Аннотация проекта, выполненного в рамках ФЦП Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг.

Государственный контракт № 14.740.11.0318 от «17» сентября 2010 г.
Тема: «Создание энергоэффективных шагающих движителей для наземных транспортных средств высокой проходимости»
Срок выполнения: 17.09.2010-31.05.2012.

1. Цель проекта

Разработка новых типов шагающих движителей и алгоритмов управления такими движителями, позволяющих повысить энергетическую эффективность шагающих машин по сравнению с существующими аналогами.

2. Характеристика выполненных работ по созданию продукции

2.1. На всех этапах работы выполнялись в полном соответствии с техническим заданием и календарным планом:

- проведен анализ научно-технической литературы, нормативно-технической документации и других материалов, по теме проекта;
- выбрано и обосновано принятое направление исследований и способов решения поставленных задач;
- сопоставлены ожидаемые показателей новой продукции после внедрения результатов НИР с существующими показателями изделий-аналогов;
- проведены патентные исследования по ГОСТ 15.011-96;
- разработаны методики расчёта и математические модели динамики управляемого движения новых типов движителей: циклового шагающего движителя с изменяемой геометрией, рычажно-ортогонального шагающего движителя;
- разработаны алгоритмы управления новыми типами движителей с учётом требования минимизации энергозатрат;
- проведены численные исследования динамики управляемого движения разрабатываемых движителей и сравнительный анализ энергоэффективности рассматриваемых типов движителей;
- разработано учебно-методическое пособие и внесены дополнения в программы существующих курсов;
- сформулированы технические решения нового типа энергоэффективного шагающего движителя;
- разработана эскизная документация на лабораторный образец шагающего движителя;
- изготовлен экспериментальный лабораторный образец шагающего движителя;
- разработана схема системы управления шагающим движителем;
- изготовлена система управления лабораторным образцом шагающего движителя;
- разработана методика экспериментальных исследований разработанного шагающего движителя;
- проведены стендовые экспериментальные исследования изготовленного лабораторного образца шагающего движителя;
- осуществлена обработка экспериментальных данных;

- разработано учебно-методическое пособие и учебный видеофильм для студентов, обучающихся по специальности «Наземные транспортные системы»;

- сопоставлены результаты экспериментов с результатами расчётов и математического моделирования;

- выполнена корректировка алгоритмов управления и разработанной эскизной документации на лабораторный образец шагающего движителя по результатам испытаний;

- проведены модификация и исследования лабораторного образца;

- выполнена корректировка документации и доработка системы управления движителем;

- проведены дополнительные исследования по разработке предложений по модернизации разработанного образца;

- дана оценка возможности создания конкурентоспособной продукции и разработаны рекомендации по использованию результатов проведенных НИР, включая предложения по коммерциализации;

- проведены технико-экономические оценки полученных результатов;

- разработана программа внедрения результатов НИР в образовательный процесс.

На завершающем этапе выполнено обобщение результатов предыдущих этапов работ. Дана оценка полноты решения задач и эффективности полученных результатов в сравнении с современным научно-техническим уровнем.

2.2. В результате выполнения исследования предложены схемы новых типов энергоэффективных шагающих движителей. Реализованы методики расчёта и математические модели рассматриваемых типов шагающих движителей. Сформулированы технические решения и требования к разрабатываемому лабораторному образцу шагающего движителя, выполнено эскизное проектирование и изготовлен лабораторный образец, спроектирована и изготовлена система управления. Разработаны теоретические вопросы проведения экспериментальных исследований, изготовленного на предыдущих этапах лабораторного образца шагающего движителя. Проведены стендовые испытания лабораторного образца шагающего движителя. Разработаны метод оценки результатов экспериментов, сопоставление результатов экспериментов с результатами расчётов, выполнена корректировка эскизной документации на лабораторный образец шагающего движителя, осуществлена модификация лабораторного образца и системы управления, проведены экспериментальные исследования по определению энергозатрат для различных режимов движения механизма шагания. Выполнены патентные исследования. Проведено обобщение результатов всех этапов работ, проведена оценка полноты решения задач и эффективности полученных результатов, проведены дополнительные исследования, дана оценка возможности создания конкурентоспособной продукции и услуг, разработаны рекомендации по использованию результатов проведенных НИР, выполнена технико-экономическая оценка полученных результатов, разработана программа внедрения результатов НИР в образовательный процесс.

В основе решения поставленных задач лежат методы аналитической механики, с применением средств вычислительной техники. Разработана программа ЭВМ для математического моделирования динамики движения рассматриваемых шагающих движителей. Оптимизация параметров механизмов движителей и алгоритмов управления ими основана на вариационных методах поиска минимума энергозатрат. При выполнении теоретических исследований использованы средства вычислительной техники. Результаты теоретических исследований проверены на лабораторных моделях шагающих движителей.

При выполнении работ использованы средства вычислительной техники, в частности средства автоматизированного проектирования механических и электронных систем, средства измерения и математической обработки экспериментальных результатов, методы экономической оценки технических решений.

3. Области и масштабы использования полученных результатов

3.1. В области теории движения полученные результаты позволяют проводить исследования динамики управляемого движения шагающих машин, осуществлять выбор параметров приводов и системы управления. Результаты исследований позволяют производить расчет параметров движителей шагающих машин, используемых при осуществлении различных технологических операций, с учётом их энергетической эффективности.

3.2. Разработаны методические указания «Моделирование и исследование механизмов шагания в системе «Универсальный Механизм 6.0». Подготовлен учебный видеофильм. Внедрены результаты исследований в образовательный процесс в виде дополнений к рабочим программам.

3.3. В период выполнения работ по контракту, подготовлено, направлено в печать и опубликовано 50 научных статей.

4. Выводы

Анализ научно-технической литературы позволяет сделать вывод об актуальности и научной новизне предложенного подхода к исследованиям. Известные шагающие движители обладают рядом недостатков, влияющих на энергозатраты машины при движении. Устранение этих недостатков позволит создавать энергоэффективные шагающие машины.

Сравнение характеристик ожидаемых показателей разрабатываемых типов шагающих движителей с существующими аналогами в соответствии с разработанной системой оценки качества показало, что разрабатываемые шагающие движители превосходят аналоги по тяговым, программно-технологическим и энергетическим показателям.

Предложенные методы расчёта позволяют осуществлять моделирование и численные исследования кинематики и динамики управляемого движения шагающих движителей различных конструкций, в том числе циклового шагающего движителя с изменяемой геометрией, рычажно-ортогонального шагающего движителя.

Рассмотренный алгоритм управления показал значительное уменьшение энергозатрат на движение шагающей машины в маршевом режиме движения. Результаты приведённых в рамках проекта исследований нашли отражение в учебных программах существующих курсов и методических указаниях.

Согласно проведённым исследованиям по тяговым, тормозным, программно-технологическим, общетехническим, энергетическим показателям наиболее перспективным для дальнейшего исследования является цикловой шагающий движитель с изменяемой геометрией.

Сформулированы технические решения и требования к разрабатываемому лабораторному образцу шагающего движителя с изменяемой геометрией. Обоснована необходимость использования в лабораторной установке таких конструктивных элементов как регулируемые стойки и опорные тележки.

Разработана эскизная документация лабораторного образца шагающего движителя.

Лабораторный образец шагающего движителя с изменяемой геометрией изготовлен в соответствии с эскизной документацией и сформулированными техническими

решениями и требованиями.

Разработана и изготовлена система управления приводами лабораторного образца шагающего движителя, реализует до 4 каналов ШИМ-управления приводами и до 10 аналоговых входов обратной связи, использующая связь с удаленным компьютером по каналу RS-232 стандартного уровня.

Проведённые патентные исследования, выявили отсутствие конструкций движителей какого-либо типа (цикловые, ортогональные, инсектоморфные и др.) и шагающих машин, обеспечивающих выполнение требований энергетической эффективности. Результаты патентных исследований показали, что разрабатываемые технические решения обладают патентоспособностью.

Разработана методика экспериментальных исследований созданного шагающего движителя, состоящая в статической балансировке шагающего движителя, его моментном и динамическом уравновешивании.

Проведены экспериментальные исследования изготовленного лабораторного образца шагающего движителя на стенде с макетом грунта.

Приведены результаты уравновешивания механизма шагания и стендовых испытаний разработанного движителя.

Результаты научно-исследовательской работы подготовлены для внедрения в учебный процесс в виде учебно-методического пособия и учебного видеофильма.

Полученные на данном этапе результаты соответствуют календарному плану и позволяют перейти к выполнению задач следующего этапа научно-исследовательской работы.

Сделан вывод, что при изменении геометрии звеньев механизма шагания меняется величина потерь энергии в приводе. При этом наблюдаются области снижения потерь энергии, которые соответствуют более оптимальным, с точки зрения энергетики, параметрам элементов механизма шагания.

По результатам исследований была модернизирована конструкция шагающего движителя. Шатун был оснащен пружиной которая установлена между верхней и нижней его частями. Пружина выбрана по результатам расчета, выполненного по методике ГОСТ 13765-86.

На основе модернизированной конструкторской документации проведена модификация лабораторного образца шагающего движителя. Исследована работоспособность при изменении массово-геометрических параметров движителя, согласно разработанной ранее методики.

Доработана система управления движителем. Создана структурно-функциональная схема системы управления.

Проведённые патентные исследования, выявили отсутствие конструкций движителей какого-либо типа (цикловые, ортогональные, инсектоморфные и др.) и шагающих машин, обеспечивающих выполнение требований энергетической эффективности. Результаты патентных исследований показали, что разрабатываемые технические решения обладают патентоспособностью.

Решение поставленных в проекте задач выполнено достаточно полно. А разработанный по результатам проекта энергетически эффективный шагающий движитель соответствует современному мировому научно-техническому уровню.

Результаты проведённых НИР могут быть применены при концептуальном проектировании шагающих машин на этапе выбора типа движителя, на этапе эскизного

проектирования при определении параметров движителя и систем, обеспечивающих его энергетическую эффективность, на этапе испытаний для обеспечения заданных параметров энергетической эффективности. Субъектами, применяющими результаты проведённых НИР могут быть научно-исследовательские, опытно-конструкторские и производственные коллективы и учреждения, а также коллективы, занимающиеся эксплуатацией, доводкой и модернизацией существующих образцов шагающих машин.

Получены критерии энергетической эффективности движителей шагающих машин, основным из которых является показатель удельных энергозатрат на единицу пути, который также может служить и критерием технико-экономической оценки полученных результатов.

Список публикаций по проекту

1. Walking machines (elements of theory, experience of elaboration, application) / Е.С. Брискин, В.В. Жога, В.В. Чернышев, А.В. Малолетов, Я.В. Калинин, Н.Г. Шаронов // Emerging Trends in Mobile Robotics : proc. of the 13th Int. Conf. on Climbing and Walking Robots and the Support Technologies for Mobile Machines, 31 Aug. — 3 Sept. 2010 / Nagoya Inst. of Technology, Japan.- [Nagoya, Japan], 2010.- P. 769-776.- Англ.
2. Алгоритмы управления сдвоенными ортогональными шагающими движителями при преодолении типовых препятствий / Е.С. Брискин, А.В. Малолетов, В.А. Серов, Н.Г. Шаронов // Матер. 7-й науч. — техн. конф. «Мехатроника, автоматизация, управление» (МАУ-2010), проводимой в рамках 3-й мультиконф. по проблемам управления (МКПУ-2010), 12-14 окт. 2010 г. / Гос. науч. центр РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ Электроприбор» [и др.]. — СПб., 2010. — С. 91-94.
3. Идентификация параметров робота с ортогонально-поворотным движителем / П.В. Федченков, В.В. Жога, Ан.Е. Гаврилов // Экстремальная робототехника : тр. междунар. конф. с элементами науч. школы для молодёжи, 12-14 окт. 2010 г. / С. — Петерб. гос. политехн. ун-т, ЦНИИ робототехники и техн. кибернетики. — СПб., 2010. — С. 140-144.
4. Об определении предельно допустимых нагрузок, действующих на ортогонально-поворотные движители / Е.С. Брискин, А.М. Колесов, А.В. Малолетов, В.А. Серов // Справочник. Инженерный журнал. — 2010. — № 9. — С. 19-23.
5. Об управлении клапанами в скважинных штанговых насосах для добычи нефти / Е.С. Брискин, А.В. Малолетов, Д.О. Лихобабин // Матер. 7-й науч. — техн. конф. «Мехатроника, автоматизация, управление» (МАУ-2010), проводимой в рамках 3-й мультиконф. по проблемам управления (МКПУ-2010), 12-14 окт. 2010 г. / Гос. науч. центр РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ Электроприбор» [и др.]. — СПб., 2010. — С. 87-90.
6. Об энергетически эффективных механизмах мобильных роботов / Е.С. Брискин, А.В. Малолетов, Я.В. Калинин // Экстремальная робототехника : тр. междунар. конф. с элементами науч. школы для молодёжи, 12-14 окт. 2010 г. / С. — Петерб. гос. политехн. ун-т, ЦНИИ робототехники и техн. кибернетики. — СПб., 2010. — С. 214-217.
7. Оптимальное управление шагающим роботом с ортогонально-поворотным движителем / В.В. Жога, Ан.Е. Гаврилов, В.Е. Павловский, А.В. Еременко // Матер. 7-й науч. — техн. конф. «Мехатроника, автоматизация, управление» (МАУ-2010), проводимой в рамках 3-й мультиконф. по проблемам управления (МКПУ-2010), 12-14 окт. 2010 г. / Гос. науч. центр РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ Электроприбор» [и др.]. — СПб., 2010. — С. 171-174.
8. Построение алгоритмов движения шагающих машин, минимизирующих энергозатраты / Е.С. Брискин, Я.В. Калинин // Матер. 7-й науч. — техн. конф. «Мехатроника, автоматизация, управление» (МАУ-2010), проводимой в рамках 3-й мультиконф. по проблемам управления (МКПУ-2010), 12-14 окт. 2010 г. / Гос. науч. центр

РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ Электроприбор» [и др.]. — СПб., 2010. — С. 83-86.
9. Шагающий робот с блочно-модульным построением электромеханических структур / В.В. Жога, Ан.Е. Гаврилов // Экстремальная робототехника : тр. междунар. конф. с элементами науч. школы для молодёжи, 12-14 окт. 2010 г. / С. — Петерб. гос. политехн. ун-т, ЦНИИ робототехники и техн. кибернетики. — СПб., 2010. — С. 136-140.
10. Шагающий робот с ортогонально-поворотным движителем / В.В. Жога, Ан.Е. Гаврилов, П.В. Федченков // Матер. 7-й науч. — техн. конф. «Мехатроника, автоматизация, управление» (МАУ-2010), проводимой в рамках 3-й мультиконф. по проблемам управления (МКПУ-2010), 12-14 окт. 2010 г. / Гос. науч. центр РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ Электроприбор» [и др.]. — СПб., 2010. — С. 175-178.
11. Экспериментальное определение значений параметров системы управления шагающих машин с ортогональными движителями / А.В. Еременко, В.Н. Скакунов, В.В. Жога, Ан.Е. Гаврилов // Экстремальная робототехника : тр. междунар. конф. с элементами науч. школы для молодёжи, 12-14 окт. 2010 г. / С. — Петерб. гос. политехн. ун-т, ЦНИИ робототехники и техн. кибернетики. — СПб., 2010. — С. 217-220.
12. Брискин, Е.С. Об энергетически эффективных алгоритмах движения шагающих машин с цикловыми движителями / Е.С. Брискин, Я.В. Калинин // Изв. РАН. Теория и системы управления. - 2011. - № 2. - С. 170-176.
13. Шаронов, Н.Г. Синтез алгоритма управления приводом цикловых движителей шагающей машины в особых условиях / Н.Г. Шаронов, Я.В. Калинин // Изв. ВолгГТУ. Серия "Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах". Вып. 9 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2010. - № 11. - С. 40-43.
14. Шаронов, Н.Г. Синтез алгоритма управления движением шагающей машины "Восьминог" в зависимости от параметров локального препятствия / Н.Г. Шаронов // Изв. ВолгГТУ. Серия "Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах". Вып. 9 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2010. - № 11. - С. 35-40.
15. Жога, В.В. Оптимальный закон горизонтального перемещения мобильного робота с ортогональными шагающими движителями / В.В. Жога, Ан.Е. Гаврилов, А.В. Еременко // Изв. ВолгГТУ. Серия "Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах". Вып. 8 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2010. - № 6. - С. 28-32.
16. Об управлении движением двуногого робота при помощи маховика / Е.С. Брискин, А.В. Малолетов, А.М. Колесов, И.П. Вершинина // Изв. ВолгГТУ. Серия "Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах". Вып. 8 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2010. - № 6. - С. 9-13.
17. Крыжановский, А.И. Применение кооперативного обучения и прогнозирования в мультиагентных системах / А.И. Крыжановский, П.С. Пыхтин // Изв. ВолгГТУ. Серия "Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах". Вып. 8 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2010. - № 6. - С. 106-109.
18. Щербаков, М.В. Методика выбора значимых параметров для краткосрочного прогнозирования энергопотребления / М.В. Щербаков, Н.Л. Щербакова, А. Бребельс // Изв. ВолгГТУ. Серия "Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах". Вып. 9 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2010. - № 11. - С. 68-71.
19. Специфика применения интеллектуальных моделей анализа данных для повышения энергетической эффективности / М.В. Щербаков, Н.Л. Щербакова, Д.П. Панченко, А. Бребельс, А.П. Тюков, М.А. Аль-Гунаид // Изв. ВолгГТУ. Серия "Актуальные

проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах". Вып. 9 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2010. - № 11. - С. 72-76.

20. Брискин, Е.С. On Energetically Efficient Motion Algorithms of Walking Machines with Cyclic Drives / Е.С. Брискин, Я.В. Калинин // Journal of Computer and Systems Sciences International . - 2011. - Vol. 50, № 2. - С. 348-354. - Англ.

21. Адаптация алгоритмов технического зрения для систем управления шагающими машинами / С.А. Быков, А.В. Еременко, Ан.Е. Гаврилов, В.Н. Скакунов // Изв. ВолгГТУ. Серия "Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах". Вып. 10 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2011. - № 3. - С. 52-56.

22. Федченков, П.В. Идентификация параметров и синтез оптимального управления модуля линейного перемещения шагающего робота / П.В. Федченков, Ю.С. Фомин, В.В. Жога // Тезисы докладов смотра-конкурса научных, конструкторских и технологических работ студентов ВолгГТУ, Волгоград, 10-13 мая 2011 г. / ВолгГТУ, Совет СНТО. - Волгоград, 2011. - С. 136-137.

23. Шурыгин, В.А. Моделирование движения шагающей машины с ортогонально-поворотными движителями / В.А. Шурыгин, В.А. Серов, Н.Г. Шаронов // Изв. ВолгГТУ. Серия "Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах". Вып. 11 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2011. - № 9. - С. 41-44.

24. Сбор и интеллектуальный анализ данных о потреблении электроэнергии / В.А. Камаев, М.В. Щербаков, А.П. Тюков, А.С. Набиуллин // Ресурсо-энергосбережение и эколого-энергетическая безопасность промышленных городов : сб. матер. третьей всерос. науч.-практ. конф. (г. Волжский, 28-30 сент. 2010 г.) / Филиал МЭИ (ТУ) в г. Волжском [и др.]. - Волжский, 2010. - С. 38-42.

25. Intelligent controller for hybrid renewable energy system based on multi-agent and embedded technology / А.П. Тюков, А.Ю. Ужва, М.В. Щербаков, A. Dobrowolski, A. Brebels // Artificial Intelligence Applications to Business and Engineering Domains / ed. by G. Setlak, K. Markov. – Rzeszow ; Sofia : ITHEA, 2011. – P. 46-52. – Англ.

26. Камаев, В.А. Абдукция в концептуальном проектировании, когнитивном моделировании и интеллектуальном анализе данных / В.А. Камаев, М.В. Щербаков // Открытое образование. - 2011. - № 2. - С. 62-67.

27. Щербаков, М.В. Интеллектуальная система прогнозирования потребления электроэнергии / М.В. Щербаков, А.П. Черкис, Р.С. Кузнецов // Технологии разработки информационных систем ТРИС-2011 : матер. II междунар. науч.-техн. конф. (19 сент.) / ФГАОУ ВПО "Южный федеральный ун-т", Технологический ин-т в г. Таганроге. - Таганрог, 2011. - Т. I. - С. 114-117.

28. Камаев, В.А. Интеллектуальные системы автоматизации управления энергосбережением / В.А. Камаев, М.В. Щербаков, А. Бребельс // Открытое образование. - 2011. - № 2. - С. 227-231.

29. Методика выявления потенциала энергосбережения на основе интеллектуального анализа данных / М.В. Щербаков, Т.А. Яновский, А. Бребельс, Н.Л. Щербакова // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. - 2011. - № 2. - С. 51-55.

30. Ересько, Д.А. Применение визуального программирования при разработке алгоритмов поведения интеллектуальных агентов / Д.А. Ересько, О.А. Шабалина // Изв. ВолгГТУ. Серия "Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах". Вып. 11 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2011. - № 9. - С. 74-79.

31. Жога, В.В. Программные движения робота с ортогональным шагающим

движителем / В.В. Жога, Ан.Е. Гаврилов // Изв. ВолгГТУ. Серия "Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах". Вып. 11 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2011. - № 9. - С. 22-28.

32. Брискин, Е.С. Синтез циклового шагающего механизма с направляющей и критерии его оценки / Е.С. Брискин, А.В. Леонард, А.В. Малолетов // Теория механизмов и машин. - 2011. - Т. 9, № 17. - С. 14-24.

33. Жога, В.В. Система управления робототехническим модулем линейного перемещения / В.В. Жога, А.В. Еременко, П.В. Федченков // Четвёртая Всероссийская мультиконференция по проблемам управления. МКПУ-2011 (с. Дивноморское, Геленджик, 3-8 окт. 2011 г.) : матер. / Ин-т машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, НИИ многопроцессорных вычислит. систем им. проф. А.В. Каляева ЮФУ [и др.]. - М. ; Таганрог, 2011. - Т. 2. - С. 210-212.

34. Хорошевский, М.Д. Цикловой механизм шагания с трансформируемой траекторией опорной точки / М.Д. Хорошевский, А.К. Иванюк, В.В. Чернышев // XV региональная конференция молодых исследователей Волгоградской области (Волгоград, 9-12 ноября 2010 г.) : тез. докл. / ВолгГТУ [и др.]. - Волгоград, 2011. - С. 112-113.

35. Шагающие машины со сдвоенными механизмами шагания / Е.С. Брискин, В.А. Шурыгин, В.А. Серов, Н.Г. Шаронов, А.В. Леонард, А.М. Колесов // Четвёртая Всероссийская мультиконференция по проблемам управления. МКПУ-2011 (с. Дивноморское, Геленджик, 3-8 окт. 2011 г.) : матер. / Ин-т машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, НИИ многопроцессорных вычислит. систем им. проф. А.В. Каляева ЮФУ [и др.]. - М.; Таганрог, 2011. - Т. 2. - С. 185-189.

36. Брискин, Е.С. Энергетическая эффективность цикловых механизмов робототехнических систем / Е.С. Брискин, Я.В. Калинин, В.В. Чернышев // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. - 2011. - № 4 (часть 2). - С. 69-71.

37. Энергетически эффективные движители шагающих машин / Е.С. Брискин, Я.В. Калинин, А.В. Малолетов, В.В. Чернышев // Четвёртая Всероссийская мультиконференция по проблемам управления. МКПУ-2011 (с. Дивноморское, Геленджик, 3-8 окт. 2011 г.) : матер. / Ин-т машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, НИИ многопроцессорных вычислит. систем им. проф. А.В. Каляева ЮФУ [и др.]. - М. ; Таганрог, 2011. - Т. 2. - С. 179-181.

38. Леонард, А.В. Цикловой механизм шагания с направляющей / А.В. Леонард // Известия вузов. Машиностроение. - 2011. - № 10. - С. 18-22.

39. Калинин, Я.В. Энергетически эффективные режимы управления приводами при согласованном групповом движении транспортных модулей / Я.В. Калинин, Н.Г. Шаронов, В.А. Серов // Изв. ВолгГТУ. Серия "Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах". Вып. 12 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2011. - № 11. - С. 16-19.

40. Чернышев, В.В. Исследование взаимодействия шагающего движителя с экологически ранимым почвенным покровом / В.В. Чернышев, Е.С. Брискин // Безопасность жизнедеятельности. - 2012. - № 1. - С. 34-38 + 2-я стр. обл.

41. Брискин, Е.С. Об управлении режимом работы скважинной штанговой насосной установки / Е.С. Брискин, А.В. Малолетов, Д.О. Лихобабин // Мехатроника, автоматизация, управление. - 2012. - № 1. - С. 40-44.

42. Коннективистские модели идентификации динамики систем на коротких интервалах наблюдения с заданным множеством классов поведения / М.В. Щербаков, Н.Л. Щербакова, И.П. Козлов, В.А. Камаев // Известия ЮФУ. Технические науки. - 2012. - № 1. - С. 83-91.

43. Яновский, Т.А. Методика предварительного анализа данных в автоматизированных системах прогнозирования потребления электроэнергии / Т.А. Яновский, М.В. Щербаков // Вестник компьютерных и информационных технологий. - 2012. - № 3. - С. 21-26.

44. Щербаков, М.В. Методика решения задачи идентификации динамики систем на коротких интервалах наблюдения с применением коннективистских моделей / М.В. Щербаков, В.А. Камаев, Н.Л. Щербакова // Известия ЮФУ. Технические науки. - 2012. - № 1. - С. 72-77.

45. Определение параметров преобразования Хафе для построения карты по данным измерения дальномера / Крыжановский А.И., Крыжановский Д.И., Никляев И.Ю., Пыхтин П.С. // Известия ВлгГТУ. Серия Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах. 2012 - №4. С. 15-18.

46. Язык визуального программирования для формирования поведения интеллектуальных агентов / Ересько Д.А., Шабалина О.А. // Известия ВлгГТУ. Серия Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах. 2012 - №4. С. 15-18.

47. Малолетов, А.В. О походках реконфигурируемой модульной шагающей машины с ортогонально-поворотными движителями / А.В. Малолетов, Е.С. Брискин, А.М. Колесов // Мехатроника, автоматизация, управление. - 2012. - № 5. - С. 50-55.

48. О статически устойчивой походке шагающей машины с тремя сдвоенными ортогонально-поворотными движителями / Е.С. Брискин, А.В. Малолетов, А.М. Колесов, В.А. Серов // Мехатроника, автоматизация, управление. - 2012. - № 7. - С. 22-27 + рис., 2-я стр. обл.

49. Щербаков, М.В. Мультиагентная система моделирования производства и потребления электроэнергии в гибридных энергетических системах [Электронный ресурс] / М.В. Щербаков, А.С. Набиуллин, В.А. Камаев // Инженерный вестник Дона : электронный журнал. - 2012. - № 2. - С. URL : http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2012/775/.

50. Обзор подходов к идентификации видов деятельности человека в задачах оптимизации потребления электроэнергии / Нгок Тханг Май, В.А. Камаев, М.В. Щербаков, А.П. Тюков // Известия ВолгГТУ. Серия «Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах». Вып. 14 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2012. - № 10 (97). - С. 97-101.