

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

№ 2`2005

Выходит 4 раза в год

ISSN 1815-1051

В номере

РЕДКОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА**Главный редактор**

Фролов К.В., академик РАН,
директор Института машиноведения им. А.А. Благонравова
Российской академии наук (ИМАШ РАН)

Заместители главного редактора

Скопинский В.Н. (отв. редактор), д.т.н., проф. (МГИУ)
Баранов Ю.В., д.т.н., проф. (ИМАШ РАН)
Овчинников В.В., д.т.н., проф. (ФГУП «РСК МИГ»)

Члены редколлегии

Алешин Н.П., член-корр. 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., д.т.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)
Поникаров 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. РАРАН (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

Рачков М.Ю.
Мобильные автономные системы
для автоматизации разминирования 2

МАШИНЫ И СИСТЕМЫ МАШИН

Умняшкин В.А., Филькин Н.М., Скуба Д.В.
Обоснование необходимости создания автомобиля
особо малого класса (квадрицикла) с гибридной
энергосиловой установкой 11

Шейпак А.А., Чекалов М.А.
Повышение эффективности привода
энергетических машин путем использования
систем утилизации энергии отработавших газов 19

ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Студенов Г.В., Мельник А.Д.
Особенности сварки и ремонта конструкций
из высокопрочных алюминиевых сплавов системы
легирования Al-Zn-Mg 25

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ МАШИН И СИСТЕМ**

Скопинский В.Н.
Пересекающиеся оболочки – конструктивные объекты
машиностроения 31

Горобцов А.С.
Формирование уравнений движения пространственной
механической системы, содержащей кинематические
цепи произвольной структуры 46

Киквидзе О.Г.
Неупругое деформирование материала
при термомеханическом нагружении твердых тел 55

ПРОБЛЕМЫ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Медведев В.Е.
Подготовка профессиональной элиты
в технических университетах 60

Ужва В.В.
Организация контроля качества
подготовки специалистов в МГИУ 71

ИСТОРИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Овчинников В.В.
Неизвестные летательные аппараты. Проект «Спираль» 76

ИНФОРМАЦИЯ

Отраслевой специализированный научный
семинар ИЦП МАЭ «Численные методы
и программное обеспечение расчетов на прочность» 81

ВНИМАНИЮ ПОДПИСЧИКОВ!

Подписка на журнал
«Машиностроение и инженерное образование»
проводится в издательстве МГИУ

Тел.: (095) 674-62-50.

E-mail: andreev@sde.ru

МОБИЛЬНЫЕ АВТОНОМНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАЗМИНИРОВАНИЯ

М.Ю. Рачков



РАЧКОВ
Михаил Юрьевич

Профессор, доктор технических наук, академик Российской академии космонавтики. Заведующий кафедрой «Автоматика, информатика и системы управления» Московского государственного индустриального университета, исполнительный директор Департамента «Образование» Международного центра обучающих систем ЮНЕСКО. Специалист в области автоматизации, робототехники и измерительных систем. Автор более 200 работ, в том числе 7 монографий. Книги по роботам вертикального перемещения и по автоматизации разминирования являются приоритетными.

Введение

По данным Международного центра по гуманитарному разминированию в настоящее время на территориях более чем 60 государств, когда-либо участвовавших в войнах или вооруженных конфликтах, остаются заложенными свыше 100 млн мин [1]. Их широкое применение обуславливается, наряду с военным аспектом, также и экономическими причинами (дешевизной мин по сравнению с затратами на разминирование). Так, цена одной противопехотной мины в среднем составляет от 3 до 15 долл. США, а стоимость ее обезвреживания после установки может достигать до 1000 долл. США [2]. В последние десятилетия производится по различным оценкам до 10 млн мин в год.

Заминированные территории, остающиеся после окончания военных действий, представляют собой источники экстремальной опасности. От мин страдают мирные жители: приблизительно 26 тыс. человек ежегодно погибают на минах или становятся калеками. Мины затрудняют оказание экстренной помощи, препятствуют земледелию и экономическому развитию стран. Более 22 млн человек, живущих в миноопасных регионах, затрагивает эта проблема, поэтому разминирование в современном мире представляет международную проблему чрезвычайной важности, особенно, обезвреживание противопехотных мин, являющихся объектами *гуманитарного разминирования*. (Дополнительным требованием при гуманитар-

ном разминировании является сохранение плодородного слоя почвы).

В настоящее время работы по разминированию проводятся чрезвычайно медленно. В Камбодже, например, порядка 6 млн мин были заложены в течение боевых действий, но только 12 км² минных полей в год могут быть освобождены от мин с использованием применяемых на сегодняшний день технологий [1]. При таких темпах потребуется около 100 лет, чтобы очистить от мин одну Камбоджу.

В 1997 г. 123 страны мира подписали в г. Оттаве (Канада) *Соглашение по запрещению использования, хранения, производства и передачи мин, уничтожающих живую силу*. В Соглашении содержится обращение к Организации Объединенных Наций, государствам и другим компетентным межправительственным или неправительственным организациям помочь в разработке национальных программ по разминированию. Такая национальная гуманитарная программа по разминированию, в частности, была принята в США в 2000 г.

Работа по разминированию, по своей природе, является достаточно опасной. К тому же она осложняется тем, что, несмотря на международные инструкции, минные поля почти никогда не наносятся на карту. Поскольку мины могут оставаться активными в течение, по крайней мере, 20 лет, эрозия земли и атмосферные осадки, особенно ливни, могут сделать даже существующие карты бесполезными. В некоторых случаях мины, заложенные по берегам рек, вымываются вниз по течению, а мины, заложенные в пустынях, легко перемещаются вместе с песками. Все это значительно усложняет процесс поиска мин и увеличивает их опасность для человека, вооруженного миноискателем, что не дает к тому же высокой эффективности такого разминирования. Применение мобильных автономных систем для автоматизации разминирования должно способствовать как решению проблемы безопасности, так и снижению затрат на разминирование.

Основными задачами мобильных автономных систем на основе робототехники являются

обнаружение всех мин сканированием территории их потенциального нахождения и обезвреживание мин. В работе мобильной системы, в общем случае, могут быть выделены следующие режимы: обнаружение мин, механическое разрушение мин на месте их обнаружения, разрушение мин после обнаружения, удаление мин и их разрушение в безопасном месте.

С технической точки зрения мобильные системы для разминирования можно подразделить на такие: по среде применения – на наземные, подводные и воздушные [3]; по виду шасси – на колесные, гусеничные, шагающие, винтовые и гибридные.

1. Колесные автономные системы

Примером колесной радиоуправляемой робототехнической системы может служить система, предназначенная для нейтрализации мин на территориях, сильно заросших растительностью (рис. 1) [4].



Рис. 1. Колесная радиоуправляемая робототехническая система

Производительность системы доходит до 800 м²/ч в зависимости от типа грунта и плотности растительности. Шасси системы имеет треугольный профиль, вершина которого направлена к поверхности перемещения, а стальная обшивка выполнена толщиной 8 мм. Такая конструкция шасси позволяет минимизировать повреждения от возможного взрыва мины. Ходовая часть выполнена на основе четырех гидростатических зубчатых колес, каждое из которых приводится в движение автономным дви-