

#### Учредители

- Институт машиноведения им. А.А. Благонравова  
Российской академии наук
- Московский государственный индустриальный университет

#### Издатель

Московский государственный индустриальный университет

Журнал зарегистрирован 30 декабря 2004 г. Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия  
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-19294

## МАШИНОСТРОЕНИЕ И ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

№ 3`2008

Выходит 4 раза в год

ISSN 1815-1051

### В номере

#### РЕДКОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

#### И.О. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Скопинский В.Н., д.т.н., проф. (МГИУ)

#### Заместители главного редактора

Баранов Ю.В., д.т.н., проф. (ИМАШ РАН)

Овчинников В.В., д.т.н., проф. (ФГУП «РСК МИГ»)

#### Члены редколлегии

Алешин Н.П., академик РАН, д.т.н., проф. (Москва)

Асташев В.К., д.т.н., проф. (Москва)

Беляков Г.П., д.э.н., проф. (Красноярск)

Бобровницкий Ю.И., д.ф.-м.н., проф. (Москва)

Вайсберг Л.А., д.т.н., проф. (Санкт-Петербург)

Горкунов Э.С., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Екатеринбург)

Григорян В.А., д.т.н., проф. (Москва)

Дроздов Ю.Н., д.т.н., проф. (Москва)

Индейцев Д.А., член-корр. РАН, д.ф.-м.н., проф. (Санкт-Петербург)

Колесников А.Г., д.т.н., проф. (Москва)

Кошелев О.С., д.т.н., проф. (Н. Новгород)

Лунев А.Н., д.т.н., проф. (Казань)

Махутов Н.А., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)

Пановко Г.Я., д.т.н., проф. (Москва)

Перминов М.Д., д.т.н., проф. (Москва)

Петров А.П., д.т.н., проф. (Москва)

Полилов А.Н., д.т.н., проф. (Москва)

Поникиров С.И., д.т.н., проф. (Казань)

Приходько В.М., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)

Резчиков А.Ф., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Саратов)

Рототаев Д.А., д.т.н., проф., акад. РАН (Москва)

Теряев Е.Д., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)

Федоров М.П., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Санкт-Петербург)

Хохлов Н.Г., д.п.н., проф. (Москва)

Чаплыгин Ю.А., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)

Шляпин А.Д., д.т.н., проф. (Москва)

Штриков Б.Л., д.т.н., проф. (Самара)

#### ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

К 70-летию Института машиноведения

им. А.А. Благонравова Российской академии наук

Махутов Н.А., Гаденин М.М., Москвичев В.В.

Междисциплинарные исследования конструкционной прочности и техногенной безопасности ..... 2

#### АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА

Ластовири В.Н.

Принципы управления формой проплава в технологическом процессе электронно-лучевой сварки ..... 12

Шириков Л.А.

Синтез компактов чувствительности для автоматизации параметрического проектирования линейных систем регулирования ..... 22

Петухов С.В.

Адаптивные стереотелевизионные системы технического зрения мобильных роботов ..... 30

Семенов Е.И.

Применение программного комплекса PAM-STAMP для автоматизации проектирования процессов листовой штамповки ..... 42

#### АНАЛИЗ И СИНТЕЗ МАШИН

Хафизов Ф.Ш., Афанасенко В.Г., Боев Е.В.

Разработка конструкции устройства для диспергирования жидкости и методики расчета его основных параметров ..... 48

Мылов А.А., Шавыкин Ю.А.

Комплектование прецизионных пар топливной аппаратуры дизеля ..... 55

#### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАШИН И СИСТЕМ

Муницын А.И.

Пространственные изгибные колебания стержня, вращающегося вокруг своей оси ..... 64

Иванов Ю.С.

Алгоритмы расчета сил взаимодействия элементов упругих систем с односторонними связями ..... 68

#### ВНИМАНИЮ ПОДПИСЧИКОВ!

#### Подписка на журнал

«Машиностроение и инженерное образование»  
проводится в издательстве МГИУ

Тел.: (495) 674-62-50.

E-mail: mio@msiu.ru

Подписной индекс Роспечати 36942

#### Уважаемые читатели!

*Журнал «Машиностроение и инженерное образование» входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степени доктора или кандидата наук.*

УДК 621.81:539.4

# МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИОННОЙ ПРОЧНОСТИ И ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Н.А. Махутов, М.М. Гаденин, В.В. Москвичев



**МАХУТОВ**  
**Николай**  
**Андреевич**

Член-корреспондент Российской академии наук, профессор, доктор технических наук. Заместитель Председателя Рабочей группы при Президенте РАН по анализу риска и проблем безопасности. Заведующий отделом прочности, живучести и безопасности машин и конструкций Института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН. Специалист в области механики деформирования и разрушения, малоциклового и многоциклового усталости, проблем техногенной безопасности и рисков чрезвычайных ситуаций. Председатель Межгосударственного научного совета по чрезвычайным ситуациям стран СНГ. Автор более 700 научных трудов и изобретений, в том числе более 80 монографий.



**ГАДЕНИН**  
**Михаил**  
**Матвеевич**

Кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН. Специалист в области механики циклического упругопластического деформирования и разрушения, экспериментальных исследований механических свойств конструкционных материалов, техногенной безопасности и рисков. Автор более 250 научных трудов, в том числе 25 монографий.



**МОСКВИЧЕВ**  
**Владимир**  
**Викторович**

Доктор технических наук, профессор, заместитель председателя Президиума Красноярского научно-го центра Сибирского отделения РАН, заведующий отделом машиноведения Института вычислительного моделирования СО РАН, заведующий кафедрой «Диагностика и безопасность технических систем» Сибирского федерального университета. Специалист в области механики деформирования и разрушения материалов, конструкционной прочности, надежности и безопасности технических систем. Автор 310 работ, в том числе 14 монографий.

## Введение

Становление и развитие различных отраслей машиностроения, а также отечественной науки о машинах в Советском союзе и России тесно связано с историей Института машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, 70-летие которого отмечается научно-технической общественностью в ноябре 2008 г. Одно из основных направлений научных исследований института связано с решением проблем прочности, живучести, ресурса

© Н.А. Махутов, М.М. Гаденин, В.В. Москвичев, 2008

и безопасности машин, конструкций и сложных технических систем. Результаты этих исследований широко используются в учебном процессе, в подготовке аспирантов и докторантов, освещаются в научной литературе, в том числе в издающемся Московским государственным индустриальным университетом научно-техническом журнале «Машиностроение и инженерное образование». Это направление научно-исследовательских работ и их публикация в свое время было поддержано академиком К.В. Фроловым.

Вопросы динамики и прочности машин стали одними из основных с момента организации в 1938 г. Института машиноведения в составе Отделения технических наук АН СССР, которым руководил академик-секретарь ОТН и одновременно директор ИМАШ академик Е.А. Чудаков [1]. В дальнейшем во второй половине XX в. под руководством академика А.А. Благонравова [2] в Институте уделяли большое внимание таким важным проблемам, как долговечность и надежность машин и конструкций. К началу XXI в. особенно актуальны стали проблемы живучести и безопасности всех основных объектов техносферы гражданского и оборонного назначения. Эти три группы научных и прикладных задач, решавшихся в Институте под руководством его директора академика К.В. Фролова [3] в составе Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН, были сосредоточены в первый период в отдельных лабораториях и комплексах лабораторий, а с 1978 г. – в Отделе прочности, живучести и безопасности машин и конструкций.

### **1. Постановка проблем и развитие исследований прочности и безопасности**

В постановках и решении проблем прочности, ресурса и безопасности в ИМАШ большую роль сыграли академики К.Ф. Фролов, С.В. Серенсен, Ю.Н. Работнов, В.В. Болотин, члены-корреспонденты И.А. Одинг, Н.Н. Давиденков, А.П. Гусенков, профессора Н.И. Пригоровский, Ф.М. Дименберг, В.П. Когаев, Р.М. Шнейдерович, Г.В. Ужик, М.Г. Лозинский, А.И. Тананов, Г.Х. Хуршудов, А.К. Прейсс.

Институт машиноведения и Отдел прочности, живучести и безопасности машин и конструкций на протяжении своей научной деятельности взаимодействовали с ведущими научными и конструкторскими организациями таких отраслей промышленности, как авиация, ракетно-космическая техника, атомная и тепловая энергетика, транспорт, нефте-газохимия, металлургия, промышленное и гражданское строительство, станкостроение, горнодобывающая техника.

Выполненные фундаментальные и прикладные исследования и разработки позволили сформировать и развить научные основы конструкционной прочности и техногенной безопасности. Основы конструкционной прочности были заложены С.В. Серенсеном в 1930–1970 гг. и нашли свое отражение в его обобщающих публикациях [4] и многочисленных публикациях его учеников. Проблемы техногенной безопасности стали систематически разрабатываться в России, и в частности в ИМАШ РАН, два последних десятилетия, начиная с организации выполнения государственной научно-технической программы «Безопасность», научными руководителями которой в 1991–2004 гг. были К.В. Фролов и Н.А. Махутов. Результаты этих разработок отражены в многотомных изданиях серий «Безопасность России» [5] и «Прочность. Механика разрушения. Ресурс. Безопасность технических систем» [6], включая двухтомную монографию Н.А. Махутова [7].

Многовековое развитие техносферы является материальной основой жизнедеятельности. Возведение строительных конструкций (зданий, сооружений, мостов, промышленных и оборонных объектов), создание все более совершенных транспортных систем (надводный, железнодорожный, автомобильный, воздушный, подводный и космический транспорт), ввод в эксплуатацию все более мощных энергетических установок (паровые котлы, двигатели внутреннего сгорания, гидротурбины, газовые турбины, атомные и термоядерные реакторы) к началу XXI в. привело к постановке и решению комплекса сложнейших фундамен-