ИМ. М. А. ЛАВРЕНТЬЕВА

IX МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**ЛАВРЕНТЬЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ  
ПО МАТЕМАТИКЕ,  
МЕХАНИКЕ И ФИЗИКЕ**

*посвященная 120-летию академика М. А. Лаврентьева*

7 – 11 сентября 2020 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Новосибирск  
2020

Программный комитет:

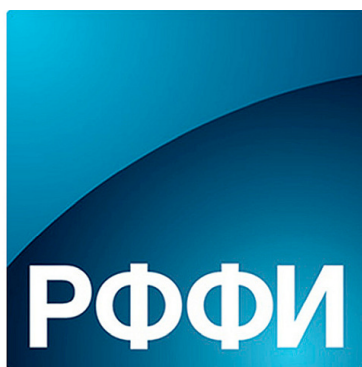
Академик В. М. Титов, председатель  
Академик Б. Д. Аннин, заместитель председателя  
Чл.-корр. РАН П. И. Плотников, заместитель председателя  
Чл.-корр. РАН В. В. Пухначев, заместитель председателя  
К.ф.-м.н. А. О. Кашкаров, ученый секретарь

Д.ф.-м.н. Г. В. Алексеев (Владивосток)  
Академик С. В. Алексеенко (Новосибирск)  
Д.ф.-м.н. В. К. Андреев (Красноярск)  
Д.ф.-м.н. С. Н. Антонцев (Новосибирск, Лиссабон)  
Чл.-корр. РАН А. И. Аптекарев (Москва)  
Чл.-корр. РАН А. В. Бойко (Новосибирск)  
Д.ф.-м.н. А. А. Васильев (Новосибирск)  
Чл.-корр. РАН А. М. Гайфуллин (Москва)  
Академик С. К. Годунов (Новосибирск)  
Академик И. Г. Горячева (Москва)  
Чл.-корр. РАН С. К. Гулев (Москва)  
Академик Г. И. Долгих (Владивосток)  
Д.ф.-м.н. Е. В. Ерманюк (Новосибирск)  
Д.ф.-м.н. А. П. Ершов (Новосибирск)  
Чл.-корр. РАН М. А. Ильгамов (Уфа)  
Чл.-корр. РАН Г. И. Канель (Москва)  
Д.ф.-м.н. В. К. Кедринский (Новосибирск)  
Академик Д. М. Климов (Москва)  
Д.ф.-м.н. С. Н. Коробейников (Новосибирск)  
Чл.-корр. РАН С. К. Коновалов (Севастополь)  
Академик А. Г. Куликовский (Москва)  
Академик В. А. Левин (Москва)  
Чл.-корр. РАН И. И. Липатов (Жуковский)  
Д.ф.-м.н. В. Ю. Ляпидевский (Новосибирск)  
Д.ф.-м.н. Н. И. Макаренко (Новосибирск)  
Академик Д. М. Маркович (Новосибирск)  
Д.ф.-м.н. И. В. Марчук (Новосибирск)  
Академик В. П. Матвеев (Пермь)  
Д.т.н. А. Л. Михайлов (Саров)  
Академик Н. Ф. Морозов (Санкт-Петербург)  
Академик В. Н. Пармон (Новосибирск)  
Д.т.н. Д. В. Петров (Снежинск)  
Чл.-корр. РАН И. Б. Петров (Долгопрудный)  
Чл.-корр. РАН Ю. В. Петров (Санкт-Петербург)  
К.ф.-м.н. Э. Р. Прууэл (Новосибирск)  
Академик Ю. Г. Решетняк (Новосибирск)  
Д.ф.-м.н. В. М. Садовский (Красноярск)  
Чл.-корр. РАН С. В. Сысолятин (Бийск)  
Академик Д. В. Трещев (Москва)  
Академик М. П. Федорук (Новосибирск)  
Академик В. М. Фомин (Новосибирск)  
Д.ф.-м.н. А. М. Хлуднев (Новосибирск)  
Академик Ф. Л. Черноусько (Москва)  
Д.ф.-м.н. А. П. Чупахин (Новосибирск)  
Чл.-корр. РАН А. А. Шананин (Долгопрудный)

Д.т.н. Г. А. Швецов (Новосибирск)  
Д.ф.-м.н. В. В. Шелухин (Новосибирск)  
Д.ф.-м.н. Е. Н. Шер (Новосибирск)  
Д.ф.-м.н. С. Е. Якуш (Москва)

IX Международная конференция  
посвященная 120-летию со дня рождения академика Михаила Алексеевича Лаврентьева

Мероприятие проведено(проводится) при финансовой поддержке РФФИ, проект 20-01-22014.  
Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»  
Математического центра в Академгородке номер договора № 075-15-2019-1675 с Минобрнауки  
Акционерного общества «Технопарк Новосибирского Академгородка»  
Федерального государственного бюджетного учреждения «Сибирское отделение Российской  
академии наук»  
Российского национального комитета по теоретической и прикладной механике



МАТЕМАТИЧЕСКИЙ   
ЦЕНТР В АКАДЕМГОРОДКЕ

**N** \* Новосибирский  
государственный  
университет  
\*НАСТОЯЩАЯ НАУКА

ЕРШОВ А. П., КАШКАРОВ А. О., ПРУУЭЛ Э. Р., РУБЦОВ И. А., САТОНКИНА Н. П. <i>Детонация ультрадисперсных взрывчатых веществ . . . . .</i>	140
БАЛАГАНСКИЙ И. А., БАТРАЕВ И. С., УЛЬЯНИЦКИЙ В. Ю., ПЛАСТИНИН А. В., ШТЕРЦЕР А. А. <i>Анализ полей течений материалов при взрывном обжатии двухслойных металл/керамика трубок . . . . .</i>	141
ПОПОВ Ю. В., БЕЛОВ Г. В., МАРКОВ В. А., ПУСЕВ В. И., СЕЛИВАНОВ В. В., ФРО- ЛОВ В. В. <i>Нагрузки, действующие на жёсткую стенку, при ударе высокопо- ристого цилиндра . . . . .</i>	142
МАРТЮШОВ С. Н. <i>Численное моделирование течений водородо-воздушных газовых смесей . . . . .</i>	143
ЗУДОВ В. Н., ШМАГУНОВ О. А. <i>Нестационарное воспламенение водородной струи в нагретом спутном воздушном потоке . . . . .</i>	144
КРАЙНОВ А. Ю., ПОРЯЗОВ В. А., КРАЙНОВ Д. А. <i>Моделирование нестационарного горения металлизированного твердого топлива при гармоническом изменении давления . . . . .</i>	145
МАЗЕПА Е. Е., КУСАИНОВ П. И., ЛУКАШОВ О. Ю., КРАЙНОВ А. Ю. <i>Числен- ное моделирование взаимодействия ударных волн аварийного взрыва метана в шахте с водяными заслонами . . . . .</i>	146
МАЗЕПА Е. Е., КУСАИНОВ П. И., ЛУКАШОВ О. Ю., КРАЙНОВ А. Ю. <i>Метод чис- ленного решения задачи о распространении ударных волн в разветвленной се- ти выработок угольной шахты . . . . .</i>	147
МОИСЕЕВА К. М., КРАЙНОВ А. Ю. <i>Искровое зажигание смеси порошков алюминия и бор . . . . .</i>	148
ПАЛЫМСКИЙ И. Б., ПАЛЫМСКИЙ В. И., ФОМИН П. А. <i>Об управлении интенсифи- кцией конвективных процессов в химически реагирующем равновесном газе добавлением химически инертных микрочастиц . . . . .</i>	149
ГАЛИЕВ Ф. Ф., КАЛЬМАНОВ А. В., КОШАТОВА Е. В., КРЮЧКОВ Д. В., ПУШ- КОВ В. А., СКОКОВ В. И., ЮРЛОВ А. В. <i>Результаты исследования динами- ческого сжатия бериллия методом составного стержня Гопкинсона . . . . .</i>	150
ПАЛЫМСКИЙ И. Б., ПАЛЫМСКИЙ В. И. <i>О моделировании тепловой конвекции на основе уравнений газовой динамики . . . . .</i>	151
ТУПИКИН А. В., ТРЕТЬЯКОВ П. К. <i>Интенсификация рабочего процесса в высоко- скоростной прямоточной камере сгорания на жидком углеводородном топливе</i>	152
ОРЛОВ С. А., МАТВЕЕВ К. А., РАСТОРГУЕВ Г. И. <i>Построение имитационных мо- делей для анализа космических аппаратов на ударные воздействия высокой интенсивности . . . . .</i>	153
МИКУЛЯНЕЦ Е. И., ПЛАСТИНИН А. В., ЮНОШЕВ А. С. <i>Скорость детонации алю- минизированных эмульсионных взрывчатых веществ . . . . .</i>	154
СЫЧЕВ А. И. <i>Детонация в пузырьковых средах: эффект начального давления . . . . .</i>	155
ЗЛОБИН Б. С., ШТЕРЦЕР А. А., КИСЕЛЕВ В. В. <i>Факторы, влияющие на процесс волнообразования при сварке взрывом . . . . .</i>	156
ВОРОНИН М. С., ПЛАСТИНИН А. В., ХАЛЕМЕНЧУК В. П., ЮНОШЕВ А. С. <i>Иници- ирование ЭМВВ ударом пластинки . . . . .</i>	157
МЕЩЕРЯКОВ Ю. П., ЗЛОБИН Б. С., ЕРМИЛОВ Н. П., ШТЕРЦЕР А. А. <i>Усовершен- ствование конструкций и численные расчеты взрывных камер . . . . .</i>	158
SHTERTSER A. A., ULIANITSKYV V. YU., BATRAEV I. S., RYBIN D. K., LUKYANOV YA. L. <i>Metal-carbon composites made by detonation spraying . . . . .</i>	159
ЧУМАКОВ Ю. А. <i>Режимы распространение волн горения в реакционной смеси реа- гентов при высокотемпературном синтезе композиционных материалов . . . . .</i>	160

# МЕТОД ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О РАСПРОСТРАНЕНИИ УДАРНЫХ ВОЛН В РАЗВЕТВЛЕННОЙ СЕТИ ВЫРАБОТОК УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ

*Е. Е. Мазепа, П. И. Кусаинов, О. Ю. Лукашев, А. Ю. Крайнов*

*Томский государственный университет, Томск*

В соответствии с «Правилами безопасности в угольных шахтах...» [1] угольные шахты являются опасными производственными объектами. В [2] перечислены виды аварий, характерных для шахт, из которых взрывы метана и угольной пыли являются наиболее тяжелыми. Опасными факторами взрыва являются избыточное давление, высокая температура, высокая концентрация токсичных продуктов взрыва и высокая скорость воздушных потоков, увлекающая за собой тяжелые предметы. Вследствие этих факторов взрывы часто приводят к человеческим жертвам и почти всегда к многомиллионным убыткам.

Практическое определение границ зон поражения по разным факторам осуществляется с помощью специальных отраслевых методик. В России применяется методика [3], основанная на газодинамическом подходе, и реализованная в виде программного пакета с удобным пользовательским интерфейсом. Методика и программный пакет используется для составления планов ликвидации аварий (ПЛА), которые обновляются с периодичностью 1 месяц. Время расчета одного варианта, моделирующего распространение ударных волн от вероятного взрыва метана в какой-либо области угольной шахты, не всегда удовлетворяет службы, составляющие ПЛА. С появлением многоядерных и многопроцессорных компьютеров появилась возможность уменьшить время расчета одного варианта, используя параллельные алгоритмы.

Разработан подход к реализации метода решения задач о распространении ВУВ в разветвленной сети горных выработок с учетом произвольных углов их сопряжения. Подход базируется на использовании метода С.К. Годунова и выделении элементов алгоритма «ячейка», «грань» и «граница». Каждый из указанных элементов алгоритма отвечает за этап вычислений: «граница» – за решение задачи о распаде произвольного разрыва в параметрах газа, «грань» – за определение нормальных и касательных к «границе» компонентов векторов скоростей в ячейках, «ячейка» – за численное решение уравнений, составляющих математическую модель распространения ударных волн. Метод реализован в виде программы ЭВМ с распараллеливанием по ядрам процессора. Приведены примеры решения задачи о распространении ударных волн от взрыва метана в модельных сетях выработок угольной шахты.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки в рамках ГЗ № 0721-2020-0036.

## Список литературы

1. *Правила безопасности в угольных шахтах (ПБ 05-618-03)*. М.: Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2003.
2. *Устав военизированной горноспасательной части (ВГСЧ) по организации и ведению горноспасательных работ на предприятиях угольной и сланцевой промышленности*. М., 1997.
3. *О введении в действие Методики газодинамического расчета параметров воздушных ударных волн при взрывах газа и пыли: 27 апреля 2004 г.* 2004.

---

Выход в свет 02.09.2020  
Усл. печ. л. 32.2

Формат 60×84 1/8.  
Уч.-изд. л. 29.8.                      Тираж 200 экз.

Офсетная печать.  
Заказ № 277.

---

Лицензия ПД N 12-0143 от 22.10.2001  
Отпечатано на полиграфическом участке  
Института гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН,  
630090, Новосибирск, проспект акад. Лаврентьева, 15.