

УДК 007:519.816

DOI: 10.24160/1993-6982-2017-4-117-128

К 40-летию кафедры прикладной математики: исследования и разработки в области обучения, программирования, информационных технологий и искусственного интеллекта

В.Н. Вагин, А.П. Еремеев, В.П. Кутепов, В.Н. Фальк, И.Б. Фоминых

Данная статья представляет собой обзор исследований и разработок кафедры прикладной математики (ПМ) в области современных информационных технологий, теоретического и прикладного программирования, математического и программного обеспечения современных компьютерных систем, в том числе систем искусственного интеллекта. Описаны основные теоретические результаты, полученные на кафедре ПМ по данной проблематике, а также зарегистрированные программные продукты и основные прикладные разработки, выполненные сотрудниками и аспирантами. Определенное внимание уделено также исследованиям, направленным на совершенствование и повышение эффективности учебного процесса всех уровней (бакалавриат, магистратура, аспирантура).

Ключевые слова: прикладная математика, программирование, математическое и программное обеспечение, искусственный интеллект, интеллектуальная система, поддержка принятия решений, реальное время, моделирование рассуждений, нетрадиционная логика.

Для цитирования: Вагин В.Н., Еремеев А.П., Кутепов В.П., Фальк В.Н., Фоминых И.Б. К 40-летию кафедры прикладной математики: исследования и разработки в области обучения, программирования, информационных технологий и искусственного интеллекта // Вестник МЭИ. 2017. № 4. С. 117—128. DOI: 10.24160/1993-6982-2017-4-117-128.

On the 40th Anniversary of the Department for Applied Mathematics: Investigations and Developments in the Fields of Education, Programming, Information Technologies and Artificial Intelligence

V.N. Vagin, A.P. Eremeev, V.P. Kutepov, V.N. Fal'k, I.B. Fominykh

The concept of a mechanism for adaptive control of resources available in a corporate computer network is considered. The main trends in the development of computer networks are described, and the main problems requiring additional research and development are pointed out. The existing methods for distributing load among the available network resources in an automated manner are subjected to a comparative analysis. A mechanism for adaptively altering the network users' priorities and redirecting the transactions forming the data traffic flows in the peak load modes on the basis of software-defined networking principle is proposed. An algorithm for implementing the developed mechanism is presented. The objective that has been set forth is solved by integrating a dedicated controller into the corporate computer network topology. The above-mentioned controller is essentially a computerized module that performs the basic functions of monitoring the network resources, identifying the priority pairs of users initiated the transmission of data blocks, determining the backup routes, creating a data flow tables, and assigning the shaped flows to the network switches. An example corporate computer network is considered, in which high-performance host machines exchange large amounts of data in the real time mode using the main and backup communication channels. The feasibility of the proposed concept of the adaptive network resource control mechanism has been confirmed experimentally. The results of experimental testing carried out on a corporate computer network fragment are presented, which confirm an increase in the data transmission rate between a pair of priority users in comparison with the channel aggregation mechanism.

Key words: software-defined networking, corporate computer networks, adaptive control mechanism, priority users.

For citation: Vagin V.N., Eremeev A.P., Kutepov V.P., Fal'k V.N., Fominykh I.B. On the 40th Anniversary of the Department for Applied Mathematics: Investigations and Developments in the Fields of Education, Programming, Information Technologies and Artificial Intelligence. MPEI Vestnik. 2017; 4: 117—128. (in Russian). DOI: 10.24160/1993-6982-2017-4-117-128.

Историческая справка¹

Летом 1976 г. было принято решение о создании кафедры прикладной математики на базе кафедр вычислительной техники (ВТ) и спецкурсов высшей математики (СКВМ), и с 1 сентября 1976 г. она начала свою деятельность. Отметим, что кафедра ВТ и ее продолжатель ПМ — одни из старейших в России кафедр, готовящих специалистов в области разработки математического и программного обеспечения, информатики и информационных технологий [1, 2]. Из преподавателей «первого набора» в настоящее время на кафедре работают заслуженные профессора МЭИ В.Н. Вагин и В.П. Кутепов, доценты О.Г. Архипов и Н.Л. Куликова, и также ранее аспирант, а ныне заведующий кафедрой ПМ профессор А.П. Еремеев. Одновременно с преподавательским составом на кафедру был переведен и студенческий коллектив — группы, обучавшиеся до этого на кафедре ВТ по специальности «Прикладная математика». В феврале 1977 г. состоялся первый выпуск студентов, из которого двое — доцент П.Л. Чернов (с 1983 г. — заместитель заведующего кафедрой по общим вопросам) и профессор П.Б. Хорев — связали с ней свою судьбу.



Они были первыми. Сидят: А.Б. Фролов, Н.В. Грачева, Е.К. Копченова, Ю.А. Дубинский, стоят: В.Н. Вагин, О.М. Рякин, В.П. Мудров, В.С. Зубов (1976)

С момента основания и до 1987 г. кафедрой занимался профессор А.Б. Фролов. В это время по инициативе лауреата премии Дж. Фон Неймана профессора Д.А. Поспелова создается новое научное направление по исследованию и разработке перспективных интеллектуальных семиотических систем поддержки принятия решений, предназначенных для помощи оперативно-диспетчерскому персоналу, управляю-

щему сложными техническими и организационными объектами, включая объекты энергетики, а также для обучения (тренировки) этого персонала принятию решений в сложных ситуациях. Под руководством друга и ближайшего соратника Д.А. Поспелова доцента Е.Т. Семеновой был разработан ряд трансляторов для языков искусственного интеллекта (ИИ) семейства LISP, получивших широкое распространение в СССР.

Дальнейшее развитие в то время получили исследования, возглавляемые доцентами В.П. Кутеповым и В.Н. Фальком, по созданию, совершенствованию и реализации языков высокого уровня, особенно языков функционального и параллельного программирования [4, 5]. В научной группе доцента И.А. Башмакова был разработан ряд перспективных компьютерных систем обучения и инструментальных средств для их проектирования [3]. Эти работы продолжили исследования, начатые кафедрой ПМ, как головной совместно с ВЦ МЭИ (первый заведующий доцент Н.И. Челноков, с 1979 по 1985 г. — доцент В.А. Федин) по поручению АН СССР по разработке человеко-машинных обучающих систем, позволяющих упростить процесс общения студентов с большими ЭВМ (серии ЕС) и повысить эффективность их использования на массовых потоках. В 1985 г. за разработку программного обеспечения учебного назначения для системы коллективного доступа «ПРИМУС» (руководитель работ — доцент А.П. Еремеев) ряд сотрудников кафедры ПМ и ВЦ МЭИ были награждены серебряными медалями ВДНХ СССР.

В 1987 г. на базе кафедры ПМ была организована кафедра математического моделирования (ММ), которую возглавил профессор Ю.А. Дубинский. Заведующим кафедрой ПМ стал профессор В.П. Кутепов, руководивший кафедрой до 2003 г. В течение первых трех лет была выполнена большая работа (принципиально изменившая направление подготовки инженеров и аспирантов в области прикладной математики), связанная с подготовкой высококвалифицированных специалистов по разработке программного обеспечения и информационных систем нового поколения, в том числе с использованием ИИ. Коренные изменения претерпели состав и содержание учебных планов и дисциплин, при создании которых был учтен опыт подготовки специалистов данного профиля в ведущих университетах Запада, а также в Московском и Петербургском университетах.

В связи с этим многим преподавателям пришлось «на ходу» выполнять сложную работу по постановке новых курсов, созданию учебной и методической литературы, программного обеспечения для проведения лабораторных и практических занятий. По сути, был создан цикл новых дисциплин по теории и языкам программирования, теории алгоритмов и вычислений, теории графов, языкам и технологиям проектирования программного обеспечения информационных систем, семантике языков программирования, архитектуре

¹ Поскольку достаточно подробная информация о становлении кафедры прикладной математики и ее деятельности в период с 1976 по 2008 г. была опубликована в юбилейных сборниках МЭИ [1] и АВТИ [2], а также в Вестнике МЭИ, выпущенном к 85-летию университета [3], то мы постараемся сосредоточиться на последних 10—15 годах жизни кафедры, дав только самую необходимую информацию о предыдущем периоде.

компьютеров и компьютерных систем, параллельным системам и параллельному программированию, операционным системам, системам массового обслуживания. Существенно расширены дисциплины по математической логике, базам данных, созданы новые дисциплины по системам принятия решений, основам современной теории управления, программным средствам машинной графики, высокопроизводительным компьютерным системам. На новый уровень поднята подготовка студентов всех факультетов института по базовой компьютерной подготовке, которую выполняют преподаватели кафедры.

В 1989 г. при непосредственном участии президента Ассоциации искусственного интеллекта СССР (сейчас РАИИ — Российская ассоциация искусственного интеллекта) профессора Д.А. Пospelova кафедра начала подготовку специалистов по новому актуальному научному направлению — искусственный интеллект и принятие решений. Большая заслуга в становлении этой специализации принадлежит профессорам В.Н. Вагину, В.П. Кутепову, А.П. Еремееву, а также преподавателям-совместителям профессору Г.С. Плесневичу (в настоящее время штатный сотрудник кафедры), доцентам А.А. Башлыкову, А.Н. Аверкину, В.Б. Тарасову. В настоящее время кафедра является одной из ведущих в стране по подготовке специалистов данного профиля.

На кафедре сформировались научные школы, которые и сегодня выполняют исследования и разработки мирового уровня по актуальным проблемам теории

языков программирования, ИИ и принятия решений, современным неклассическим логикам, базам знаний, сетевым технологиям и информационным системам различного назначения.

С 2003 г. кафедре ПМ возглавил профессор А.П. Еремеев. Несмотря на сложности, она и сегодня занимает лидирующие позиции в области подготовки бакалавров, магистров и аспирантов по программному обеспечению, ИИ и принятию решений. Обеспечивает подготовку профессиональных программистов, способных разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение, а также вести научную работу в различных областях информатики, включая такое перспективное направление как ИИ и интеллектуальные системы (ИС). Кафедра является лидером на АВТИ по количеству обучающихся аспирантов, в том числе иностранных. В последние годы численность аспирантов кафедры составляет более 20 человек. На базе кафедры создан диссертационный совет (председатель А.П. Еремеев) для защит кандидатских и докторских диссертаций по специальностям 05.13.11 — математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей и 05.13.17 — теоретические основы информатики.

Кафедра обладает высококвалифицированным научно-преподавательским составом в количестве 10 профессоров и 23 доцентов. Профессора В.Н. Вагин, А.П. Еремеев, В.П. Кутепов, И.Б. Фоминых являются лауреатами премии Президента РФ в области образования.



Коллектив кафедры прикладной математики НИУ «МЭИ» (2016)

Учебно-методическая и организационная работа

При организации кафедры ПМ перед ней были поставлены следующие задачи в плане учебной работы — быть выпускающей кафедрой для подготовки инженеров-математиков по специальности «Прикладная математика» и осуществлять базовую подготовку всех студентов МЭИ по вычислительной математике и применению ЭВМ. Объем учебной работы стал быстро расти в связи с расширением подготовки всех студентов МЭИ по этой тематике и к 1987 г. на кафедре работали уже около 80 преподавателей. Было принято решение о выделении из кафедры ПМ кафедры ММ, на которую перешла подготовка студентов по математическим дисциплинам. В настоящее время кафедра ПМ ведет подготовку в институтах МЭИ по информатике и применению вычислительной техники, а кафедра ММ совместно с кафедрой высшей математики (ВМ) — по математическим дисциплинам. Кафедры ПМ и ММ являются также выпускающими по направлению «Прикладная математика и информатика» (бакалавриат и магистратура).

Рассмотрим подробнее учебную деятельность кафедры ПМ. Подготовка в МЭИ студентов по специальности «Прикладная математика» началась на кафедре ВТ (при заведующем кафедрой профессоре Ю.М. Шамаеве) в 1965 г., а с 1976 г. эта подготовка перешла на кафедру ПМ. Для новой кафедры первые «свои» учебные планы были разработаны в 1978 г., а в 1987 г. по инициативе заведующего кафедрой В.П. Кутепова кафедра перешла в Учебно-методическое объединение (УМО) при факультете вычислительной математики и кибернетики (ВМК) МГУ им. М.В. Ломоносова, в которое (как и кафедра ММ) входит и в настоящее время. Это дало возможность коренной перестройки всего учебного процесса, усилив математическую, алгоритмическую и программистскую подготовку наших студентов.

В 1980-е годы для распределения выпускников кафедры ПМ были определены организации (предприятия и НИИ), в которых они и начинали свою трудовую деятельность. При составлении учебных планов учитывалось мнение специалистов данных организаций. Осенью студенты 6-го курса направлялись на преддипломную практику на свои будущие места работы. Там им выделяли руководителя, который вместе с руководителем от кафедры определял тематику работы на время практики и тему дипломного проекта. Такая организация подготовки выпускников полностью себя оправдала, и на защиту представлялись интересные инженерные разработки по широкой тематике. Каждый год 1—3 дипломных проекта студентов кафедры получали призовые места на разных конкурсах, включая всесоюзные. Особенно тесные связи сложились с НПО «Альтаир», где был организован филиал кафе-

дры, которым руководили профессор И.А. Башмаков (со стороны МЭИ) и заместитель директора НПО по научной работе д.т.н. Н.С. Щербаков, который по совместительству был и профессором кафедры ПМ.

В 2002 г. кафедра организовала подготовку специалистов по информационным системам и технологиям, первый выпуск которых состоялся в 2008 г. Появление этой специальности было вызвано потребностями рыночной экономики: специальность была очень востребована и можно было комплектовать группы на платное обучение, что позволяло несколько улучшить финансовое положение преподавателей в рамках МЭИ (и уменьшить поиск совместительства на стороне). Эксперимент в рамках одной группы удался, на специальность было выделено 10 бюджетных мест, конкурс абитуриентов достигал 16 человек на одно место (один из самых высоких на инженерные специальности МЭИ). Однако после перехода на двухуровневую систему образования это обучение было прекращено.

Следует отметить, что в первые годы после перехода на двухуровневую систему обучения в магистратуру был большой конкурс и принимали только лучших (чего, к сожалению, нет в настоящее время). Многие тогдашние магистранты сразу после защиты магистерской диссертации поступили в аспирантуру и защитили кандидатские диссертации. Такой путь прошли наши молодые преподаватели доценты П.Р. Варшавский (с 2015 г. заместитель заведующего кафедрой по научной работе), И.Е. Куриленко, И.С. Михайлов, О.Л. Моросин, ст. преп. А.Г. Шаграев. С 2015 г. кафедра готовит только бакалавров и магистров по направлению «Прикладная математика и информатика». Подготовка осуществляется по ФГОС ВО, подготовленным на ВМК МГУ и утвержденным Минобрнауки РФ 12.04.2015 г. для бакалавров (направление 01.03.02) и 28.08.2015 г. для магистров (направление 01.04.02). Переход к новым образовательным стандартам оказал положительное действие, так как были сняты многие формальные ограничения, что дало возможность составить учебные планы, в наибольшей степени соответствующие современным концепциям. В настоящее время в МЭИ подготовку по направлению «Прикладная математика и информатика» ведут кафедры ПМ и ММ: ПМ готовит бакалавров по профилю «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин и компьютерных сетей», а ММ — по профилю «Математическое моделирование»; подготовка магистров ведется на кафедрах по магистерским программам с аналогичными названиями. По данным известного кадрового агентства Career в настоящее время АВТИ НИУ «МЭИ» занимает второе место в Москве по востребованности подготовленных кадров по информационным технологиям, и в этом достижении, несомненно, имеются и заслуги кафедры ПМ.

С самого начала основания кафедра стремилась к тому, чтобы все курсы, особенно специальности, читали преподаватели, занимающиеся и научными иссле-

дованиями. Среди них нынешние профессора В.Н. Вагин, А.П. Еремеев, В.П. Кутепов, В.С. Ижуткин, Г.С. Плесневич, В.Н. Фальк, И.Б. Фоминых, П.Б. Хорев, а также доценты О.В. Баргеньев, А.А. Башлыков, П.Р. Варшавский, И.Е. Куриленко, К.Г. Меньшикова, С.И. Михайлов, О.Л. Моросин, Н.П. Сидорова, А.М. Чернецов, П.Л. Чернов, Л.В. Чуркина, О.Ю. Шамаева.

В конце 1990-х гг. кафедра открыла возможность студентам других факультетов получить второй диплом бакалавра по направлению «Прикладная математика и информатика». Собрались сильные студенты (как правило, магистранты других кафедр), которые имели хорошую базовую подготовку и с большим энтузиазмом осваивали новую область. В своих выпускных работах они успешно соединяли знания по предметной области, полученные на своих выпускающих кафедрах, со знаниями по современным компьютерным технологиям, полученными на кафедре ПМ. К сожалению, таких студентов-энтузиастов оказалось недостаточно, а поскольку второе образование должно быть экономически выгодным (следствие тенденции превращения образования в «услугу» и его коммерциализации), то эту деятельность пришлось прекратить.

Остановимся на второй и не менее важной составляющей учебной деятельности кафедры — ведении базовой компьютерной подготовки в институтах МЭИ. Учебные планы 1978 г. предусматривали существенное расширение с целью углубления подготовки студентов МЭИ в этой области. Большую методическую работу при этом проделали доценты В.С. Зубов (в настоящее время доцент кафедры ММ), О.Г. Архипов, Е.К. Грачева, В.И. Луканина, И.Л. Цветаева, Л.В. Чуркина, В.М. Щербин. Кафедра взяла курс на подготовку высококвалифицированных, творческих специалистов, способных ставить и решать сложные задачи в различных предметных областях, отвергая подход на основе «кнопочной технологии», когда студент лишь способен механически использовать готовые (не им созданные) программы (пакеты), не понимая сути решаемых задач. За прошедшие годы существенно усовершенствовались компьютерная техника, математическое и программное обеспечение, в связи с чем изменились и преподаваемые языки и технологии программирования, но правильность используемой и развиваемой кафедрой методики преподавания подтверждена практикой. У кафедры сложилось плодотворное сотрудничество со всеми инженерными институтами МЭИ и многими выпускающими кафедрами, при составлении учебных программ максимально учитываются их пожелания по содержанию курсов.

Следует отметить, что кафедрой ПМ организовано преподавание ряда дисциплин на английском языке (В.Н. Вагин, В.П. Кутепов, О.Ю. Шамаева). Разработаны методические материалы, пособия и уникальные ЭУМК на английском языке.

Основные направления научных исследований

Фундаментальные проблемы искусственного интеллекта. Неклассические логики и модели вычислений (индуктивные и абдуктивные логики, темпоральные логики, логика возможностей, нечеткие логики, нейронные сети) для интеллектуальных систем (профессора В.Н. Вагин, А.П. Еремеев, Г.С. Плесневич, И.Б. Фоминых, доценты П.Р. Варшавский, И.Е. Куриленко, О.Л. Моросин, М.В. Фомина).

Методы, языки и системы параллельного и распределенного программирования. Математическое и программное обеспечение современных вычислительных систем, комплексов и сетей (профессора В.П. Кутепов, В.Н. Фальк, доценты О.Ю. Шамаева, А.М. Чернецов).

Теория программирования и сложности компьютерных систем. Функционально-логические модели и языки программирования и их реализации на компьютерных системах (профессора В.П. Кутепов, В.Н. Фальк).

Математическое и программное обеспечение интеллектуальных систем: систем управления и поддержки принятия решений, экспертных систем, обучающих систем и др. (профессора В.Н. Вагин, А.П. Еремеев, В.С. Ижуткин, И.Б. Фоминых, доценты А.А. Башлыков, П.Р. Варшавский, И.Е. Куриленко, О.Л. Моросин, к.т.н. Ю.И. Королев).

Программное обеспечение современных информационных систем и сетей, технологии INTERNET/INTRANET, SEMANTIC WEB. Базы данных и знаний (профессор Г.С. Плесневич, доценты М.М. Маран, К.Г. Меньшикова, И.С. Михайлов, Н.П. Сидорова, П.Л. Чернов, Л.В. Чуркина, ст. преп. А.Г. Шаграев)

Технология разработки и верификации программных средств, защита информационных ресурсов, средства визуализации информации, компьютерная графика (профессор П.Б. Хорев, доценты О.В. Баргеньев, М.М. Маран, С.И. Кружилов).

Конструктивные модели, классификация, анализ сложности графовых структур (профессор В.Н. Фальк, старший преподаватель А.Г. Шаграев).

Современная теория управления, методы оптимизации (профессор В.С. Ижуткин, доцент И.А. Воробьева, к.т.н. И.С. Кружилов).

На кафедре выполняются научно-исследовательские работы (НИР), в том числе в рамках проектной части государственного задания Минобрнауки РФ в сфере научной деятельности, грантов Президента РФ для поддержки молодых ученых — кандидатов наук и Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), грантов по программе «Умник», победителями которой становился ряд молодых сотрудников и аспирантов кафедры ПМ.

Остановимся подробнее на некоторых разработках, результаты которых во многом являются пионерскими и соответствуют мировому уровню.

Исследования и разработки в области теории программирования, математического и программного обеспечения вычислительных машин, комплексов и систем

Научный коллектив, возглавляемый профессорами В.П. Кутеповым и В.Н. Фальком, известен своими оригинальными работами в области теории языков программирования и теории направленных отношений, объединяющей логический и функциональный стили программирования, в создании высокоуровневых языков параллельного программирования, методов адаптивного управления процессами в больших компьютерных системах. Более 200 работ опубликовано по данной тематике в ведущих отечественных и зарубежных журналах. Профессором В.Н. Фальком в 2001 г. защищена докторская диссертация, 30 аспирантов кафедры успешно защитили кандидатские диссертации. Работы [6—10] дают общее представление об основных проблемах, которые формировали научное направление коллектива, и полученных результатах.

Руководителем научной группы кафедры по тематике высокопроизводительных вычислений является доцент О.Ю. Шамаева. Направление научных исследований — методы, алгоритмы и программные средства для организации эффективных решений сложных задач на высокопроизводительных архитектурах. К числу основных, полученных в последнее время, результатов можно отнести следующие [11—14]: разработаны и внедрены физико-математическая модель задачи расчета электронной структуры больших и сверхбольших молекулярных систем, методы и параллельные алгоритмы, позволяющие рассчитывать электронную структуру больших органических молекул. Реализованные программные средства учитывают особенности современных высокопроизводительных архитектур (кластеров, графических процессоров), обладают большей эффективностью по сравнению с известными и позволяют значительно повысить размерность решаемых задач, что подтверждено их применением в Институте органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН.

Разработаны и внедрены в ФГУП «Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова» программные средства повышения эффективности решения аэродинамических задач на высокопроизводительных вычислительных системах кластерного типа. Область применения полученных результатов — вычислительная гидро- и газодинамика, энергетика, биология, химия, фармакология, астрофизика и другие. Разработаны математические и программные модели функционирования систем автономной ориентации по звездам на малых спутниках. Предложенные методы и программные средства повышают вероятность правильного распознавания групп звезд и позволяют учесть особенности современной вычислительной техники, оптики и фоточувствительных датчиков. Данные программные средства внедрены в НПО «Геофизика-Космос». В настоящее время иссле-

дования продолжаются в рамках проекта по гранту РФФИ (научный руководитель И.С. Кружилов).

В рамках тематики «Параллельное программирование с использованием математических пакетов» совместно со специалистами ВЦ РАН им. А.А. Дородницына проведено сравнение средств параллельного программирования в математических пакетах Maple, MATLAB и Mathematica [15].

В области «компьютерной науки» (computer science) в связи с активным внедрением сетевых технологий и распределенной обработки данных активно проводятся исследования, связанные с большими наборами данных (big data), надежностью и защитой информации, поступающей из глобальной сети. В связи с этим отметим работы, проводимые под руководством профессора П.Б. Хорева, который с 1996 г. со своей научной группой занимается исследованием и разработкой методов и программных средств защиты информации и обеспечения информационной безопасности компьютерных систем и сетей. Результаты этих работ нашли отражение в трех кандидатских диссертациях, ряде монографий и учебных пособий [16—21].

Исследования и разработки в области искусственного интеллекта и интеллектуальных систем

Подробная информация о становлении и развитии школы ИИ в МЭИ на основе кафедры ПМ представлена в [3]. Остановимся на некоторых основных моментах.

Как уже отмечалось, кафедра ПМ стояла у истоков работ по тематике ИИ (см., например, одни из первых в СССР монографий по данной проблематике [22—24], авторами и соавторами которых были сотрудники кафедры В.Н. Вагин, Г.С. Плесневич, А.П. Еремеев, А.А. Башлыков). Идеологом этих исследований, как уже отмечалось, был профессор Д.А. Поспелов — один из основателей (совместно с академиком Г.С. Поспеловым) направления ИИ в СССР и Советской (теперь Российской) ассоциации ИИ (РАИИ). Непосредственным руководителем практических работ в МЭИ в этом направлении стала доцент Е.Т. Семенова. В ее научной группе в конце 70-х — начале 80-х гг. впервые в СССР для машин серии ЕС ЭВМ были реализованы трансляторы с языков ИИ APL и LISP. На базе системы LISP/ЕС разрабатывались медицинские и диагностические экспертные системы, системы распознавания текстов и принятия решений. Система MFRL/PC, ориентированная на представление и обработку знаний, была первой в СССР реализацией языка ИИ FRL (Frame Representation Language). Возможность манипулирования знаниями на более высоком (сетевом и фрейм-вом) уровне дала возможность эффективно заниматься такими творческими задачами, как сочинение музыки и сказок, игра в шахматы, распознавание речи.

В настоящее время научной школой по исследованиям и разработкам в области ИИ и ИС приняты и поддержки принятия решений (ИСППР)

руководят профессора В.Н. Вагин и А.П. Еремеев, активными участниками школы, руководителями и исполнителями проектов по грантам РФФИ являются профессор Г.С. Плесневич и И.Б. Фоминых, доценты П.Р. Варшавский, И.Е. Куриленко, О.Л. Моросин, М.В. Фомина, ст. преп. А.Г. Шаграев, к.т.н. Ю.Л. Королев, а также их аспиранты и студенты старших курсов. Большой вклад в разработку компьютерных учебников, интеллектуальных обучающих систем и инструментальных средств их создания внес профессор И.А. Башмаков и его научная группа, что отражено, в частности, в монографиях [25, 26].

В результате исследований и разработок методов и инструментальных средств конструирования перспективных ИС, ИСППР и ИСППР реального времени (ИСППР РВ) семиотического типа в последние годы получены фундаментальные и прикладные результаты, доложенные на многочисленных отечественных и зарубежных научных конференциях и отраженные в работах [27—46] (всего по данной проблематике сотрудниками и аспирантами кафедры опубликовано более 500 работ). Остановимся на основных результатах.

Исследованы основные виды параллелизма в дедуктивном выводе на различных уровнях (термов, дизъюнктов, поиска решения). Разработаны алгоритмы параллельной унификации и параллельного вывода на графе связей Ковальского. Реализованы алгоритмы для различных типов параллельного вывода (OR-, AND-, DCDP-параллелизмы) на графе связей.

Разработаны обобщенные алгоритмы поиска решения на основе прецедентов и структурной аналогии, которые в зависимости от исходных данных и времени, выделяемого на поиск решения, реализуют различные схемы рассуждений (поиска решения).

Исследованы модели и методы представления темпоральных (временных) зависимостей, составлена их развернутая классификация с учетом способа представления информации о времени, выразительных способностей и алгоритмической сложности. Создан язык, ориентированный на использование основных моделей – точечной, интервально-точечной и интервальной, и предложена ветвящаяся темпоральная логика на базе точечной логики, ориентированная на применение в ИСППР РВ.

Созданы различные методы обучения с подкреплением (RL — Reinforcement Learning) в контексте использования их в составе ИСППР РВ в условиях неопределенности, жестких временных ограничений и сложных динамических сред. Предложены методы на основе оценочной функции с памятью ограниченного объема, позволяющие оперативно принимать решения и быстро адаптироваться к изменениям среды, и методы иерархического RL-обучения для решения задач большой размерности.

Изучены различные системы аргументации и получены результаты их сравнительного анализа. Пред-

ложены механизмы аргументации для обнаружения и разрешения внутренних противоречий в базах данных (БД) и знаний (БЗ), расширяющие класс задач, решаемых с помощью систем аргументации, а также использующие системы аргументации как мощное средство для обнаружения и разрешения конфликтов в БД и БЗ ИСППР.

Реализован эффективный алгоритм поиска абдуктивных объяснений для случая, когда теория представлена логической программой, а объяснение — множеством гипотез-умолчаний (предикатов с отрицанием по умолчанию). Объяснения могут быть получены в аргументационной семантике допустимости, приемлемости и в фундированной семантике.

Исследованы возможности расширения аппарата таблиц решений (ТР) как эффективного средства представления продукционных правил в ИСППР РВ. В качестве базовой модели рассмотрены ТР с расширенным входом, которые более выразительны и удобны для эксперта — лица, принимающего решения (ЛПР), чем таблицы с ограниченным входом. Предложен перспективный вариант развития табличных моделей на основе введения темпоральной информации в структуру ТР (timed decision tables), а также алгоритмов с применением приближенных и нечетких множеств.

Исследованы принципы диагностирования устройств на основе моделей функционирования. Предложен перспективный подход, в основе которого лежит прогнозирование предполагаемого поведения устройства по имеющейся в наличии информации и позволяющий находить одиночные и множественные неисправности, диагностировать устройства, повторно использовать готовые описания моделей функционирования для других устройств и получать объяснения причин выявленных неисправностей.

Исследованы системы поддержки истинности (СПИ), основанные на предположениях, достоинством которых является возможность работы в нескольких контекстах, что позволяет одновременно строить множество вариантов прогнозов для задач диагностики без привлечения дополнительных ресурсов. Разработаны алгоритмы и прототип СПИ для ИСППР РВ, позволяющий прогнозировать работу объекта исходя из измеренных значений входов и выходов его компонентов и предположений об их исправности.

Предложено использовать в ИСППР РВ для поиска решения так называемые «гибкие» (anytime) алгоритмы, характеризующиеся тем, что качество получаемых результатов улучшается с увеличением времени работы алгоритма, которые можно выполнять либо с заранее предусмотренным лимитом времени, либо с возможностью остановки в любой момент. Разработан ряд алгоритмов, опробованных в прототипе ИСППР РВ для мониторинга и диагностики энергетических объектов малой ГЭС.

В связи с тем, что информация, хранящаяся в реальных БД, является «зашумленной» (неточной, неполной, противоречивой и т. п.), актуальна задача исследования влияния различных видов шума на работу алгоритмов обобщения, извлекающих скрытые закономерности из БД. Наиболее используемыми методами решения данной задачи являются методы индуктивного формирования понятий, основанные на теории приближенных множеств (алгоритм GIRS), на деревьях решений (ID3, C4.5, CART) и на наборах продукционных правил (CN2). Предложен ряд модификаций данных алгоритмов для их применения в ИСППР РВ, позволяющих уменьшить влияние шума при получении обобщенных понятий и ошибки классификации.

В плане создания гибридных интеллектуальных многоагентных систем, функционирующих в условиях жесткого временного ресурса, под руководством профессора И.Б. Фоминых проводятся исследования в следующих направлениях [47—50]: моделирование рассуждений когнитивного агента в жестком реальном времени; формирование инженерии образов; формализация эмоций когнитивного агента. В рамках первого направления проведен анализ работ по методам формализации рассуждений на основе модальных и динамических логик, в частности, эпистемических модальных логик, формализующих рассуждения о знаниях. Предложена логическая система — «шаговая логика», ставшая первой реализацией более общей концепции «активной логики». Для такой логики разработаны синтаксис и процедурная семантика, а также базовые принципы моделирования рассуждений агента в условиях жесткого реального времени.

В рамках второго направления разработано теоретико-вероятностное представление образов и понятий, которые создаются в памяти в процессе обучения и характеризуются соответствующими распределениями вероятностей. Проведен сравнительный анализ категорий «образ» и «модель», «образ» и «понятие» в когнитивных процессах. Выявлено соотношение образного и понятийно-логического метода мышления, четкой и нечеткой логики в процессе обучения и решения задач ИИ. Показано, что оба подхода имеют свои достоинства и недостатки и взаимно дополняют друг друга.

В рамках третьего направления проведены исследования по формализации эмоций на основе алгебраических моделей. Выявлены виды эмоций и построен вариант алгебры эмоций как аппарата оперирования оценками специального вида, который может быть реализован как распределенная вычислительная структура (сеть). Предложен подход к оценкам сложных эмоций и вытекающих из них норм поведения, перспективный для моделирования кооперации и совместных действий автономных агентов в ИС различного типа.

На основе полученных теоретических результатов, моделей и методов за последние годы разработан и зарегистрирован в Федеральной службе по интеллекту-

альной собственности ряд программных комплексов для конструирования современных и перспективных ИС типа ИСППР (ИСППР РВ), защиты данных и других приложений: Инструментальный комплекс проектирования систем поддержки принятия решений реального времени СИМПР-WINDOWS; Система моделирования временных рассуждений на базе точечной модели времени; Система извлечения из корпоративной памяти знаний, релевантных проблемной ситуации (СКП); Программный комплекс «Темпоральные деревья решений» (Temporal Decision Trees (TDT)); Базовые модули системы моделирования принятия решений СИМПР, расширенной средствами обработки таблиц с расширенным входом; Интеллектуальная экспертная система поддержки принятия решений для диагностики сложных патологий зрения; Программный комплекс для анализа успеваемости учащихся с применением OLAP-технологии; Программа для поиска конфигураций, обеспечивающих минимум издержек компании на защитные средства и возможные потери от компьютерных атак; Анализатор DML для выявления нарушений целостности баз данных; Инструментарий для разработки моделей систем на основе темпоральных сетей Петри с поддержкой логики Аллена; Система аргументации на основе пересматриваемых рассуждений; Электронный образовательный ресурс «Обрядовые практики в Марий Эл: традиции и современное состояние»; Модуль редактирования онтологий для интеллектуальной системы на основе прецедентов; Модуль персонализации поиска на основе прецедентов для информационно-поисковых систем; Модуль ускорения поиска решения на основе модифицированного алгоритма Rete для нечеткой интеллектуальной системы; Модуль для оптимизации базы прецедентов СВР-систем.

Кафедра ПМ активно участвует в работе Российской ассоциации искусственного интеллекта (РАИИ), отделения «Кибернетика» Российской академии естественных наук (РАЕН), проводит совместно с ФИЦ ИУ РАН (ИСА РАН, ВЦ РАН), ИПУ РАН и ВЦ МГУ общероссийские семинары «Проблемы искусственного интеллекта» и «Параллельные системы и параллельные вычисления». Еремеев А.П. является заместителем главного редактора журнала «РАН. Искусственный интеллект и принятие решений», Вагин В.Н. — членом редколлегии журнала «Известия РАН. Теория и системы управления», Вагин В.Н., Еремеев А.П., Фоминых И.Б. являются членами Научного совета РАИИ и редколлегии журналов «РАН. Искусственный интеллект и принятие решений» и «Программные продукты и системы». Кафедра ПМ является одним из организаторов Центра суперкомпьютерных технологий МЭИ, а Кутепов В.П. — заместителем руководителя Центра.

Отметим также, что кафедра ПМ активно взаимодействует с учебными, академическими и научно-исследовательскими институтами России в плане учебной и научной деятельности, в том числе:

МГУ им. М.В. Ломоносова, МИФИ, МГТУ им Н.Э. Баумана, НИЯУ МИФИ, Московский государственный университет экономики, статистики и информатики «МЭСИ», НИУ «МИСИС», Таганрогский технологический институт Южного федерального университета, Тверской ГТУ, Балтийский федеральный университет им. И. Канта (г. Калининград), ФИЦ ИУ РАН, ИПУ РАН, ИПС РАН (г. Переславль-Залесский), ОАО «Концерн «Гранит-Электрон» (г. Санкт-Петербург), НПО «Алмаз-Антей» (г. Москва) и другими, а также стран СНГ и дальнего зарубежья: Белорусский государственный институт радиоэлектроники и информатики (БГУИР, г. Минск), Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева (г. Алматы), Технический университет г. Ильменау (ФРГ).

Заключение

Конечно, кафедра, как и другие подразделения МЭИ и университет в целом, имеет ряд проблем, некоторые из которых связаны и с непродуманными реформами в образовании и науке, и с нежеланием молодежи оставаться в вузах из-за большой разности в оплате в государственных институтах (университетах) и коммерческих структурах (особенно в Москве), забюрократизированностью вузовской деятельности, с падением престижа науки и сокращением финансирования и т. д. Медленнее желаемого, но тем не менее, все же идет омоложение кадрового состава кафедры. После успешной защиты кандидатских диссертаций доценты П.Р. Варшавский, И.Е. Куриленко, И.С. Михайлов, А.М. Чернецов, О.Л. Моросин, ст. преп. А.Г. Шаграев, к.т.н. И.С. Кружилов остались работать на кафедре и зарекомендовали себя как высококвалифицированные преподаватели и научные исследователи, причем первые трое уже сами руководят аспирантами. Мы уверены, что коллектив кафедры справится с проблемами и внесет свой достойный вклад в развитие и достижения НИУ «МЭИ» как ведущего технического университета и лидера в области энергетического и электротехнического образования.

В заключение хотелось бы еще раз с благодарностью отметить наших ветеранов, которые внесли (а многие и сейчас вносят) большой вклад в становление и развитие кафедры ПМ и АВТИ — Г.В. Антиповскую, О.М. Архипова, И.А. Башмакова, Г.К. Барабанову, В.Н. Вагина, Н.Е. Выборову, В.Б. Глаголева, Е.К. Грачеву, Ю.А. Дубинского, В.С. Зубова, С.С. Калитина, В.П. Климанова, Э.С. Комарову, М.П. Коношенко, Ю.П. Кораблина, В.А. Кохова, В.П. Кутепова, В.И. Луканину, В.Д. Пашинцева, Г.С. Плесневича, Д.А. Поспелова, Е.Т. Семенову, В.А. Федина, А.Б. Фролова, И.Л. Цветаеву, Н.И. Челнокова, Л.В. Чуркину, В.М. Щербина

Литература

1. **Московский** энергетический институт (технический университет). 1930—2005. М.: Изд-во МЭИ, 2005.

2. **Институт** автоматики и вычислительной техники Московского энергетического института (технического университета) (1958—2008) / под. ред. В.П. Лунина, О.С. Колосова. М.: Издательский дом МЭИ, 2008.

3. **Вагин В.Н., Еремеев А.П.** Научная школа искусственного интеллекта в Московском энергетическом институте на базе кафедры прикладной математики: становление и результаты // Вестник МЭИ. 2015. № 2. С. 29—37.

4. **Кутепов В.П., Фальк В.Н.** Асинхронные модели вычислений значений функций в языке функциональных схем // Программирование. 1978. № 3. С. 3—15.

5. **Кутепов В.П., Фальк В.Н.** Функциональные системы: теоретический и практические аспекты // Кибернетика. 1979. № 1. С. 46—58.

6. **Кутепов В.П.** Интеллектуальное управление процессами и загруженностью в вычислительных системах // Изв. РАН. Серия «Теория и системы управления». 2007. № 5. С. 58—73.

7. **Кутепов В.П., Шамаль П.Н.** Реализация языка функционального параллельного программирования FRTL на многоядерных компьютерах // Изв. РАН. Серия «Теория и системы управления». 2014. № 3. С. 46—60.

8. **Фальк В.Н.** Формальный алгоритмический язык FALGOL — тридцать лет спустя // Изв. РАН. Серия «Теория и системы управления». 2009. № 1. С. 82—88.

9. **Кутепов В.П., Фальк В.Н.** Формы, языки программирования, критерии и параметры сложности параллелизма // Программные продукты и системы. 2010. № 5. С. 16—25.

10. **Кутепов В.П., Фальк В.Н.** Функциональность направленных отношений // Вестник МЭИ. 2013. № 4. С. 193—203.

11. **Шамаева О.Ю., Чернецов А.М.** Эффективные вычисления для расчета электронной структуры больших молекул // Программные продукты и системы. 2012. № 2. С. 84—88.

12. **Буренков С.А., Шамаева О.Ю.** Параллельные вычисления как средство повышения эффективности решения задач вычислительной аэродинамики // Программные продукты и системы. 2016. № 4 (29). С. 143—148.

13. **Кружилов И.С., Чернецов А.М., Шамаева О.Ю.** Итерационное решение проблемы Вахба для ориентации космических аппаратов // Системы управления и информационные технологии. 2016. № 3. С. 79—82.

14. **Чернецов А.М.** Возможности параллельного программирования в математических пакетах // Программные продукты и системы. 2016. № 2. С. 5—10.

15. **Оленев Н.Н., Печенкин Р.В., Чернецов А.М.** Параллельное программирование в MATLAB и SIMULINK с приложениями к моделированию экономики. М.: Изд-во ВЦ РАН, 2015.

16. **Хорев П.Б.** Объектно-ориентированное программирование. М.: Академия, 2004—2012.

17. **Хорев П.Б.** Методы и средства защиты информации в компьютерных системах. М.: Академия, 2005—2008.

18. **Хорев П.Б.** Криптографические интерфейсы и их использование. М: Горячая линия-Телеком, 2007.
19. **Хорев П.Б.** Программно-аппаратная защита информации. М.: ФОРУМ, 2012—2015.
20. **Хорев П.Б., Петров С.А.** Создание эталонов для оценки защищенности программных систем с применением искусственного интеллекта. LAP LAMBERT. Academic Publishing, 2014.
21. **Хорев П.Б.** Объектно-ориентированное программирование с примерами на С. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2016.
22. **Вагин В.Н.** Дедукция и обобщение в системах принятия решений. М.: Наука Физматлит, 1988.
23. **Искусственный интеллект.** М.: Радио и связь, 1990.
24. **Башлыков А.А., Еремеев А.П.** Экспертные системы поддержки принятия решений в энергетике. М.: Изд-во МЭИ, 1994.
25. **Башмаков А.И., Башмаков И.А.** Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. М.: Филинь, 2003.
26. **Башмаков А.И., Башмаков И.А.** Интеллектуальные информационные технологии. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005.
27. **Вагин В.Н., Головина Е.Ю., Загорянская Н.А., Фомина М.Б.** Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах. М.: Физматлит, 2004.
28. **Вагин В.Н., Головина Е.Ю., Загорянская Н.А., Фомина М.Б.** Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах. М.: Физматлит, 2008.
29. **Интеллектуальные системы.** Коллективная монография / под ред. В.М. Курейчика. М.: Физматлит, 2005—2013
30. **Eremeev A.P., Vagin V.N.** Method and tools for modeling reasoning in diagnostic systems // ICEIS 2009: Proc. 11th Intern. Conf. Enterprise Information Systems. 2009. V. AIDSS. Pp. 271—276.
31. **Еремеев А.П., Подогов И.Ю.** Методы подкрепленного обучения для систем поддержки принятия решений реального времени // Вестник МЭИ. 2009. № 2. С. 153—161.
32. **Еремеев А.П., Митрофанов Д.Ю.** Методы удовлетворения временных ограничений в интеллектуальных системах поддержки принятия решений реального времени // Программные продукты и системы. 2010. № 1. С. 18—23.
33. **Eremeev A.P., Vagin V.N.** Common Sense Reasoning in Diagnostic Systems // Efficient Decision Support Systems — Practice and Challenges from Current to Future. 2004. Pp. 99—120.
34. **Еремеев А.П., Куриленко И.Е.** Темпоральные модели на основе логики ветвящегося времени в интеллектуальных системах // Изв. РАН. Серия «Искусственный интеллект и принятие решений». 2011. № 1. С. 14—26.
35. **Фоминых И.Б., Еремеев А.П.** Методы представления и обработки неопределенной информации в интеллектуальных системах поддержки принятия решений // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2012. № 1. С. 44—52.
36. **Вагин В.Н., Фомина М.В., Антипов С.Г.** Моделирование алгоритмов индуктивного формирования понятий в «зашумленных» базах данных // НТИ. Серия 2. Информационные процессы и системы. 2013. № 7. С. 20—32.
37. **Vagin V.N., Fomina M.V., Antipov S.G.** Modeling of Algorithms of Inductive Concept Formation in «Noisy» Databases // Automatic Documentation and Mathematical Linguistics. 2013. V. 47. No. 4. Pp. 151—161.
38. **Еремеев А.П., Еремеев А.А.** Интеграция технологии OLAP и нечетких множеств для обработки неопределенных и неточных данных в системах поддержки принятия решений // Программные продукты и системы. 2013. № 1. С. 6—11.
39. **Башлыков А.А., Еремеев А.П.** Семиотические системы реального времени для интеллектуальной поддержки принятия решений при управлении сложными технологическими объектами // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2013. № 5. Т. 11. С. 49—57.
40. **Fomina M.V., Eremeev A.P., Vagin V.N.** Noise Models in Inductive Concept Formation // ICEIS 2013: Proc. 15th Intern. Conf. Enterprise Information Systems, Angers Loire Valley. 2013. No. 1. Pp. 444—450.
41. **Вагин В.Н., Еремеев А.П.** Модели, методы и инструментальные средства разработки интеллектуальных систем поддержки принятия решений на основе нетрадиционных логик // Вопросы кибернетики. М.: Спутник +, 2014. С. 113—132.
42. **Еремеев А.П., Королев Ю.И.** Анализ и верификация моделей процессов в сложных динамических системах // Известия РАН. Серия «Искусственный интеллект и принятие решений». 2015. № 1. С. 45—56.
43. **Варшавский П.Р., Алехин Р.В., Ар Кар Мью, Зо Лин Кхайнг.** Реализация прецедентного модуля для интеллектуальных систем // Программные продукты и системы. 2015. № 2. С. 26—31.
44. **Вагин В.Н., Моросин О.Л.** Программная реализация системы аргументации со степенями обоснования // Программные продукты и системы. 2015. № 1. С. 21—27.
45. **Eremeev A.P., Korolev Yu.I.** Temporal Coloured Petri Nets as a Tool for Modelling of Complex Dynamic Systems // Intelligent Information Technologies for Industry: Proc. First Intern. Sci. Conf. 2016. V. 1. Pt. V. Pp. 339—348.
46. **Vagin, V.N., Morosin, O.L., Fomina, M.V.** Inductive Inference and Argumentation Methods in Modern Intelligent Decision Support Systems // J. Computer and Systems Sci. Intern. 2016. V. 55 (1). Pp. 79—95.
47. **Фоминых И.Б.** Об одном классе синергических интеллектуальных систем: некоторые итоги и перспективы // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2013. № 6. С. 20—28.
48. **Фоминых И.Б., Виньков М.М., Пожидаев А.К.** Активная логика и логическое программирование // Программные продукты и системы. 2015. № 3. С. 42—48.
49. **Виньков М.М., Фоминых И.Б.** Аргументационная семантика для шаговых теорий активной логики

с грануляцией времени // Известия РАН. Серия «Искусственный интеллект и принятие решений». 2015. № 3. С. 95—101.

50. **Fominykh I., Vinkov M.** Paraconsistency of Argumentation Semantics for Stepping Theories of Active Logic // Intelligent Information Technologies for Industry: Proc. First Intern. Sci. Conf. 2016. V. 450. Pp. 171—180.

References

1. **Moskovskiy Energeticheskiy Institut (Tekhnicheskiy Universitet).** 1930—2005. M.: Izd-Vo MPEI, 2005. (in Russian).
2. **Institut Avtomatiki i Vychislitel'noy Tekhniki Moskovskogo Energeticheskogo Instituta (Tekhnicheskogo Universiteta) (1958—2008) / pod. red. V.P. Lunina, O.S. Kolosova.** M.: Izdatel'skiy Dom MPEI, 2008. (in Russian).
3. **Vagin V.N., Ereemeev A.P.** Nauchnaya Shkola Iskusstvennogo Intellekta v Moskovskom Energeticheskom Institute na Baze Kafedry Prikladnoy Matematike: Stanovlenie i Rezul'taty. MPEI Vestnik. 2015;2:29—37. (in Russian).
4. **Kutepov V.P., Fal'k V.N.** Asinhronnye Modeli Vychisleniy Znacheniy Funktsiy v Yazyke Funktsional'nyh Skhem. Programmirovanie. 1978;3:3—15. (in Russian).
5. **Kutepov V.P., Fal'k V.N.** Funktsional'nye Sistemy: Teoreticheskiy i Prakticheskie Aspekty. Kibernetika. 1979;1:46—58. (in Russian).
6. **Kutepov V.P.** Intellektual'noe Upravlenie Protssami i Zagruzhennost'yu v Vychislitel'nyh Sistemah. Izv. RAN. Seriya Teoriya i Sistemy Upravleniya. 2007;5:58—73. (in Russian).
7. **Kutepov V.P., Shamal' P.N.** Realizatsiya Yazyka Funktsional'nogo Parallelnogo Programmirovaniya FPTL na Mnogoyadernyh Komp'yuterah. Izv. Ran. Seriya Teoriya i Sistemy Upravleniya. 2014;3:46—60. (in Russian).
8. **Fal'k V.N.** Formal'nyy Algoritmicheskyy Yazyk Falgol — Tridtsat' Let Spustya. Izv. RAN. Seriya Teoriya i Sistemy Upravleniya. 2009;1:82—88. (in Russian).
9. **Kutepov V.P., Fal'k V.N.** Formy, Yazyki Programmirovaniya, Kriterii i Parametry Slozhnosti Parallelizma. Programmnye Produkty i Sistemy. 2010;5:16—25. (in Russian).
10. **Kutepov V.P., Fal'k V.N.** Funktsional'nost' Napravlennyh Otnosheniy. MPEI Vestnik. 2013;4:193—203. (in Russian).
11. **Shamaeva O.Yu., Chernetsov A.M.** Effektivnye Vychisleniya dlya Rascheta Elektronnoy Struktury Bol'shih Molekul. Programmnye Produkty i Sistemy. 2012;2:84—88. (in Russian).
12. **Burenkov S.A., Shamaeva O.Yu.** Parallelnye Vychisleniya kak Sredstvo Povysheniya Effektivnosti Resheniya Zadach Vychislitel'noy Aerodinamiki. Programmnye Produkty i Sistemy. 2016;4 (29):143—148. (in Russian).
13. **Kruzhilov I.S., Chernetsov A.M., Shamaeva O.Yu.** Iteratsionnoe Reshenie Problemy Vahba dlya Orientatsii Kosmicheskikh Apparatov. Sistemy Upravleniya i Informatsionnye Tekhnologii. 2016;3:79—82. (in Russian).
14. **Chernetsov A.M.** Vozможности Parallelnogo Programmirovaniya v Matematicheskikh Paketah. Programmnye Produkty i Sistemy. 2016;2:5—10. (in Russian).
15. **Olenev N.N., Pechenkin R.V., Chernetsov A.M.** Parallelnoe Programmirovanie v Matlab i Simulink s Prilozheniyami k Modelirovaniyu Ekonomiki. M.: Izd-Vo VTS RAN, 2015. (in Russian).
16. **Horev P.B.** Ob'ektno-orientirovannoe Programmirovanie. M.: Akademiya, 2004—2012. (in Russian).
17. **Horev P.B.** Metody i Sredstva Zashchity Informatsii v Komp'yuternyh Sistemah. M.: Akademiya, 2005—2008. (in Russian).
18. **Horev P.B.** Kriptograficheskie Interfeysy i ih Ispolzovanie. M: Goryachaya Liniya-Telekom, 2007. (in Russian).
19. **Horev P.B.** Programmno-Apparatnaya Zashchita Informatsii. M.: Forum, 2012—2015. (in Russian).
20. **Horev P.B., Petrov S.A.** Sozdanie Etalonov dlya Otsenki Zashchishchennosti Programmnyh Sistem s Primeneniem Iskusstvennogo Intellekta. Lap Lambert. Academic Publishing, 2014. (in Russian).
21. **Horev P.B.** Ob'ektno-orientirovannoe Programmirovanie s Primerami na C. M.: Forum; Infra-M, 2016. (in Russian).
22. **Vagin V.N.** Deduktsiya i Obobshchenie v Sistemah Prinyatiya Resheniy. M.: Nauka; Fizmatlit, 1988. (in Russian).
23. **Iskustvennyy Intellekt.** M.: Radio i Svyaz', 1990. (in Russian).
24. **Bashlykov A.A., Ereemeev A.P.** Ekspertnye Sistemy Podderzhki Prinyatiya Resheniy v Energetike. M.: Izd-Vo MPEI, 1994. (in Russian).
25. **Bashmakov A.I., Bashmakov I.A.** Razrabotka Komp'yuternyh Uchebnikov i Obuchayushchih Sistem. M.: Filin13, 2003. (in Russian).
26. **Bashmakov A.I., Bashmakov I.A.** Intellektual'nye Informatsionnye Tekhnologii. M.: Izd-Vo MGTU im. N.E. Bauman, 2005. (in Russian).
27. **Vagin V.N., Golovina E.Yu., Zagoryanskaya N.A., Fomina M.B.** Dostovernyy i Pravdopodobnyy Vyvod v Intellektual'nyh Sistemah. M.: Fizmatlit, 2004. (in Russian).
28. **Vagin V.N., Golovina E.Yu., Zagoryanskaya N.A., Fomina M.B.** Dostovernyy i Pravdopodobnyy Vyvod v Intellektual'nyh Sistemah. M.: Fizmatlit, 2008. (in Russian).
29. **Intellektual'nye Sistemy.** Kollektivnaya Monografiya / pod red. V.M. Kureychika. M.: Fizmatlit, 2005—2013. (in Russian).
30. **Ereemeev A.P., Vagin V.N.** Method and Tools for Modeling Reasoning in Diagnostic Systems. Iceis 2009: Proc. 11th Intern. Conf. Enterprise Information Systems. 2009;AIDSS.:271—276.
31. **Ereemeev A.P., Podogov I.Yu.** Metody Podkreplennogo Obucheniya dlya Sistem Podderzhki Prinyatiya Resheniy Real'nogo Vremeni. MPEI Vestnik. 2009;2:153—161. (in Russian).

32. **Eremeev A.P., Mitrofanov D.Yu.** Metody Udovletvoreniya Vremennyh Ogranicheniy v Intel'ktual'nyh Sistemah Podderzhki Prinyatiya Resheniy Real'nogo Vremeni. Programmnye Produkty I Sistemy. 2010;1:18—23. (in Russian).
33. **Eremeev A.P., Vagin V.N.** Common Sense Reasoning in Diagnostic Systems. Efficient Decision Support Systems — Practice and Challenges from Current to Future. 2004:99—120.
34. **Eremeev A.P., Kurilenko I.E.** Temporal'nye Modeli na Osnove Logiki Vetyvashchegosya Vremeni v Intel'ktual'nyh Sistemah. Izv. RAN. Seriya Iskusstvennyy Intel'kt i Prinyatie Resheniy. 2011;1:14—26. (in Russian).
35. **Fominyh I.B., Eremeev A.P.** Metody Predstavleniya i Obrabotki Neopredelennoy Informatsii v Intel'ktual'nyh Sistemah Podderzhki Prinyatiya Resheniy. Problemy Mashinostroeniya i Avtomatizatsii. 2012;1:44—52. (in Russian).
36. **Vagin V.N., Fomina M.V., Antipov S.G.** Modelirovanie Algoritmov Induktivnogo Formirovaniya Ponyatiy v «Zashumlennyh» Bazah Danyh. NTI. Seriya 2. Informatsionnye Protsessy i Sistemy. 2013;7:20—32. (in Russian).
37. **Vagin V.N., Fomina M.V., Antipov S.G.** Modeling of Algorithms of Inductive Concept Formation in «Noisy» Databases. Automatic Documentation and Mathematical Linguistics. 2013;47;4:151—161.
38. **Eremeev A.P., Eremeev A.A.** Integratsiya Tekhnologii OLAP i Nечetkih Mnozhestv dlya Obrabotki Neopredelennyh i Netochnyh Danyh v Sistemah Podderzhki Prinyatiya Resheniy. Programmnye Produkty i Sistemy. 2013;1:6—11. (in Russian).
39. **Bashlykov A.A., Eremeev A.P.** Semioticheskie Sistemy Real'nogo Vremeni dlya Intel'ktual'nyh Podderzhki Prinyatiya Resheniy pri Upravlenii Slozhnyimi Tekhnologicheskimi Ob'ektami. Informatsionno-Izmeritel'nye i Upravlyayushchie Sistemy. 2013;5;11:49—57. (in Russian).
40. **Fomina M.V., Eremeev A.P., Vagin V.N.** Noise Models in Inductive Concept Formation. Iceis 2013: Proc. 15th Intern. Conf. Enterprise Information Systems, Angers Loire Valley. 2013;1:444—450.
41. **Vagin V.N., Eremeev A.P.** Modeli, Metody i Instrumental'nye Sredstva Razrabotki Intel'ktual'nyh Sistem Podderzhki Prinyatiya Resheniy na Osnove Netraditsionnyh Logik. Voprosy Kibernetiki. M.: Sputnik +, 2014:113—132. (in Russian).
42. **Eremeev A.P., Korolev Yu.I.** Analiz i Verifikatsiya Modeley Protsessov v Slozhnyh Dinamicheskikh Sistemah. Izvestiya RAN. Seriya Iskusstvennyy Intel'kt i Prinyatie Resheniy. 2015;1:45—56. (in Russian).
43. **Varshavskiy P.R., Alekhin R.V., Ar Kar M'o, Zo Lin Khaing.** Realizatsiya Pretsedentnogo Modulya dlya Intel'ktual'nyh Sistem. Programmnye Produkty i Sistemy. 2015;2:26—31. (in Russian).
44. **Vagin V.N., Morosin O.L.** Programmная Realizatsiya Sistemy Argumentatsii so Stepenyami Obosnovaniya. Programmnye Produkty i Sistemy. 2015;1:21—27. (in Russian).
45. **Eremeev A.P., Korolev Yu.I.** Temporal Coloured Petri Nets as a Tool for Modelling of Complex Dynamic Systems. Intelligent Information Technologies for Industry: Proc. First Intern. Sci. Conf. 2016;1;V:339—348.
46. **Vagin, V.N., Morosin, O.L., Fomina, M.V.** Inductive Inference and Argumentation Methods in Modern Intelligent Decision Support Systems. J. Computer And Systems Sci. Intern. 2016;55:79—95.
47. **Fominyh I.B.** Ob Odnom Klasse Sinergicheskikh Intel'ktual'nyh Sistem: Nekotorye Itogi i Perspektivy. Informatsionno-izmeritel'nye i Upravlyayushchie Sistemy. 2013;6:20—28. (in Russian).
48. **Fominyh I.B., Vin'kov M.M., Pozhidaev A.K.** Aktivnaya Logika i Logicheskoe Programirovanie. Programmnye Produkty i Sistemy. 2015;3:42—48. (in Russian).
49. **Vin'kov M.M., Fominyh I.B.** Argumentatsionnaya Semantika dlya Shagovyh Teoriy Aktivnoy Logiki s Granulyatsiey Vremeni. Izvestiya RAN. Seriya Iskusstvennyy Intel'kt i Prinyatie Resheniy. 2015;3:95—101. (in Russian).
50. **Fominykh I., Vinkov M.** Paraconsistency of Argumentation Semantics for Stepping Theories of Active Logic. Intelligent Information Technologies for Industry: Proc. First Intern. Sci. Conf. 2016;450:171—180.

Сведения об авторах

Вагин Вадим Николаевич — доктор технических наук, профессор кафедры прикладной математики НИУ «МЭИ»

Еремеев Александр Павлович — доктор технических наук, заведующий кафедрой прикладной математики НИУ «МЭИ», e-mail: eremeev@appmat.ru

Кутепов Виталий Павлович — доктор технических наук, профессор кафедры прикладной математики НИУ «МЭИ»

Фальк Вадим Николаевич — доктор технических наук, профессор кафедры прикладной математики НИУ «МЭИ»

Фоминых Игорь Борисович — доктор технических наук, профессор кафедры прикладной математики НИУ «МЭИ»

Information about authors

Vagin Vadim N. — Dr.Sci. (Techn.), Professor of Applied Mathematics Dept., NRU MPEI

Eremeev Aleksandr P. — Dr.Sci. (Techn.), Head of Applied Mathematics Dept., NRU MPEI, e-mail: eremeev@appmat.ru

Kutepov Vitaliy P. — Dr.Sci. (Techn.), Professor of Applied Mathematics Dept., NRU MPEI

Fal'k Vadim N. — Dr.Sci. (Techn.), Professor of Applied Mathematics Dept., NRU MPEI

Fominykh Igor B. — Dr.Sci. (Techn.), Professor of Applied Mathematics Dept., NRU MPEI

Статья поступила в редакцию 05.03.2017