

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»

**ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА
И ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ**

**APPLIED MATHEMATICS
AND CONTROL SCIENCES**

№ 4

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета
2018

DOI: 10.15593/2499-9873/2018.4.06

УДК 004.8

Л.Н. Ясницкий

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

**РАЗВИТИЕ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ ИСКУССТВЕННОГО
ИНТЕЛЛЕКТА В ПЕРМСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ:
ИСТОРИЯ И НАУЧНЫЙ ПРИОРИТЕТ
(ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ)**

Статья написана по мотивам ежегодно проходящей в Перми Всероссийской научно-практической конференции «Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века», (<http://www.permai.ru/files/26.05.2018.pdf>) по результатам деятельности Пермского отделения Научного совета Российской академии наук по методологии искусственного интеллекта, а также нескольких кафедр Пермского государственного национального исследовательского университета, Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета, Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», Пермского государственного медицинского университета им. академика Е.А. Вагнера. Обзор охватывает работы, в которых развиваются и применяются методы искусственного интеллекта в классическом понимании, т.е. моделирующие интеллектуальную деятельность человека путем имитации природных механизмов. Это экспертные системы, генетические алгоритмы, нейронные сети, нечеткая математика. Отмечается научный приоритет пермских ученых в области развития теоретических основ и практических приложений искусственного интеллекта.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейронная сеть, экспертная система, генетический алгоритм, теория, практика, моделирование, прогнозирование, оптимизация, распознавание, обработка данных, извлечение знаний.

L.N. Yasnitsky

Perm State University, Perm, Russian Federation

**ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PERM UNIVERSITIES:
HISTORY AND SCIENTIFIC PRIORITY
(REVIEW ARTICLE)**

The article is based on the annual Perm All-Russian scientific and practical conference "Artificial intelligence in solving urgent social and economic problems of the XXI century" (<http://www.permai.ru/files/26.05.2018.pdf>). It is also a brief overview of the results of the Perm branch of the Scientific Council of the Russian Academy of Sciences on the methodology of artificial intelligence, as well as several departments of the Perm state University, Perm state humanitarian pedagogical University, National research University Higher school of Economics, Perm state medical University. The review covers the works that develop and apply the methods of artificial intelligence in the classical sense, i.e., those methods that simulate human intellectual activity by simulating natural mechanisms.

These are expert systems, genetic algorithms, neural networks, fuzzy mathematics. The scientific priority of Perm scientists in the development of theoretical foundations and practical applications of artificial intelligence is emphasized.

Keywords: Artificial intelligence, neural network, expert system, genetic algorithm, theory, practice, modeling, forecasting, optimization, recognition, data processing, knowledge extraction.

Своим появлением в Перми искусственный интеллект обязан организатору и научному руководителю первого в Перми вычислительного центра, созданного на базе Пермского государственного универ-



Рис. 1. Основатель пермской научной школы искусственного интеллекта Ю.В. Девингталь

ситета (позднее переименованного в ПГНИУ), основателю кафедры прикладной математики Юрию Владимировичу Девингталю (рис. 1). В вычислительном центре им была сформирована исследовательская группа, занимавшаяся распознаванием образов. Его работы 1968–1976 гг. [16, 17] положили начало пермским исследованиям в области искусственного интеллекта. В 1973 г. Л.Н. Ясницкий [78] предложил оригинальный метод точного аналитического решения краевых задач теории гармонических функций и линейной теории упругости, впоследствии названный методом фиктивных канонических областей (ФКО) [72, 75, 87, 103–105]. Для реализации метода ФКО

была создана интеллектуальная система, моделирующая знания, интуицию и опыт классических математиков XIX–XX вв. [7, 56, 57, 62, 86, 88]. Развитию метода ФКО и его применению посвящена защищенная в 2006 г. кандидатская диссертация С.Л. Гладкого [5]. Его программа REGIONS (<http://inec.pspu.ru/regions/>) является уникальной, не имеющей аналогов экспертной системой, успешно примененной для прочностных расчетов и проектирования инженерных конструкций ответственного назначения [6, 7–12, 18, 23, 26, 42, 67, 71, 72, 77].

В 2001 г. вышла в свет книга Л.Н. Ясницкого «Введение в искусственный интеллект» [56], посвященная памяти Юрия Владимировича Девингталя. Книга является учебно-методическим пособием и охватывает широкий круг вопросов – от проблем творчества, сочинения стихов и музыкальных произведений до решения краевых задач математической физики. Впоследствии книга стала достаточно популярной,

и, по данным eLIBRARY, на три ее последних издания [57] зафиксировано более 300 цитирований.

В 2001 г. начинается проект создания нейросетевой системы диагностики авиационных двигателей. Работа выполняется в сотрудничестве с ОАО «Авиадвигатель». В ПГНИУ поставляются сведения о дефектах, обнаруженных при исследовании двигателей, прибывших в ремонт, а также комплекс полетных параметров, характеризующих работу двигателя за время эксплуатации на самолете. Таким образом, формируются обучающие и тестирующие множества примеров, создается нейронная сеть, на вход которой подаются параметры двигателя в полете, а с выхода снимаются сведения о его дефектах (рис. 2).

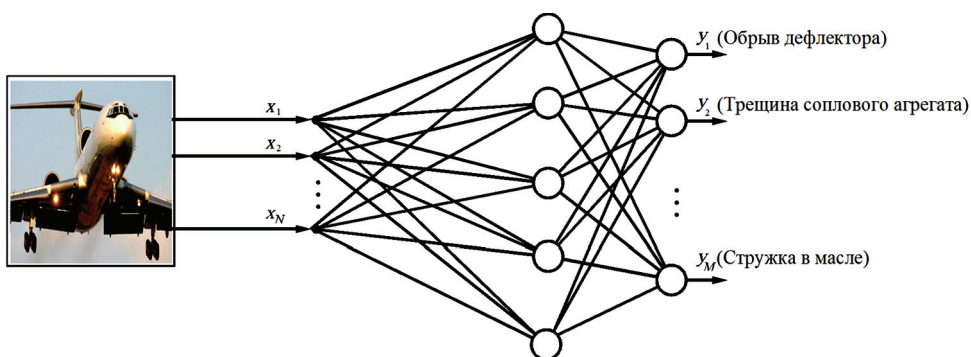


Рис. 2. Принципиальная схема нейросетевой системы диагностики авиационных двигателей

Нейронная сеть обучается и проходит тестовые испытания на примерах, которых не было в обучающем множестве. Устраиваются дополнительные проверки. Ученым предоставляется комплекс полетных параметров авиадвигателя без указания сведений о его дефектах. Параметры подаются на вход нейронной сети, и она ставит диагнозы, которые сравниваются с результатами заводских исследований, полученными при разборке двигателя [29].

По одному из двигателей нейросеть ставит диагноз «Появление стружки в масле», совпадающий с результатами заводских исследований. Между тем экспертный анализ специалистов ОАО «Авиадвигатель» показал отсутствие изменения параметров двигателя (температура, давление и др.), которые могли бы быть вызваны появлением указанного дефекта. Следовательно, нейросеть, на вход которой подаются

именно эти параметры двигателя, принципиально не должна ставить диагноз «стружка в масле». Но она его ставит, и оказывается права... Складывается впечатление, что нейронная сеть принимает правильные решения, используя информацию, недостаточную с точки зрения традиционной логики. В жизни это свойство мозга принято называть «интуицией», или «шестым чувством». В связи с этим в работе [57] высказывается мнение, что нейронная сеть, выполненная «по образу и подобию» мозга, унаследовала от своего прототипа и это замечательное свойство.

Но специалисты ОАО «Авиадвигатель» предлагают более приземленные объяснения парадокса. По их мнению, нейросеть могла среагировать на изменения конфигурации деталей, вызванные загрязнением лопаток проточной части, приработкой деталей, или на совокупность изменений параметров внешних условий и соответствующих изменений параметров, характеризующих техническое состояние двигателя. Окончательно был сделан вывод о том, что нейросеть способна в неявном виде более точно определять индивидуальные характеристики двигателей, чем традиционные инженерные методы анализа параметров. Другой предполагаемой способностью нейросети является возможность выявления таких изменений параметров, которые не были предусмотрены специалистами при разработке традиционных алгоритмов диагностирования авиационных двигателей.

Позднее не раз наблюдалось, как нейросети ставили правильные диагнозы и выполняли подтвердившиеся впоследствии прогнозы, объяснить которые в рамках традиционной логики было затруднительно, а термины «интуиция» и «шестое чувство нейронных сетей», впервые введенные в книге [57], стали употребляться многими авторами.

В 2003 г. появляется идея создания нейросетевого детектора лжи. Главный полиграфолог Пермского края полковник Аскольд Маркович Петров проводит экскурсию для пермских ученых. Его полиграфный аппарат системы «Эпос-7» безошибочно уличает всех желающих его обмануть. Ученые выражают свое восхищение, но Аскольд Маркович возражает. Оказывается, три года назад с помощью детектора лжи им было раскрыто преступление, и за него был осужден человек. А совсем недавно с повинной явился настоящий преступник. Оказывается, штатный детектор лжи, применяемый в МВД России, может ошибать-

ся. Причем, довольно часто. Согласно паспортным данным погрешность заключений полиграфного аппарата «Эпос-7» составляет 30 %.

Низкая точность штатного детектора лжи обусловлена тем, что к разным людям, по-разному реагирующим на стрессовые ситуации, применяется одна и та же система решающих правил. Между тем известно, что у одних людей при ложном ответе дыхание учащается, а у других – наоборот, замедляется. Аналогично «ведут себя» артериальное давление, частота сердечных сокращений и т.д. Учесть это обстоятельство и создать интеллектуальную систему, которая бы настраивалась на каждого конкретного человека и учитывала индивидуальные особенности его организма, позволила нейронная сеть, спроектированная и обученная благодаря долгой и кропотливой работе коллектива сотрудников Управления внутренних дел (УВД) Пермского края, ПГГПУ и ПГНИУ [20, 37, 80, 81]. Наиболее результативной оказалась схема нейронной сети с комбинированным вводом параметров респондента, представленная на рис. 3 и защищенная в кандидатской диссертации З.И. Сичиной. Данные об индивидуальных особенностях организма респондента в его нейронную сеть подавались с заранее составленной анкеты. Погрешность нейросетевого полиграфного аппарата в разных вариантах исполнения составила от 3,5 до 19,8 %, что значительно ниже погрешности штатных полиграфных аппаратов, применяемых в МВД и других госструктурах РФ.

В 2005 г. это был первый в мире нейросетевой интеллектуальный детектор лжи [37].

Постепенно клеймо «лженауки» с искусственного интеллекта снимается не только на официальном уровне, а нейронные сети перестают называть «тупиковым научным направлением». Их включают в государственные образовательные стандарты вузов. В 2005 г. в ПГГПУ создается кафедра прикладной информатики, на базе которой открывается Пермское отделение Научного совета РАН по методологии искусственного интеллекта (www.PermAi.ru). В план его работы вошли темы, уже ставшие традиционными. Это разработка систем искусственного интеллекта для решения задач диагностики сложных технических устройств [29, 67, 68], систем медицинской диагностики человека [63–65, 100–102], систем прогнозирования фондовых рынков [41], систем прогнозирования расхода электрической и тепловой энергии

предприятиями бюджетной сферы [2], моделирование творческого процесса математика-профессионала, выполняющего решение краевых задач [7, 56] и др.

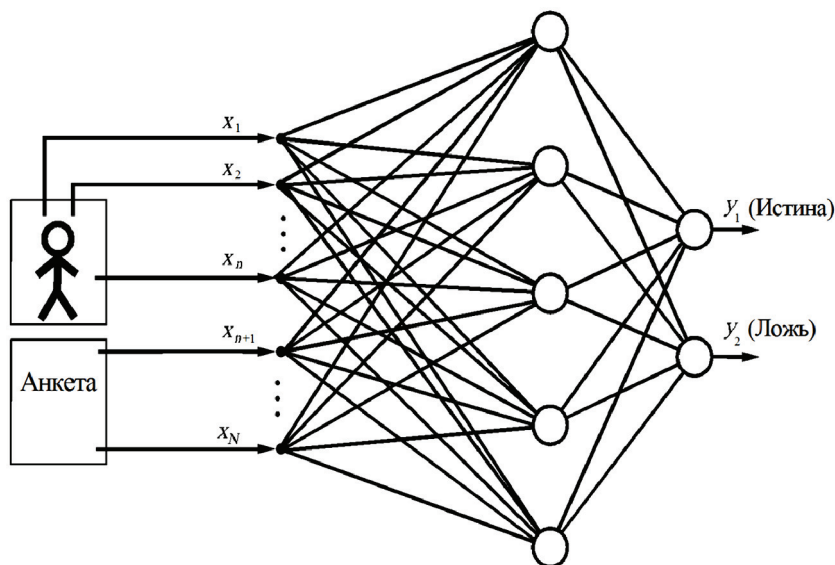


Рис. 3. Принципиальная схема нейросетевого детектора лжи [37]

В 2007 г. в книге [67], а также в статьях [79, 90] были опубликованы результаты уникальной попытки применения аппарата нейросетевого моделирования в области политологии (рис. 4) – была спрогнозирована победа Д.А. Медведева за полтора года до президентских выборов 2008 г., когда его личность как политика еще была малоизвестна. В работах [79, 90], опубликованных в 2008 и 2010 гг., когда президент Д.А. Медведев был на вершине своей популярности, ему прогнозировалось снижение рейтинга (рис. 5, а), тогда как другому политику – В.В. Жириновскому – прогнозные кривые предсказали постепенный рост популярности (рис. 5, б), что и наблюдалось в последующие годы.

В 2012 г. факультет государственного управления Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова перепечатал методику и результаты сбывшихся политических прогнозов пермских ученых (см. рис. 4, 5) в качестве вводной статьи в своем сборнике научных трудов [91].



Рис. 4. Прогноз результатов голосований, опубликованный в [67] за полтора года до президентских выборов 2008 г.

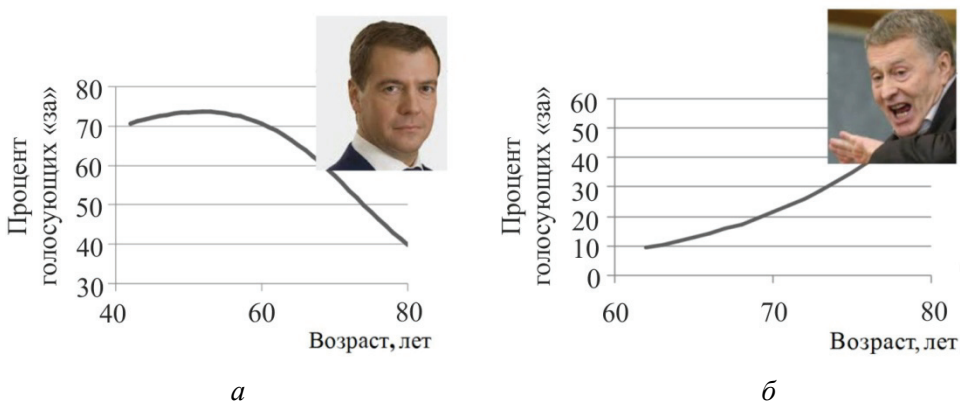


Рис. 5. Зависимость рейтинга Д.А. Медведева (а) и В.В. Жириновского (б) от их возраста. Опубликовано в 2008 г. [79, 90]

В 2013 г. закончился финансируемый Правительством Пермского края и Группой компаний ИВС проект создания медицинской диагностической системы, выполняемый совместно с ПГМУ имени академика Е.А. Вагнера. Обученная на тысячах данных о реальных кардиологических больных, нейронная сеть с достаточно высокой точностью ставит диагнозы наиболее распространенных заболеваний сердечно-сосудистой системы [64]. Применение компьютерной диагностической системы на сегодняшний день наиболее актуально в отдаленных селах, где отсутствуют высококвалифицированные специалисты и медицинское оборудование. Кроме того, по мнению авторитетных врачей-кардиологов, выявленные в результате исследования

нейросетевой системы новые медицинские знания имеют как научное, так и практическое значение [63–65, 100–102].

К этому следует добавить, что в мире сейчас существуют сотни нейросетевых систем медицинской диагностики, однако только система, разработанная пермскими учеными, помимо диагностики, умеет выполнять долгосрочное прогнозирование развития заболеваний на 5, 10 и 15 лет вперед, а также управлять этими прогнозами – подбирать оптимальный образ жизни и схему лечения больных, желающих улучшить свои прогнозные показатели здоровья.

В 2014 г. защищает докторскую диссертацию А.Л. Гусев. С помощью Нейропакета [33] и оригинальной методики функциональной предобработки входных сигналов [15] ему удалось разработать и внедрить меры по оптимизации деятельности Роспотребнадзора в области гигиенической безопасности населения некоторых регионов РФ [61, 66].

Пионерскими можно назвать работы, посвященные применению нейросетевых технологий для моделирования успеваемости студентов [38] и их будущей успешности [73], что позволяет оптимизировать траектории обучения студентов.

Пермскими учеными реализованы десятки проектов в самых различных областях. Результаты некоторых проектов, хотя и были в свое время опубликованы в научных журналах, выглядели весьма необычными и даже вызвали сомнения. Теперь же их можно считать признанными научной общественностью, а прогнозы, выполненные с помощью интеллектуальных систем, подтвердились произошедшими событиями либо выполненными экспериментами. Результаты некоторых проектов получили внедрение. Однако большинство из них являются инициативными, доведены только до демонстрационных прототипов и ждут своих потребителей. Это проекты создания интеллектуальных систем, позволяющих выявлять способности людей, например способности к руководящей деятельности, к занятиям наукой и бизнесом [68, 82]. Такие программы способны также выявлять склонность человека к воровству, алкоголизму, наркомании [60], депрессии [31], к насилию и серийным убийствам [55] и т.п. В отличие от широко применяемых психологических тестов, эти программы, в силу своей интеллектуальной базы, обучены на реальном жизненном опыте и используют выявленные из этого опыта закономерности, а потому объективны по своей природе и имеют более высокую точность.

В свое время в средствах массовой информации были опубликованы результаты прогнозов, полученных пермскими учеными относительно Олимпиады–2014 (www.perm.aif.ru/society/people/1034930). Были также опубликованы [58] полученные в результате исследования математических моделей рекомендации по корректировке системы подготовки спортсменов, которые были доведены до сведения и учтены некоторыми российскими тренерами, например известным тренером по фигурному катанию на коньках А.Н. Мишиным: <http://www.poisknews.ru/theme/infosphere/8916/>.

По этому поводу следует заметить, что спортивная тема в работах пермских ученых является сравнительно новой и выполняется пока как инициативная, без финансовой поддержки, причем главным образом силами студентов пермских вузов. И то, что опубликовано в СМИ, – это лишь небольшая часть всего, что можно сделать в области спортивной науки с помощью разработанных интеллектуальных инструментов. Наиболее адекватные математические модели удалось получить для одиночных видов спорта, например для фигурного катания, легкой атлетики [58, 70]. Такие модели можно использовать не только для прогнозов результатов будущих состязаний, но и для оптимизации программ подготовки спортсменов, обеспечивающих их наилучшие результаты. Также могут быть получены рекомендации по улучшению результативности спортивных команд [51].

Отметим, что нейросетевыми технологиями в настоящее время активно овладевают многие научные коллективы как в России, так и за рубежом. Однако теоретическая база этих технологий пока что развита очень слабо, поэтому успех создания качественных нейросетевых математических моделей во многом зависит от опыта и интуиции их создателей. Каждая научная школа имеет свою историю, традиции, свои собственные наработки, методы, опыт, ноу-хау. Пермское отделение Научного совета РАН в этом смысле не является исключением. Его опыт, наработки и инструменты могут быть применены для создания интеллектуальных систем, предназначенных для оптимизации подготовки спортсменов, для разработки рекомендаций, учитывающих их индивидуальные параметры и особенности, которые человеческому глазу не заметны.

Необходимо отметить, что в Перми выполняются теоретические исследования, направленные на познание самой природы человеческого мышления с целью развития методологической и инструментальной

баз искусственного интеллекта. Так, в работе [32] предложена модификация генетического алгоритма, расширяющая дарвиновское учение путем добавления факторов, действующих в социальной сфере, – самосовершенствование особей. В работе [43] предложен нейросетевой алгоритм выявления выбросов статистической информации. В работе [22] рассмотрены вопросы выбора оптимального количества обучающих примеров в задачах распознавания образов. В работах [13, 14] предложен метод повышения точности нейросетевых моделей путем удаления примеров из обучающего множества, выпадающих из общей закономерности. В работе [57] введено понятие и продемонстрировано на примере проявление свойства интуиции нейронных сетей.

В Перми созданы основы теории эмоциональных роботов [34–36]. Предпринимаются попытки решения проблемы невербальности нейронных сетей [46], исследования границ их применимости [44], делаются прогнозы и обсуждаются вопросы прогнозирования будущего искусственного интеллекта [67, 83]. Делаются доклады и публикуются статьи, защищающие приоритет советской и российской науки в области искусственного интеллекта [59, 76].

Со временем проект создания научной школы искусственного интеллекта в Перми стал по-настоящему межвузовским и междисциплинарным. В его выполнение были вовлечены практически все пермские вузы и многие IT-фирмы, среди которых Российский государственный университет туризма и сервиса, Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Группа компаний «Информационно-вычислительные системы», Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Пермский национальный исследовательский политехнический университет.

Например, можно отметить научные разработки в области теории искусственного интеллекта и его приложений, которые ведутся с 2010 г. на кафедре «Вычислительная математика и механика» ПНИПУ под руководством профессоров В.Ю. Столбова, М.Б. Гитмана и доцента А.В. Клюева. Здесь следует отметить работы, посвященные применению методов компьютерного зрения для решения задач сегментации сложных объектов по их цифровым фотографиям. Разработаны алгоритмы визуализации границ зерен, применяемые при решении задач

сегментации сложных зеренных структур металлических сплавов и идентификации их параметров. Для вычисления градиента яркости в изображении при нахождении границ используется нелинейный оператор, который по сравнению с линейными методами проявляет низкую чувствительность к шуму, что позволяет добиться наилучшей точности и производительности обработки фотографий микрошлифов [28, 47–50, 98, 99]. Предложен гибридный метод распознавания контуров на DICOM-изображении, включающий три основных этапа: размытие, выделение границ и сохранение границ. Данный подход был использован при решении задачи выделения границ печени человека, где условия работы были наиболее сложными ввиду наличия малоразличимых градаций серого на снимках и сильной неоднородности границ контуров распознаваемых объектов. Хотя многие известные методы выделения границ основываются на вычислении градиента изображения, они отличаются типами фильтров, применяемых для вычисления градиентов в различном направлении. Предлагаемый авторами подход использует несколько уже существующих методов выделения границ с определенными параметрами поиска контуров для достижения более точного результата распознавания DICOM-изображения [24, 25]. При этом обоснована наилучшая комбинация применяемых методов для решения задачи распознавания контура печени человека по DICOM-изображению.

В последние годы сотрудниками кафедры разрабатываются алгоритмы решения интеллектуальных задач на основе нейросетевых технологий. Предложены алгоритмы решения задач сегментации и классификации сложных объектов с помощью сверточных нейросетей глубокого обучения. Рассмотрены вопросы влияния данных обучающего множества на точность решения задач, исследованы различные архитектуры нейросетей и их возможности при решении задач в различных предметных областях [22, 40, 96, 97].

Отдельно можно рассмотреть работы сотрудников кафедры, посвященные методам решения интеллектуальных задач в области управления сложными социально-техническими системами. Предложены методы комплексного оценивания эксплуатационных свойств функциональных материалов на основе теории нечетких множеств [27, 94, 95] и принятия коллективных решений в условиях неопределенности в производственных системах [3, 4]. Разработаны экспертные сис-

темы поддержки принятия решений в образовательных системах, основанные на мультиагентных технологиях [19] и генетических алгоритмах [45], а также при оценивании инновационных проектов на основе фреймовой модели представления знаний [95].

Из приведенных примеров видно разнообразие практических применений методов искусственного интеллекта и широкое взаимодействие пермских ученых. Благодаря такому сотрудничеству представители пермской научной школы искусственного интеллекта имеют определенный приоритет. Они в числе первых продемонстрировали возможности применения методов искусственного интеллекта в таких областях, как промышленность, экономика, политология, психология, педагогика, гигиена, спорт, криминалистика, экология, медицина. Конкретно, представители пермской научной школы искусственного интеллекта:

– первыми применили методы искусственного интеллекта для решения краевых задач математической физики, выполнив прочностные расчеты ряда инженерных конструкций ответственного назначения (промышленность, 1973 г.) [56, 75, 77, 78];

– первыми показали возможность применения нейронных сетей для диагностики авиационных двигателей, продемонстрировав свойство интуиции нейронных сетей (промышленность, психология, 2005 г.) [57, 68];

– первыми создали нейросетевую систему оценки стоимости городских квартир и показали эффективность нейросетевых технологий для анализа рынка недвижимости (экономика, 2008 г.) [53], в том числе с учетом меняющихся макроэкономических факторов (экономика, 2017 г. [1, 92, 93];

– первыми применили аппарат нейросетевого моделирования для прогнозирования и предотвращения банкротства российских банков (экономика, бизнес, 2014 г.) [74];

– первыми создали нейросетевую систему выявления предрасположенности подростков к наркомании, способную давать рекомендации по снижению этой зависимости (психология, 2015 г.) [60];

– первыми показали возможность применения нейросетей в следственной практике для выявления серийных маньяков-убийц (криминалистика, 2015 г.) [55];

– первыми показали возможность применения нейросетей для прогнозирования результатов спортивных состязаний и разработки рекомендаций по улучшению показателей спортсменов и спортивных команд (спорт, 2014 г.) [51, 58, 70];

– первыми создали нейросетевой детектор лжи и показали его эффективность (психология, криминалистика, 2010 г.) [80, 81, 84, 85];

– первыми создали и внедрили интеллектуальную систему оценки акмеологического потенциала студентов, способную прогнозировать их будущую успешность и подбирать наиболее оптимальные траектории обучения (психология, педагогика, 2014 г.) [74];

– первыми создали основы математической теории эмоциональных роботов (психология, кибернетика, 2009 г.) [34–36];

– первыми создали интеллектуальную медицинскую систему, способную не только ставить диагнозы заболеваний, но и прогнозировать их появление и развитие во времени, а также подбирать оптимальные курсы лечения и профилактики заболеваний (медицина, 2005 г.) [57, 63–65, 100–102];

– первыми создали и внедрили в инструктивные материалы Роспотребнадзора интеллектуальную систему, позволяющую воздействовать на здоровье населения России посредством влияния на экологическую обстановку ее регионов (экология, гигиена, здравоохранение, 2010 г.) [61, 66];

– первыми применили нейронные сети для прогнозирования результатов голосований и разработки рекомендаций по улучшению рейтинга политических деятелей (политология, 2008 г.) [79, 90];

– одними из первых применили нейронные сети для прогнозирования и оптимизации кассовых сборов кинофильмов (кинематография, бизнес, 2017 г.) [52].

– одними из первых применили нейронные сети для распознавания старопечатных текстов (лингвистика, 2011 г.) [30];

– первыми применили нейронные сети для выявления способностей человека к бизнесу [82], к руководящей и научной деятельности [68] и показали возможность разработки на этой основе рекомендаций по усилению этих способностей (психология, 2010 г.);

– первыми показали возможность применения нейронных сетей для подбора наиболее подходящих для клиента туристических маршрутов (туризм, 2010 г.) [54];

– одними из первых применили методы компьютерного зрения и нейронные сети для распознавания и классификации сложных зеренно-фазовых структур металлических материалов (материаловедение, 2014 г.) [48, 49] и т.д.

Многие из вышеназванных тем в наше время уже не кажутся новыми. Они активно изучаются и развиваются другими исследователями.

Немалый прогресс пермскими учеными достигнут в разработке методики преподавания искусственного интеллекта в системе высшего образования. До 2000 г. из всех пермских вузов искусственный интеллект преподавался только в одном – на механико-математическом факультете Пермского государственного университета. Теперь методы построения интеллектуальных информационных систем изучаются практически во всех пермских вузах. Разработан лабораторный практикум (www.PermAi.ru), выпущены учебные пособия и учебники [57, 68], которыми пользуются студенты и преподаватели во многих городах России.

Цель одного последних пермских проектов – сделать изучение искусственного интеллекта доступным не только для студентов, но и для школьников [39]. С этой целью совместно с Издательством «БИНОМ. Лаборатория знаний» (Москва) создан элективный учебно-методический комплекс (<http://gazeta.lbz.ru/2012/1/1nomer.pdf>), предназначенный для преподавания искусственного интеллекта в старших классах общеобразовательных школ [69, 89].

Много делается в Пермских вузах для привлечения талантливой молодежи, желающей заниматься исследованиями в области искусственного интеллекта. Открываются новые образовательные программы в рамках магистратуры и аспирантуры, а в 2018 г. в ПНИПУ открыт диссертационный совет по специальностям: 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации; 05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах. Совет ориентируется на кандидатские и докторские диссертации, преимущественно направленные на развитие и применение методов искусственного интеллекта.

Автор выражает благодарность коллегам, предоставившим свои материалы, и жалеет о том, что не смог охватить в кратком обзоре все достижения пермских специалистов в области искусственного интеллекта.

Список литературы

1. Алексеев А.О., Харитонов В.А., Ясницкий В.Л. Разработка концепции комплексного нейросетевого моделирования процессов массовой оценки и сценарного прогнозирования рыночной стоимости жилой недвижимости // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2018. – Т. 8, № 1 (24). – С.11–22.
2. Бондарь В.В., Малинин Н.А., Ясницкий Л.Н. Нейросетевой прогноз потребления электроэнергии, анализ значащих факторов и разработка полезных рекомендаций // Вестник Пермского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика. – 2006. – № 4. – С. 10–17.
3. Вожаков А.В., Гитман М.Б., Столбов В.Ю. Модели принятия коллективных решений в производственных системах // Управление большими системами. – 2015. – Вып. 58. – С. 161–170.
4. Вожаков А.В., Гитман М.Б., Столбов В.Ю. Алгоритм принятия управленческих решений на базе ситуационного центра промышленного предприятия // Автоматизация в промышленности. – 2014. – № 8. – С. 8–12
5. Гладкий С.Л. Развитие и применение метода фиктивных канонических областей: дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Пермь, 2007.
6. Компьютерное моделирование и оптимизация процесса получения искусственно-керамических покрытий / С.Л. Гладкий, А.В. Семенова, Н.А. Степанов, Л.Н. Ясницкий // Вестник Пермского государственного технического университета. Динамика и прочность машин. – 2005. – № 5. – С. 142–149.
7. Гладкий С.Л., Степанов Н.А., Ясницкий Л.Н. Интеллектуальное моделирование физических проблем. – М.; Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2006. – 200 с.
8. Гладкий С.Л., Таланцев Н.Ф., Ясницкий Л.Н. Верификация численных расчетов методом фиктивных канонических областей // Вестник Пермского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика. – 2006. – № 4. – С. 18–27.
9. Гладкий С.Л., Тарунин Е.Л., Ясницкий Л.Н. Применение метода фиктивных канонических областей в задачах электростатики // Вестник Пермского университета. Серия: Физика. – 2011. – № 3. – С. 96–102.
10. Гладкий С.Л., Ясницкий Л.Н. Об оценке погрешности метода фиктивных канонических областей // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. – 2002. – № 6. – С. 69–75.
11. Гладкий С.Л., Ясницкий Л.Н. Решение трехмерных задач теплопроводности методом фиктивных канонических областей // Вестник Пермского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика. – 2011. – № 5. – С. 41–45.

12. Влияние геометрических параметров микродугового оксидирования на равномерность покрытий, формируемых на алюминиевых сплавах / А.И. Горчаков, А.В. Семенова, Ю.В. Сыроватская, Ю.В. Щербаков, Л.Н. Ясницкий // Физика и химия обработки материалов. – 2004. – № 1. – С. 43–47.

13. Гусев А.Л. Выбор информационного пространства для построения нейронной сети, как модели управления, в условиях зашумленных и неполных данных // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2011. – № 7. – С. 55–57.

14. Гусев А.Л., Окунев А.А. Методы сжатия информационного пространства при прогнозировании в условиях неполноты информации // Нейрокомпьютеры и их применение: тез. докл. – 2017. – С. 190–191.

15. Гусев А.Л., Черепанов Ф.М., Ясницкий Л.Н. Функциональная предобработка входных сигналов нейронной сети // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2013. – № 5. – С. 19–21.

16. Девингталь Ю.В. Об оптимальном кодировании объектов при классификации их методами распознавания образов // Известия Российской академии наук. Техническая кибернетика. – 1968. – № 1. – С. 162–168.

17. Девингталь Ю.В. Кодирование объектов при использовании разделяющей гиперплоскости для их классификации // Известия Российской академии наук. Техническая кибернетика. – 1976. – Вып. 1. – С. 68–72.

18. Добрынин Г.Ф., Ясницкий Л.Н. Прочностные расчеты изоляторов // Стекло и керамика. – 1994. – № 7. – С. 40–43.

19. Закирова Э.А., Столбов В.Ю. Мультиагентная система поддержки принятия решений при отборе студентов в магистратуру вуза // Системы управления и информационные технологии. – 2014. – № 1.1(55). – С. 146–151.

20. Интеллектуальный полиграф / А.Н. Зибатова, А.М. Петров, З.И. Сичинава, А.П. Сошников, Л.Н. Ясницкий // Российский полиграф. – 2006. – № 1. – С. 6–83.

21. Истомина Д.А., Гитман М.Б., Трефилов В.А. Фреймовая модель представления знаний для методик оценивания инновационных проектов // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2018. – № 2. – С. 12–22.

22. Каракулов И.В., Клюев А.В. Влияние размеров объекта обучающей выборки на качество сегментации методами искусственного интеллекта // Прикладная математика и вопросы управления. – 2018. – № 3. – С. 89–99.

23. Кирко И.М., Терровере В.Р., Ясницкий Л.Н. Новая оптимальная форма маховичного накопителя // Доклады Академии наук СССР. Техническая физика. – 1989. – Т. 307, № 6. – С. 1373–1375.

24. Клестов Р.А., Столбов В.Ю. Гибридный метод распознавания контуров на изображении на основе технологий компьютерного зрения // Графи-кон-2017: тр. 27-й Междунар. конф. по компьютерной графике и машинному

зрению (Пермь, 24–28 сентября 2017 г.). – Пермь: Изд-во ПГНИУ, 2017. – С. 208–211.

25. Клестов Р.А., Столбов В.Ю. Разработка прототипа автоматизированной системы поддержки принятия решений при поиске контуров на изображениях формата DICOM // УБС-2017: материалы 11-й Всерос. школы-конференции молодых ученых, Пермь, 4–8 сентября 2017 г. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2017. – С. 599–607.

26. Клименко И.П., Ясницкий Л.Н. К расчету деформированного состояния втулки плунжерной пары методом фиктивных канонических областей // Известия вузов. Машиностроение. – 1991. – № 4–6. – С. 32–34.

27. Клюев А.В., Гитман М.Б., Столбов В.Ю. Об одном подходе к решению задачи дискриминантного анализа микроструктур функциональных материалов по комплексу физико-механических характеристик // Прикладная математика и вопросы управления. – 2016. – № 4. С. 63–85.

28. Клюев А.В., Столбов В.Ю., Шарыбин С.И. Визуализация сложных зеренных структур металлов и сплавов при идентификации их параметров // Научная визуализация. – 2016. – Т. 8, № 3. – С. 95–101.

29. Конев С.В., Сичинава З.И., Ясницкий Л.Н. Применение нейросетевых технологий для диагностики неисправностей авиационных двигателей // Вестник Пермского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика. – 2005. – № 2 (2). – С. 43–47.

30. Программный комплекс для распознавания рукописных и старопечатных текстов / С.И. Корниенко, Ю.Р. Айдаров, Д.А. Гагарина, Ф.М. Черепанов, Л.Н. Ясницкий // Информационные ресурсы России. – 2011. – № 1 (119). – С. 35–37.

31. Левченко Е.В., Митрофанов И.А., Ясницкий Л.Н. Нейросетевое моделирование феномена депрессии // Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века: сб. ст. по материалам 3-й всерос. науч.-практ. конференции. – С. 139–143.

32. Мурашов Д.И., Ясницкий Л.Н. Социальный генетический алгоритм // Вестник Пермского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика. – 2006. – № 4 (4). – С. 53–60.

33. Нейросимулятор 5.0: Свидетельство Роспатент о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014618208 от 12.07.2014 г. / Черепанов Ф.М., Ясницкий Л.Н. (РФ).

34. Гипотезы и алгоритмы математической теории исчисления эмоций: монография / О.Г. Пенский, П.О. Зонова, А.Н. Муравьев [и др.]; Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2009. – 152 с.

35. Пенский О.Г. Математические модели эмоциональных роботов: монография / Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010. – 192 с.

36. Пенский О.Г., Черников К.В. Основы математической теории эмоциональных роботов: монография / Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010. – 256 с.

37. Петров А.М., Ясницкий Л.Н. Возможности создания нейросетевого полиграфа // Вестник Пермского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика. – 2005. – № 2. – С. 43–47.

38. Посохина К.А., Русаков С.В. Отбор информативных признаков, влияющих на отчисление студентов механико-математического факультета // Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2018. – С. 184–188.

39. Семакин И.Г., Ясницкий Л.Н. Искусственный интеллект и школьный курс информатики // Информатика и образование. – 2010. – № 9. – С. 48–54.

40. Столбов В.Ю., Ключев А.В., Аристов Г.В. Распознавание микроструктуры материалов с применением сверточных нейросетей // Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2016. – С. 166–171.

41. Тимошенко А.С., Ясницкий Л.Н. Препроцессинг, построение и выбор оптимальных нейросетевых моделей в прогнозировании временных рядов // Автоматизация и современные технологии. – 2010. – № 6. – С. 16–22

42. Томилов В.А., Клименко И.П., Ясницкий Л.Н. Стабилизация величины зазора плунжерной пары за счет упругих деформаций плунжера // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 1994. – № 4. – С. 109–113.

43. Черепанов Ф.М., Ясницкий Л.Н. Нейросетевой фильтр для исключения выбросов в статистической информации // Вестник Пермского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика. – 2008. – № 4. – С. 151–155.

44. Чечулин В.Л., Ясницкий Л.Н. Некоторые ограничения алгоритмически реализуемых нейронных сетей // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2010. – № 12. – С. 3–6.

45. Чугунов А.П., Столбов В.Ю. Применение генетического алгоритма для решения задачи построения индивидуальных учебных планов в условиях сетевого взаимодействия вузов // Системы управления и информационные технологии. – 2016. – № 4. – С. 101–106.

46. Чуприна С.И., Гадиатулин Р. Rule-Mining: подход к автоматизированному извлечению онтологий // Proc. of the XIII-th International Conference "Knowledge-Dialogue-Solution" (KDS 2007), June 17–25, 2007, Varna (Bulgaria). – Sofia, 2007. – С. 445–451.

47. Шарыбин С.И., Ключев А.В., Столбов В.Ю. Сравнение методов распознавания образов в задачах поиска характерных зеренных микроструктур на фотографиях шлифов металлов и сплавов // Известия вузов. Черная металлургия. – 2012. – № 9. – С. 49–53.

48. Разработка интеллектуальной системы распознавания сложных микроструктур на шлифах металлов и сплавов / С.И. Шарыбин, В.Ю. Столбов, М.Б. Гитман, М.В. Барышников // *Нейрокомпьютеры: разработка, применение*. – 2014. – № 12. – С. 50–56.

49. Шарыбин С.И., Столбов В.Ю. Об одном подходе к решению задач анализа и классификации сложных микроструктур на шлифах металлов и сплавов // *Прикладная математика и вопросы управления*. – 2015. – № 1. – С. 89–99.

50. Шарыбин С.И., Столбов В.Ю. Система распознавания сложных мезоструктур металлов и сплавов // В сб.: XII Всероссийское совещание по проблемам управления (ВСПУ-2014, ИПУ РАН, Москва). – М.: ИПУ РАН, 2014. – С. 8489–8497.

51. Ясницкий Л.Н., Абрамова Ю.С., Бабушкина С.Д. Возможности получения рекомендаций по улучшению результативности сборных команд, готовящихся к участию в чемпионате Европы по футболу евро-2016 методом нейросетевого моделирования // *Вестник спортивной науки*. – 2015. – № 5. – С. 15–20.

52. Ясницкий Л.Н., Белобородова Н.О., Медведева Е.Ю. Методика нейросетевого прогнозирования кассовых сборов кинофильмов // *Финансовая аналитика: проблемы и решения*. – 2017. – Т. 10, № 4 (334). – С. 449–463.

53. Пермская научная школа искусственного интеллекта и ее инновационные проекты / Л.Н. Ясницкий, В.В. Бондарь, А.Н. Полещук, И.Ф. Федорищев, Ф.М. Черепанов [и др.]. – 2-е изд. – М.; Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2008. – 75 с.

54. Ясницкий Л.Н., Бржевская А.С., Черепанов Ф.М. О возможностях применения методов искусственного интеллекта в сфере туризма // *Сервис plus*. – 2010. – № 4. – С. 111–115.

55. Использование методов искусственного интеллекта в изучении личности серийных убийц / Л.Н. Ясницкий, С.В. Ваулева, Д.Н. Сафонова, Ф.М. Черепанов // *Криминологический журнал Байкальского государственного университета экономики и права*. – 2015. – Т. 9, № 3. – С. 423–430.

56. Ясницкий Л.Н. Введение в искусственный интеллект. – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2001. – 143 с.

57. Ясницкий Л.Н. Введение в искусственный интеллект. – М.: Академия, 2005. – 176 с.

58. Ясницкий Л.Н., Внукова О.В., Черепанов Ф.М. Прогноз результатов олимпиады-2014 в мужском одиночном фигурном катании методами искусственного интеллекта [Электронный ресурс] // *Современные проблемы науки и образования*. – 2014. – № 1. – URL: <http://www.science-education.ru/115-11339> (дата обращения: 25.12.2013).

59. Ясницкий Л.Н. Гильберт, Колмогоров, Арнольд, искусственный интеллект и современный кризис прикладной математики (к 70-летию со дня рождения В.И. Арнольда) // Вопросы искусственного интеллекта. – 2008. – № 1. – С. 77–80.

60. Возможности моделирования предрасположенности к наркозависимости методами искусственного интеллекта / Л.Н. Ясницкий, В.И. Грацилев, Ю.С. Куляшова, Ф.М. Черепанов // Вестник Пермского университета. Философия. Психология. Социология. – 2015. – № 1 (21). – С. 61–73.

61. Ясницкий Л.Н., Гусев А.Л., Шур П.З. О возможностях применения нейросетевого математического моделирования для выявления целесообразных действий Роспотребнадзора // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2010. – № 3. – С. 49–53.

62. Ясницкий Л.Н., Данилевич Т.В. Современные проблемы науки. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 294 с.

63. Диагностика и прогнозирование течения заболеваний сердечно-сосудистой системы на основе нейронных сетей / Л.Н. Ясницкий, А.А. Думлер, К.В. Богданов, А.Н. Полещук, Ф.М. Черепанов, Т.В. Макурина, С.В. Чугайнов // Медицинская техника. – 2013. – № 3. – С. 42–44.

64. Нейросетевая система экспресс-диагностики сердечно-сосудистых заболеваний / Л.Н. Ясницкий, А.А. Думлер, А.Н. Полещук, К.В. Богданов, Ф.М. Черепанов // Пермский медицинский журнал. – 2011. – № 4. – С. 77–86.

65. Ясницкий Л.Н., Думлер А.А., Черепанов Ф.М. Новые возможности применения методов искусственного интеллекта для моделирования появления и развития заболеваний и оптимизации их профилактики и лечения // Терапия. – 2018. – № 1 (19). – С. 109–118.

66. Нейросетевая модель региона для выбора управляющих воздействий в области обеспечения гигиенической безопасности / Л.Н. Ясницкий, Н.В. Зайцева, А.Л. Гусев, П.З. Шур // Информатика и системы управления. – 2011. – № 3 (29). – С. 51–59.

67. Ясницкий Л.Н. Интеллектуальные информационные технологии и системы / Перм. ун-т. – Пермь, 2007. – 271 с.

68. Ясницкий Л.Н. Интеллектуальные системы: учебник. – М.: Лаборатория знаний, 2016. – 221 с.

69. Ясницкий Л.Н. Искусственный интеллект. Элективный курс: учеб. пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 240 с.

70. Методика нейросетевого прогнозирования результатов спортивных состязаний на примере чемпионата мира-2015 по легкой атлетике / Л.Н. Ясницкий, А.В. Киросова, А.В. Ратегова, Ф.М. Черепанов // Вестник Пермского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика. – 2014. – № 3 (26). – С. 90–97.

71. Ясницкий Л.Н. К расчету напряженного состояния эллипсоидальной оболочки постоянной и переменной толщины на основе решений теории упругости для сферических областей // Прикладная механика. – 1989. – Т. 25, № 6. – С. 111–114.

72. Ясницкий Л.Н. Композиция расчетной области в методе фиктивных канонических областей // Известия Академии наук СССР. Механика твердого тела. – 1990. – № 6. – С. 168–172.

73. Применение нейросетевых технологий в изучении акмеологического потенциала студентов вуза / Л.Н. Ясницкий, А.Г. Кузнецов, С.М. Селезнева, А.Д. Солохина, Д.В. Тюлькина, Ф.М. Черепанов // Вестник Пермского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика. – 2014. – № 4 (27). – С. 120–126.

74. Ясницкий Л.Н., Иванов Д.В., Липатова Е.В. Нейросетевая система оценки вероятности банкротства банков // Бизнес-информатика. – 2014. – № 3. – С. 49–56.

75. Ясницкий Л.Н. Метод фиктивных канонических областей в механике сплошных сред. – М.: Наука: ФИЗМАТЛИТ, 1992. – 128 с.

76. Ясницкий Л.Н. О приоритете Советской науки в области нейроинформатики. В память о профессоре Александре Ивановиче Галушкине // Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века: сб. ст. по материалам 2-й всерос. науч.-практ. конференции. – 2017. – С. 8–11.

77. Ясницкий Л.Н. Обзор работ по развитию и применению метода фиктивных канонических областей в научных и инженерных проблемах [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4. – URL: <http://www.science-education.ru/104-6786> (дата обращения: 27.07.2012).

78. Ясницкий Л.Н. Об одном способе решения задач теории гармонических функций и линейной теории упругости // Прочностные и гидравлические характеристики машин и конструкций. – 1973. – С. 78–83.

79. Ясницкий Л.Н. О возможностях применения методов искусственного интеллекта в политологии // Вестник Пермского университета. Серия: Политология. – 2008. – № 2 (4). – С. 147–155.

80. Ясницкий Л.Н., Петров А.М., Сичинава З.И. Сравнительный анализ алгоритмов нейросетевого детектирования лжи // Известия вузов. Поволжский регион. Технические науки. – 2010. – № 1 (13). – С. 64–72.

81. Ясницкий Л.Н., Петров А.М., Сичинава З.И. Технологии построения детектора лжи на основе аппарата искусственных нейронных сетей // Информационные технологии. – 2010. – № 11. – С. 66–70.

82. Ясницкий Л.Н., Порошина А.М., Тавафиев А.Ф. Цвет глаз предпринимателя и успешность бизнеса. Нейросетевые технологии как инструмент для прогнозирования успешности предпринимательской деятельности // Российское предпринимательство. – 2010. – № 4–2. – С. 8–13.

83. Ясницкий Л.Н. Поучительное прошлое, блестящее настоящее и сомнительное будущее искусственного интеллекта // В сб.: Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века. – 2018. – С. 9–13.

84. Ясницкий Л.Н., Сичинава З.И. Нейросетевые алгоритмы анализа поведения респондентов // Нейрокомпьютеры: разработка и применение. – 2011. – № 10. – С. 59–64.

85. Ясницкий Л.Н., Сичинава З.И., Черепанов Ф.М. Нейросетевой детектор лжи: принципы построения и опыт разработки. – Saarbrücken (Germany): LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG., 2012. – 115 p.

86. Ясницкий Л.Н. Современный кризис прикладной математики и перспективы его преодоления // Вестник Пермского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика. – 2007. – № 7. – С. 192–197.

87. Ясницкий Л.Н. Суперпозиция базисных решений в методах типа Треффтца // Известия Академии наук СССР. Механика твердого тела. 1989. № 2. С. 95–101.

88. Ясницкий Л.Н. Удержаться «на плечах гигантов» (вводная статья) // Компьютерные методы в механике сплошной среды: тр. семинара. 2006–2007 гг. / под ред. А.Л. Смирнова, Е.Ф. Жигалко. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2008. – С. 3–15.

89. Ясницкий Л.Н., Черепанов Ф.М. Искусственный интеллект. Элективный курс: метод. пособие по преподаванию. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 216 с.

90. Ясницкий Л.Н., Черепанов Ф.М. О возможностях применения нейросетевых технологий в политологии // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2010. – № 8. – С. 47–53.

91. Ясницкий Л.Н., Черепанов Ф.М. Применение нейросетевых технологий в политологии (Вводная статья) // Нейрокомпьютерная парадигма и общество / под ред. Ю.Ю. Петрунина. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2012. – С. 13–25.

92. Ясницкий Л.Н., Ясницкий В.Л. Разработка и применение комплексных нейросетевых моделей массовой оценки и прогнозирования стоимости жилых объектов на примере рынков недвижимости Екатеринбурга и Перми // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2017. – № 3(186). – С. 68–84.

93. Self-adaptive Intelligent System for Mass Evaluation of Real Estate Market in Cities / A.O. Alexeev, I.E. Alexeeva, L.N. Yasnitsky, V.L. Yasnitsky // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. – 2019. – Vol 850. – P. 81–87.

94. Gitman M.B., Klyuev A.V., Stolbov V.Yu. Complex estimation of strength properties of functional materials on the basis of the analysis of parameters of grain-phase structure // *Strength of Materials*. – 2016. – Vol. 48, no. 6, July. – P. 242–247.

95. Multi-scale Approach for Strength Properties Estimation in Functional Materials / I.M. Gitman, A.V. Klyuev, M.B. Gitman, V.Yu. Stolbov // *ZAMM Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik*. – 2018. – Vol. 98, no. 6. – P. 945–953.

96. Klestov R., Klyuev A., Stolbov V. About some approaches to problem of metals and alloys microstructures classification based on neural network technologies // *Advances in Engineering Research (AER)*. – 2018. – Vol. 157. – P. 292–296.

97. Recommendation System for Material Scientists Based on Deep learn Neural Network / A. Klyuev, R. Klestov, M. Bartolomey, A. Rogozhnikov // *AISC*. – 2018. – Vol. 850. – P. 224–231.

98. Sharybin S.I., Klyuev A.V., Stolbov V.Yu. Complex grain structure of metals and alloys // *Steel in translation*. – May 2013. – Vol. 43, no 5. – P. 245–248.

99. Stolbov V.Yu., Gitman M.B., Sharybin S.L. Application of intelligent technology in functional materials quality assurance // *Materials Science Forum*. – 2016. – Vol. 870. – P. 717–724.

100. Diagnosis and Prognosis of Cardiovascular Diseases on the Basis of Neural Networks / L.N. Yasnitsky, K.V. Bogdanov, F.M. Cherepanov, T.V. Makurina, A.A. Dumler, S.V. Chugaynov, A.N. Poleschuk // *Biomedical Engineering*. – 2013. – T. 47, № 3. – C. 160–163.

101. Yasnitsky L.N., Dumler A.A., Cherepanov F.M. The Capabilities of Artificial Intelligence to Simulate the Emergence and Development of Diseases, Optimize Prevention and Treatment Thereof, and Identify New Medical Knowledge // *Journal of Pharmaceutical Science and Research*. – 2018. – Vol. 10(9). – P. 2192–2200.

102. Artificial neural networks for obtaining new medical knowledge: diagnostics and prediction of cardiovascular disease progression / L.N. Yasnitsky, A.A. Dumler, A.N. Poleshuk, C.V. Bogdanov, F.M. Cherepanov // *Biology and Medicine*. – 2015. – T. 7, № 2. – P. BM-095-15.

103. Yasnitsky L.N. Fictitious canonic regions method and boundary elements method // *Boundary Elements Communications*. – 1995. – Vol. 6, № 2. – P. 62–63.

104. Yasnitsky L.N. Fictitious canonic regions method. – Southampton; Boston: Computational Mechanics Publications, 1994. – 120 p.

105. Yasnitsky L.N. The possibilities of error estimation in the boundary element type methods // *Boundary Elements Communications*. – 1994. – Vol. 5, № 4. – P. 181–182.

References

1. Alekseev A.O., Kharitonov V.A., Yasnitsky V.L. Development of the concept of complex neural network modeling of the processes of mass estimation and forecasting of the market value of residential real estate. *Izvestiya vuzov. Investment. Construction. Realty*. 2018. Vol. 8. No. 1 (24). Pp. 11-22.

2. Bondar V.V., Malinin N.A. Yasnitsky L.N. Neural network forecast of electricity consumption, analysis of significant factors and development of useful recommendations // *Bulletin of Perm University. Series: Mathematics. Mechanics. Informatics*. 2006. No. 4. Pp. 10-17.

3. Vozhakov A.V., Gitman M.B., Stolbov V.Yu. Model of collective decision-making in production systems // *Managing large systems*. 2015. Issue 58. Pp. 161-17.

4. Vozhakov A.V., Gitman M.B., Stolbov V.Yu. The Algorithm of managerial decision-making based on the situation of the industrial enterprise // *automation in industry*. 2014. No. 8. Pp. 8-12.

5. Gladkiy S.L. Development and application of the method of fictitious canonical domains // *Diss. ... kand. Fiz.-Mat. sciences'*. Perm, 2007.

6. Gladkiy S.L., Semenova N., Stepanov N.A., Yasnitsky L.N. Computer modeling and optimization of the process of obtaining artificial ceramic coatings // *Bulletin of the Perm state technical University. Dynamics and strength of machines*. 2005. No. 5. Pp. 142-149.

7. Gladkiy S.L., Stepanov N.Ah., Yasnitsky L.N. Intellectual modeling of physical problems. Moscow-Izhevsk: nits Regular and chaotic dynamics, 2006. 200 p.

8. Gladkiy S.L., Talantsev N. F. Yasnitsky L. N. Verification of numerical calculations by the method of fictitious canonical regions // *Bulletin of Perm University. Series: Mathematics. Mechanics. Informatics*. 2006. No. 4. Pp. 18-27.

9. Gladkiy S.L., Tarunin E. L., Yasnitsky L. N. Application of the method of fictitious canonical domains in problems of electrostatics // *Bulletin of Perm University. Ser. Physics*. 2011. No. 3. Pp. 96-102.

10. Gladkiy S.L., Yasnitsky L. N. On the error estimation of the method of fictitious canonical domains // *proceedings of the Russian Academy of Sciences. Solid mechanics*. 2002. No. 6. Pp. 69-75.

11. Gladkiy S.L., Yasnitsky L.N. Solution of three-dimensional heat conduction problems by the method of fictitious canonical regions // Bulletin of Perm University. Ser. Mathematics. Mechanics. Informatics. 2011. No. 5. P. 41-45.
12. Gorchakov I.L., Yasnitsky L.N., Semenova A.V., Syrovatskaya Yu.V., Scherbakov Yu.V. Influence of geometric parameters of microarc oxidation on the uniformity of coatings formed on aluminum alloys // Physics and chemistry of materials processing. 2004. No. 1. Pp. 43-47.
13. Gusev A.L. The choice of information space for building a neural network, as a control model, in the conditions of noisy and incomplete data. 2011. No. 7. P. 55-57.
14. Gusev A.L. Methods of compression of information space in the prediction of incomplete information // In the book of Neurocomputers and their use of Abstracts. 2017. Pp. 190-191.
15. Gusev A.L., Yasnitsky L.N., Cherepanov F.M. Functional preprocessing of neural network input signals // Neurocomputers: development, application. 2013. No. 5. Pp. 19-21.
16. Devingtal Yu.V. About optimal coding of objects when classifying them by methods of pattern recognition // Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Technical cybernetics. 1968. No. 1. Pp. 162-168.
17. Devingtal Yu.V. Objects in the use of the separating hyperplane for their classification // Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Technical cybernetics. 1976. Vol. 1. Pp. 68-72.
18. Dobrynin G.F., Yasnitsky L.N. Strength calculations of insulators // Glass and ceramics. 1994. No. 7. Pp. 40-43.
19. Zakirova E.A., Stolbov V.Yu. The multiagent system of decision support in the selection of students in the masters of the University // Control systems and information technology. 2014. No. 1.1.(55) Pp. 146-151.
20. Sabatova A.N., Petrov A.M., Sichinava Z.I., Soshnikov, A.P., Yasnitsky L.N. Intellectual Poligraf // Russian polygraph. 2006. No. 1. Pp. 76-83.
21. Istomin D.A., Gitman M.B., Trefilov V.A. Frame model of knowledge representation methodologies for evaluation of innovative projects // Neurocomputers: development, application. 2018. No. 2. Pp. 12-22.
22. Karakulov I.V., Klyuev A.V. The influence of size of the object training samples on the quality of segmentation methods, artificial intelligence // Journal of applied mathematics and management. 2018. No. 3. Pp. 89-99.
23. Kirko I.M., Terover V.R., Yasnitsky L.N. New optimal form of fly-wheel drive // Reports of the Academy of Sciences of the USSR. Applied physics. 1989. Vol. 307, № 6. Pp. 1373-1375.
24. Klestov R.A., Stolbov V.Yu. Hybrid method of recognition of computer vision on the basis of computer vision technologies // Proceedings of the 27th In-

ternational conference on computer graphics and machine vision "Graficon-2017" (Perm, September 24-28, 2017) / Perm: 2017. Pp. 208-211.

25. Klestov R.A., Stolbov V.Yu. Development of a prototype automated system for decision support in the search of contours in the images of the DICOM format // Proceedings of 11-th all-Russian school-conference of young scientists "UBS-2017" (Perm, 4-8 September 2017) / Perm: publishing house of PERM national research Polytechnic University. 2017. Pp. 599-607.

26. Klimenko I.P., Yasnitsky L.N. On the calculation of the deformed state of the sleeve of the plunger pair by the method of fictitious canonical regions. *Izvestiya vuzov. Engineering*. 1991. No. 4-6. Pp. 32-34.

27. Klyuev A.V., Gitman M.B., Stolbov V.Yu. An approach to the solution of the problem of discriminant analysis of functional materials by the complex of physical and mechanical characteristics // *Applied mathematics and control problems*. 2016. No. 4. Pp. 63-85.

28. Klyuev A.V., Stolbov V.Yu. and Sharybin S.I. Visualization of complex grain structures of metals and alloys at identification of their parameters // *Scientific visualization*. 2016. Vol. 8. No. 3. Pp. 95-101.

29. Konev S.V., Sichinava Z.I., Yasnitsky L.N. Application of neural network techniques for fault diagnosis of aircraft engines. *Bulletin of Perm University. Series: Mathematics. Mechanics. Informatics*. 2005. No. 2 (2). Pp. 43-47.

30. Kornienko S.I., Aidarov Y.R., Gagarina D.A., Cherepanov F.M., Yasnitsky L.N. Software for recognition of handwritten and early printed texts // *Information resources of Russia*. 2011. № 1 (119). Pp. 35-37.

31. Levchenko E.V., Mitrofanov I.A., Yasnitsky L.N. Neural network modeling of depression // In the collection: *Artificial intelligence in solving actual social and economic problems of the XXI century. Collection of articles on the materials of the Third all-Russian scientific-practical conference*. Pp. 139-143.

32. Murashov D.I., Yasnitsky L.N. Social genetic algorithm // *Bulletin of Perm University. Series: Mathematics. Mechanics. Informatics*. 2006. № 4 (4). Pp. 53-60.

33. The Neurostimulator 5.0 : Certificate of Rospatent on the state registration of program for computer № 2014618208 from 12.07.2014 / Cherepanov F.M., Yasnitsky L.N. (Russian Federation).

34. Pensky O.G., Zonova P.O., Muravyov O.N. Hypotheses and algorithms of the mathematical theory of emotion calculus: monograph. Perm: Perm State University, 2009. 152 p.

35. Pensky O.G. Mathematical models of emotional robots: monograph. Perm: Perm State University, 2010. 192 Pp.

36. Pensky O.G., Chernikov K.V. Fundamentals of mathematical theory of emotional robots // *Monograph / Perm. State. University. Perm*, 2010. 256 p.

37. Petrov M.L., Yasnitsky L.N. The possibility of creating a neural network polygraph // Bulletin of Perm University. Ser. Mathematics. Mechanics. Informatics. 2005. No. 2. Pp. 43-47.

38. Staff K., Rusakov S.V. selection of informative features that affect the expulsion of students of the faculty of mechanics and mathematics // In the collection: Artificial intelligence in solving actual social and economic problems of the XXI century. 2018. Pp. 184-188.

39. Semakin I.G., Yasnitsky L.N. Artificial intelligence and school course in Informatics // Informatics and education. 2010. No. 9. Pp. 48-54.

40. Stolbov, V.Yu., Klyuyev A.V., and Aristov G.V. Recognition of microstructure of materials with the use of convolutional neural networks. Artificial intelligence in solving social and economic problems of the XXI century. Perm: Publishing house Perm state University, 2016. Pp. 166-171.

41. Timoshenkov A.S., Yasnitsky L.N. Preprocessing, construction and selection of optimal neural network models in time series forecasting // Automation and modern technologies. 2010. No. 6. Pp. 16-22.

42. Tomilov V.A., Klimenko I.P., Yasnitsky L.N. Stabilization of the magnitude of the gap piston pair due to the elastic deformation of the plunger // Problems of mechanical engineering and reliability of machines. 1994. No. 4. Pp. 109-113.

43. Cherepanov F.M., Yasnitsky L.N. Neural network filter for excluding outliers in statistical data // Perm University Herald. Ser. Mathematics. Mechanics. Informatics. 2008. No. 4. Pp. 151-155.

44. Chechulin V.L., Yasnitsky L.N. Some limitations of algorithmically implemented neural networks // Neurocomputers: development, application. 2010. No. 12. Pp. 3-6.

45. Chugunov A.P., Stolbov V.Yu. Application of genetic algorithm for solving the problem of constructing individual educational plans in terms of networking between universities // Control systems and information technology. 2016. No. 4. Pp. 101-106.

46. Chuprina S.I., Gatiatulin R. Rule-Mining approach to automated extraction of ontologies // Proc. of the XIII-th International Conference "Knowledge-Dialogue-Solution" (KDS 2007), June 17-25, 2007, Varna (Bulgaria). Sofia, Pp. 445-451.

47. Sharybin S.I., Klyuev, A.V., Stolbov V.Yu., Comparison of methods of pattern recognition in the search task characteristic grain microstructures in the photographs of thin sections of metals and alloys // Izv. higher educational. Ferrous metallurgy. 2012. No. 9. P.p 49-53.

48. Sharybin S.I., Stolbov V.Yu., Gitman M.B., Baryshnikov M.V. The development of intelligent recognition system of complex microstructures on thin

sections of metals and alloys // *Neurocomputer: development, application*. 2014. No. 12. Pp. 50-56.

49. Sharybin S.I., Stolbov V.Yu., On one approach to the solution of problems of analysis and classification of complex microstructures on thin sections of metals and alloys // *Journal of Applied mathematics and management*. 2015. № 1. Pp. 89-99.

50. Sharybin S.I., Stolbov V. I. Complex mesostructure recognition system of metals and alloys // in the collection: XII all-Russian meeting on control problems (VSPU-2014, Moscow, Russia). M.: IPU Russian Academy of Sciences, 2014. C. 8489-8497.

51. Yasnitsky L.N., Abramova S.Yu., Babushkina S.D. Opportunities of recommendations to improve the effectiveness of national teams that were to participate in the championship of Europe on football Euro 2016 method of neural network modeling // *Bulletin of sports science*. 2015. No. 5. Pp. 15-20.

52. Yasnitsky L.N., Beloborodova N.O. Medvedev E.Yu. The method of neural network forecasting of box office movies // *Financial Analytics: problems and solutions*. 2017. Vol. 10. № 4 (334). Pp. 449-463.

53. Yasnitsky L.N., Bondar V.V., Poleshchuk, A.N., Fedorishchev I.F., Cherepanov F.M., etc. The Perm scientific school of artificial intelligence and its innovative projects. M.: SIC "Regular and chaotic dynamics", 2008. 75 Pp.

54. Yasnitsky L.N., Brzeska A.S., Cherepanov F.M. Concerning the application of artificial intelligence methods in the field of tourism // *Service plus*. 2010. No. 4. Pp. 111-115.

55. Yasnitsky L.N., Bouleva S.V., Safonov D.N., Cherepanov F.M. The use of artificial intelligence methods in the study of personality serial killers // *The criminological magazine of the Baikal state University of Economics and law*. 2015. Vol. 9. No. 3. Pp. 423-430.

56. Yasnitsky L.N. Introduction to artificial intelligence. Perm: Perm State University, 2001. 143 p.

57. Yasnitsky L.N. Introduction to artificial intelligence. M.: Academy, 2005. 176 p.

58. Yasnitsky L.N., Vnukova O.V., Cherepanov F.M. Prediction of the results of the Olympic games-2014 in men's figure skating // *Modern problems of science and education*. 2014. No. 1; URL: <http://www.science-education.ru/115-11339>.

59. Yasnitsky L.N. Hilbert, Kolmogorov, Arnold, artificial intelligence and the modern crisis of applied mathematics (to the 70th anniversary of the Birth of V.I. Arnold) // *Questions of artificial intelligence*. 2008. No. 1. Pp. 77-80.

60. Yasnitsky L.N., Gracile V.I., Kuleshova Y.S., Cherepanov F.M. Modeling capabilities of predisposition to drug addiction methods of artificial intelli-

gence // Bulletin of Perm University. Philosophy. Psychology. Sociology. 2015. No. 1 (21). Pp. 61-73.

61. Yasnitsky L.N., Gusev A.L., Shur P.Z. On application of neural network mathematical modeling to identify the appropriate actions of the CPS // Bulletin of Perm University. Ser. Biology. 2010. No. 3. Pp. 49-53.

62. Yasnitsky L.N., Danilevich, T.V. Modern problems of science. M.: BINOM. Laboratory of knowledge, 2008. 294 p.

63. Yasnitsky L.N., Dumler, A.A., Bogdanov K.V., Poleshchuk A.N., Cherepanov F.M., Makurina T.V., Chugainov S.V. Diagnosis and prognosis of diseases of the cardiovascular system based on neural networks // Medical equipment. 2013. No. 3. Pp. 42-44.

64. Yasnitsky L.N., Dumler, A.A., Bogdanov K.V., Cherepanov F.M. The rapid diagnostic system of cardiovascular diseases // Perm medical journal. 2011. No. 4. Pp. 77-86.

65. Yasnitsky L.N., Dumler A.A., Cherepanov F.M. New applications of artificial intelligence methods for modeling of the emergence and development of diseases and to optimize their prevention and treatment // Therapy. 2018. № 1 (19). Pp. 109-118.

66. Yasnitsky L.N., Zaitseva N.V. Gusev A.L., Shur P.Z. The region's Network model for the choice of control actions in the field of hygienic safety // Informatics and systems. 2011. № 3 (29). Pp. 51-59.

67. Yasnitsky L.N. Intelligent information technologies and systems. Perm. State Universiy, 2007. 271 p.

68. Yasnitsky L.N. Intelligent systems: textbook. M.: Laboratory of knowledge, 2016. 221 p.

69. Yasnitsky L.N. Artificial intelligence. M.: BINOM. Laboratory of knowledge, 2011. 240 p.

70. Yasnitsky L.N., Kirov A.V., Rategov A.V., Cherepanov F.M. The methodology of neural network for predicting outcomes of sport competitions, for example the 2015 world Championships in athletics // Bulletin of Perm University. Series: Mathematics. Mechanics. Informatics. 2014. № 3 (26). Pp. 90-97.

71. Yasnitsky L.N. On the calculation of the stress state of the ellipsoidal shell of constant and variable thickness on the basis of solutions of the theory of elasticity for spherical areas // Applied mechanics. 1989. Vol. 25. No. 6. Pp. 111-114.

72. Yasnitsky L.N. The composition of the computational domain in the method, the fictitious canonic regions // Bulletin of the USSR Academy of Sciences. Solid mechanics. 1990. No. 6. Pp. 168-172.

73. Yasnitsky L.N., Kuznetsov A.G., Selezneva S.M., Solokhina A.D. Tyul'kina D.V., Cherepanov F. M. The use of neuro-net technologies in the study

of the acmeological potential of students of the University // *Bulletin of Perm State University. Series: Mathematics. Mechanics. Informatics.* 2014. № 4 (27). Pp. 120-126.

74. Yasnitsky L.N., Ivanov D.V., Lipatova E.V. Neural network system for assessing the probability of bankruptcy of banks. *Business Informatics.* 2014. No. 3. Pp. 49-56.

75. Yasnitsky L.N. A method of fictitious canonical domains in continuum mechanics. M.: Nauka, FIZMATLIT, 1992. 128 p.

76. Yasnitsky L.N. On the priority of Soviet science in the field of Neuroinformatics. In memory of Professor Alexander Ivanovich Galushkin // *Artificial intelligence in solving urgent social and economic problems of the XXI century. Collection of articles on the materials of the Second all-Russian scientific-practical conference.* 2017. Pp. 8-11.

77. Yasnitsky L.N. Review of works on the development and application of the method of fictitious canonical fields in scientific and engineering problems // *Modern problems of science and education.* 2012. No. 4.

78. Yasnitsky L.N. On a method of solving the problems of the theory of harmonic functions and linear theory of elasticity // *Strength and hydraulic characteristics of machines and structures.* 1973. Pp. 78-83.

79. Yasnitsky L.N. About possibilities of application of methods of artificial intelligence in political science // *Bulletin of Perm University. Series: Political Science.* 2008. No. 2 (4). Pp. 147-155.

80. Yasnitsky L.N., Petrov A.M., Sichinava Z.I. Comparative analysis of algorithms of network detection of lie // *Bulletin of higher educational institutions. Volga region. Technical science.* 2010. № 1 (13). Pp. 64-72.

81. Yasnitsky L.N., Petrov A.M., Sichinava Z.I. Technologies to build a lie detector based on artificial neural networks // *Information technologies.* 2010. No. 11. Pp. 66-70.

82. Yasnitsky L.N., Poroshina A.M., Tamayev A.F. The color of the eyes of the entrepreneur and success of the business. Neural network technologies as a tool for predicting the success of entrepreneurial activity // *Russian entrepreneurship.* 2010. No. 4-2. Pp. 8-13.

83. Yasnitsky L.N. Instructive past, brilliant present and doubtful future of artificial intelligence // In the collection: *Artificial intelligence in solving urgent social and economic problems of the XXI century.* 2018. Pp. 9-13.

84. Yasnitsky L.N., Sichinava Z.I. Neural network algorithms to analyze the behavior of respondents // *Neurocomputers: development and application.* 2011. No. 10. Pp. 59-64.

85. Yasnitsky L.N., Sichinava Z.I., Cherepanov F.M. Neural network detector of lies: the principles of construction and development experience. Saarbrücken (Germany): LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG., 2012. 115 p.

86. Yasnitsky L.N. Modern crisis of applied mathematics and prospects of its overcoming // Bulletin of Perm University. Ser. Mathematics. Mechanics. Informatics. 2007. No. 7. Pp. 192-197.

87. Yasnitsky L.N. Superposition of basic solutions in the methods of the type Trefftz // Bulletin of the USSR Academy of Sciences. Solid mechanics. 1989. No. 2. Pp. 95-101.

88. Yasnitsky L.N. Hold "on the shoulders of giants" (Introductory article) // Bulletin of seminar "Computer methods in continuum mechanics". 2006-2007. / ed., A.L. Smirnova, E.F. Zhigalko. St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg University, 2008. Pp. 3-15.

89. Yasnitsky L.N., Cherepanov F.M. Artificial intelligence. Elective course: methodical manual on teaching. M.: BINOM. Laboratory of knowledge, 2012. 216 p.

90. Yasnitsky L.N., Cherepanov F.M. The possibilities of application of neural technologies in political science. 2010. No. 8. Pp. 47-53.

91. Yasnitsky L.N., Cherepanov F.M. Application of neural network technologies in the political science (Introductory article) // Neurocomputer paradigm and society / ed. M.: Moscow University, 2012. Pp. 13-25.

92. Yasnitsky L.N., Yasnitsky V.L. Development and application of complex neural network models of mass assessment and forecasting of the cost of residential properties on the example of real estate markets in Yekaterinburg and Perm // Property relations in the Russian Federation. 2017. № 3 (186). Pp. 68-84.

93. Alexeev A.O., Alexeeva I.E., Yasnitsky L.N., Yasnitsky V.L. Self-adaptive Intelligent System for Mass Evaluation of Real Estate Market in Cities // Advances in Intelligent Systems and Computing, 2019. Vol 850. Pp. 81-87.

94. Gitman M. B., Kluev A.V. and Stolbov V. Yu. Complex estimation of strength properties of functional materials on the basis of the analysis of parameters of grain-phase structure// Strength of Materials, Vol. 48, No. 6, July, 2016. Pp. 242-247.

95. Gitman I.M., Klyuev A.V., Gitman M.B. and Stolbov V.Yu. Multi-scale Approach for Strength Properties Estimation in Functional Materials // ZAMM Zeitschrift fur Angewandte Mathematik und Mechanik, 2018. Vol.98 No. 6. Pp. 945-953.

96. Klestov R., Klyuev A., Stolbov V. About some approaches to problem of metals and alloys microstructures classification based on neural network technologies // Advances in Engineering Research (AER). 2018. Vol. 157. Pp. 292-296.

97. Klyuev A., Klestov R., Bartolomey M., Rogozhnikov A. Recommendation System for Material Scientists Based on Deep lern Neural Network // AISC. 2018. Vol. 850. Pp. 224-231.

98. Sharybin S.I., Klyuev A.V., Stolbov V.Yu. Complex grain structure of metals and alloys // *Steel in translation*. Vol. 43. No 5. May 2013. Pp. 245-248.

99. Stolbov V.Yu., Gitman M.B. Sharybin S.L. Application of intelligent technology in functional materials quality assurance // *Materials Science Forum*. Vol. 870. 2016. Pp. 717-724.

100. Yasnitsky L.N., Bogdanov K.V., Cherepanov F.M., Makurina T.V., Dumler A.A., Chugaynov S.V., Poleschuk A.N. Diagnosis and Prognosis of Cardiovascular Diseases on the Basis of Neural Networks // *Biomedical Engineering*. 2013. T. 47. № 3. С. 160–163.

101. Yasnitsky L.N., Dumler A.A., Cherepanov F.M. The Capabilities of Artificial Intelligence to Simulate the Emergence and Development of Diseases, Optimize Prevention and Treatment Thereof, and Identify New Medical Knowledge // *Journal of Pharmaceutical Science and Research*. 2018. Vol. 10(9). Pp. 2192-2200.

102. Yasnitsky L.N., Dumler A.A., Poleshuk A.N., Bogdanov C.V., Cherepanov F.M. Artificial neural networks for obtaining new medical knowledge: diagnostics and prediction of cardiovascular disease progression // *Biology and Medicine*. 2015. T. 7. № 2. С. BM-095-15.

103. Yasnitsky L.N. Fictitious canonic regions method and boundary elements method // *Boundary Elements Communications*. 1995. V. 6. № 2. P. 62–63.

104. Yasnitsky L.N. Fictitious canonic regions method. Southampton-Boston: Computational Mechanics Publications, 1994. 120 p.

105. Yasnitsky L.N. The possibilities of error estimation in the boundary element type methods // *Boundary Elements Communications*. 1994. V. 5. № 4. P. 181–182.

Получено 16.11.2018

Об авторе

Ясницкий Леонид Нахимович (Пермь, Россия) – доктор технических наук, профессор кафедры «Прикладная математика и информатика» Пермского государственного национального исследовательского университета (614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15, e-mail: yasn@psu.ru).

About the author

Leonid N. Yasnitsky (Perm, Russian Federation) – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Applied Mathematics and Informatics, Perm State University (15, Bukirev st., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: yasn@psu.ru).

Научное издание

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА
И ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ

APPLIED MATHEMATICS
AND CONTROL SCIENCES

№ 4

Редактор и корректор *Е.И. Герман*

Ответственность за содержание материалов, достоверность статистической информации, точность изложения фактов и цитат несут авторы статей.

Выход в свет 26.12.2018. Формат 70×100/16.
Усл. печ. л. 10,6. Тираж 100 экз. Заказ № 284/2018.
Свободная цена

Отпечатано в типографии Издательства
Пермского национального исследовательского
политехнического университета.
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113.
Тел. (342) 219-80-33