

Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки Санкт-
Петербургский институт информатики
и автоматизации Российской академии
наук (СПИИРАН)

199178, Санкт-Петербург, 14 линия, 39
Телефон: (812)328-33-11
Факс: (812)328-44-50
E-mail: spiiiran@iias.spb.su
<http://www.spiiiras.nw.ru>
ОКПО 04683303, ОГРН 1027800514411
ИНН/КПП 7801003920/780101001

УТВЕРЖДАЮ

Директор
д.т.н., профессор РАН

Ронжин А.Л.



14 июля 2018 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации
Российской академии наук (СПИИРАН)

Диссертация «Формализация и использование явных и неявных экспертных знаний для оценивания состояния сложных объектов» выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Санкт-Петербургском институте информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН).

В период подготовки диссертации соискатель Спесивцев Александр Васильевич работает в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН) в должности старшего научного сотрудника, а также в Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского в должности старшего научного сотрудника Военного института (научно-исследовательского). В 1962 году окончил механико-математический факультет Львовского государственного университета по специальности «Математика».

Научный консультант – доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией информационных технологий в системном анализе и моделировании Федерального государственного бюджетного учреждения науки Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН) – Соколов Борис Владимирович.

По результатам рассмотрения диссертации «Формализация и использование явных и неявных экспертных знаний для оценивания состояния сложных объектов» принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем работы

В диссертационной работе Спесивцева Александра Васильевича приведен анализ существующих методов, моделей и алгоритмов извлечения

и формализации экспертной информации для оценивания состояния сложных объектов (СЛО). Разработанные соискателем комбинированные методы и алгоритмы построения и использования нового класса нечетких моделей для оценивания состояния сложных объектов СЛО на основе использования явных и неявных экспертных знаний включают в себя новые методы и алгоритмы (метод и алгоритмы формализованного представления явных и неявных экспертных знаний аналитическими выражениями, методы и алгоритмы задания новых форм представления нечетких чисел и дополнительных арифметических действий над ними) прошли широкую апробацию при реализации в таких предметных областях как космонавтика (обобщенные модели оценивания состояния СЛО наземной космической инфраструктуры космодромов Байконур и Плесецк), цветная металлургия (интеллектуальные системы АСУ ТП), геокриология, строительное дело, экология. Актуальность и востребованность данной тематики подтверждается широко масштабными исследованиями, проводимыми в современных условиях в различных предметных областях и посвященными вопросам оценивания состояния СЛО на основе интеграции разнородных данных, информации и знаний.

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации

Содержание диссертации и основные положения, выносимые на защиту, отражают персональный вклад автора в опубликованных работах. Подготовка к публикации полученных результатов проводилась совместно с соавторами, причем вклад диссертанта был значительным. Представленные к защите результаты получены лично автором и непосредственно связаны с его научно-практической деятельностью, в том числе, при выполнении им исследований в различных областях.

Достоверность результатов проведенных исследований

Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждается:

- сопоставлением расчетных значений по построенным моделям с данными по фактическому состоянию СЛО, опубликованных в независимых источниках;
- результатами независимых оценок в рассматриваемых предметных областях;
- широким обсуждением на более чем 40 всероссийских и международных научных и научно-практических конференциях;
- строгостью математических соотношений, использованных для построения моделей дополнительных и расширенных операций над нечеткими числами, используемыми при формализации явных и неявных экспертных знаний о состоянии СЛО;
- корректностью применения апробированного в научной практике исследовательского и аналитического аппарата;
- доказанным положительным эффектом от ряда внедрений результатов представленного диссертационного исследования с представлением соответствующих актов;

- публикацией результатов диссертационного исследования в рецензируемых научных изданиях, в т.ч. в 23 изданиях, включенных в список ВАК Российской Федерации и в 17 изданиях, индексируемых Scopus и/или Web of Science.

Научная новизна полученных результатов

Научная новизна представленной диссертационной работы состоит в следующем. Впервые в целостном функциональном представлении разработан и практически реализован новый научно-методический аппарат (нечетко-возможностные модели, комбинированные методы и алгоритмы) извлечения и формализации явных и неявных экспертных знаний для оценивания состояния СЛО на основе нечетко-возможностного подхода. Результатом исследований является, во-первых, разработка новых форм представления явных и неявных экспертных знаний с использованием нечетких чисел и нечетких арифметических действий над ними (в том числе новых дополнительных нечетких арифметических операций, сохраняющих исходный уровень нечеткости знаний экспертов), во-вторых, разработан новый класс нечетких моделей оценивания состояния СЛО на основе использования нечетко-продукционного подхода и теории планирования экспериментов, предложены и обоснованы новые критерии оценивания полезности разработанного комплекса моделей, новый подход к прогнозированию возможных состояний СЛО в количественном виде, что позволяет лицам, принимающим решения, своевременно и обоснованно формировать и реализовывать управляющие воздействия на рассматриваемые объекты.

Практическая значимость полученных результатов

Результаты диссертационных исследований имеют обобщенный междисциплинарный характер и представляют собой научные основы количественного решения задач извлечения, представления, формализации знаний и использования опыта высококвалифицированных специалистов-экспертов о состоянии СЛО для представления их в аналитическом виде, что способствует повышению оперативности и обоснованности принятия управленческих решений в условиях неопределенности. Практическое значение полученных результатов состоит в доведении исследования до уровня конкретных инженерных методик, которые позволяют оценивать и обрабатывать нечеткую (вербальную) экспертную информацию о состоянии СЛО в виде лингвистических переменных для последующей их структуризации и формализации в виде нечетких моделей обобщенного состояния СЛО. Построенные нечеткие модели, а также соответствующие комбинированные методы и алгоритмы извлечения и формализации явных и неявных экспертных знаний для оценивания состояния широкого класса СЛО получили к настоящему моменту времени разнообразную и широкую реализацию в различных областях науки и техники:

1. Космонавтика. В центре испытаний и контроля эксплуатации филиала ФГУП «ЦЭНКИ»-КЦ «Южный» при оценивании степени критичности наземных составных частей ракетно-космических комплексов по остаточному ресурсу. Для космодрома «Плесецк» создана интеллектуальная информационно-диагностическая система мониторинга оценивания ТС химических источников тока.
2. Цветная металлургия. В «ГМК «Норильский никель» создана и внедрена «Интеллектуальная автоматизированная система управления процессом плавки ПВ-3 Медного завода». Разработана логико-лингвистическая модель как база знаний АСУ пирометаллургического процесса обжига в кипящем слое.
3. Строительное дело. В Заполярном филиале «ГМК «Норильский никель» и Норильском промышленном районе (г. Норильск) по разработаны методики мониторинга и прогнозирования состояний зданий и сооружений с пространственно-распределенной топологией, получены модели оценивания остаточного срока службы СЛО, эксплуатируемых в условиях Крайнего Севера.
4. МЧС России. В Управлении по делам ГО и ЧС г. Норильска на базе созданных моделей реализованы методики оценивания технического состояния высокорисковых спецсооружений, фундаментов зданий и сооружений Норильского промышленного района.
5. Экология. В Норильском региональном отделении Международной академии наук экологии и безопасности природы и человека (МАНЭБ) внедрены и используются информационные и методические материалы для количественного оценивания загрязнения металлами геокриолитозоны Норильского промышленного района, прогнозирования устойчивости оснований, построенных на многолетнемерзлых грунтах плотины пирротинохранилища и дамбы хвостохранилища. Экспресс-методика оценки морфодинамических процессов в береговой зоне моря (Финский залив).

Специальность, которой соответствует диссертация

Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.01 — Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы).

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.

Основные результаты диссертации изложены в следующих работах в необходимой полноте:

Публикации в рецензируемых изданиях ВАК

1. Тиличко, Ю.Н. Оценка воздействия природных и антропогенных рисков на криолитозону для строительства зданий и сооружений в арктическом регионе / Ю.Н. Тиличко, А.В. Спесивцев, А.В. Вагин // Проблемы управления рисками в техносфере, №2[42], 2017. С. 14-21.
2. Гула, Д.Н. Оценивание состояния металлооблицовки стартовых сооружений ракетно-космических комплексов на основе логико-

- лингвистических моделей / Д.Н. Гула, А.В. Спесивцев, А.В. Вагин // Проблемы управления рисками в техносфере, №1[41], 2017. С. 26-34.
3. Спесивцев, А.В. Логико-лингвистическая модель оценивания вероятности возникновения нештатных ситуаций при эксплуатации насосных агрегатов заправочного обо-рудования РКК / А.В. Спесивцев, А.М. Астанков // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 11-4. – С. 728-732;
 4. Астанков, А.М. Снижение рисков возникновения опасных последствий при эксплуатации насосных агрегатов заправочного оборудования ракетно-космических комплексов / А.М. Астанков, А.В. Спесивцев, А.В. Вагин // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2016. – №1[37]. – С. 6-14.
 5. Попов, В.Д. Формализация экспертных знаний в виде логико-лингвистических моделей / В.Д. Попов, А.В. Спесивцев, А.И. Сухопаров // Вестник российской академии сельскохозяйственных наук. – 2014. – №3. С.10-13.
 6. Спесивцев, А.В. Интеллектуальная автоматизированная система управления процессом плавки ПВ-3 Медного завода ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель» / А.В. Спесивцев, И.Н. Дайманд, В.И. Лазарев, А.П. Кашук // Известия вузов. Цветная металлургия. – 2014. – №5. – С. 64 – 69.
 7. Кунько, А.Е. Алгоритмическое обеспечение методики прогнозирования остаточного ресурса технических объектов на основе метода формализации экспертной информации / А.Е. Кунько, А.В. Спесивцев // Наука и образование. Электронное научно-техническое издание. 77-30569/259313#01, январь 2012. <http://technomag.bmstu.ru/doc/259313.html>.
 8. Спесивцев, А.В. Критерий информативности полиномиальной модели на основе функций принадлежности специального типа / А.В. Спесивцев, А.В. Вагин // Проблемы управления рисками в техносфере, 2012. – №5. – С.16-23.
 9. Кунько, А.Е. Оценивание технического состояния химических источников тока на основе неявных экспертных знаний / А.Е. Кунько, А.В. Спесивцев // Информация и космос. – 2010. – № 4. – С. 42 – 49.
 10. Спесивцев, А.В. Интеллектуальная экспертная система поддержки принятия решений в нечетких условиях конъюнктуры рынка / А.В. Спесивцев, Н.Ю. Уланова, А.В. Вагин // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2008. – № 2. – С.44 – 50 .
 11. Спесивцев, А.В. Прогнозирование аварийных ситуаций при эксплуатации тех-нологических объектов на основе фаззи-моделей / А.В. Спесивцев, А.В. Вагин, И.П. Кардашев // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2008. – № 4. – С.14 – 19.
 12. Спесивцев, А.В. Информационная модель нечеткого логического регулятора с интеллектуализированной базой знаний / А.В. Спесивцев, И.Т. Кимяев // Управление боль-шими системами. Выпуск 21. – М.: ИПУ РАН, 2008. – С.165 – 172.
 13. Спесивцев, А.В. Выбор достаточного количества коэффициентов аппроксими-рующего полинома в нечетком многомерном факторном

- пространстве / А.В. Спесивцев, // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2008. – №4 – С.33 – 36.
14. Спесивцев, А.В. Интеллектуализация как путь повышения эффективности при-нятия решений в условиях неопределенности / Уланова Н.Ю., А.В. Спесивцев, Тропинов Ю.В. // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2007. №4. – С. 47 – 49.
15. Спесивцев А.В. Интеллектуализация системы принятия решений при оператив-ном управлении магистральным газопроводом / Н.Ю. Уланова, А.В. Спесивцев, Ю.В. Тро-пинов // Вестник ИрГТУ, № 2(30). Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007. – С.122-128.
16. Спесивцев, А.В. Экспрессная оценка физического состояния фундаментов при реконструкции зданий. / А.В. Спесивцев, Вагин А.В., Семенов В.Г. // Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского института Государственной противопожарной службы №1[12]-2[13]. – СПб.: ОАО «Издательско-полиграфическое предприятие «Искусство России», 2006. – С. 42-46.
17. Артамонов, В.С., Методологические аспекты применения теории и методологии управления рисками на основе экспертной информации / В.С. Артамонов, А.В. Спесивцев// Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского института Государственной противопожарной службы – СПб.: ОАО «Издательско-полиграфическое предприятие «Искусство России», 2005. – №3 [10]. – С. 77-80.
18. Спесивцев, А.В. К вопросу об управлении безопасностью и рисками в строи-тельстве / А.В. Спесивцев, Кардашев И.П., Джаман А.М., Семенов Г.В. // Экономика и управление. – 2005. – №3. – С. 98 – 103.
19. Спесивцев, А.В. Методика построения нечеткой управляющей модели процесса Ванюкова для безокислительной плавки сульфидных концентратов / З.Г. Салихов, А.В. Спесивцев, В.И. Лазарев, Н.И. Мищенко, Е.В. Навильников И.Т. Кимяев // Известия вузов. Цветная металлургия, 2002. – №1. – С.76 – 82.
20. Салихов, З.Г. Количественная оценка качества управления технологическим аг-регатом / З.Г. Салихов, А.В. Спесивцев, Д.А. Москвитин, А.В. Сириченко, И.Е. Зыков // Цветные металлы, 2002. – № 10. – С. 89 – 92.
21. Кимяев, И.Т. Исследование закритических областей факторного пространства при управлении обжигом в кипящем слое с помощью нечеткой управляющей модели / И.Т. Кимяев, А.В. Спесивцев, З.Г. Салихов, А.В. Дроздов // Известия вузов. Цветная металлур-гия. – 2001. – № 1. – С. 74 – 77.
22. Спесивцев, А.В. Управляющие модели металлургических процессов с исполь-зованием нечетких множеств / А.В. Спесивцев, А.В. Дроздов, С.В. Негрей, Р.Р.Даминов // Цветные металлы. – 1996. – №11. – С.66 – 69.

23. Дроздов, А.В. Формализация экспертной информации при логико-лингвистическом описании сложных систем / А.В. Дроздов, А.В. Спесивцев // Изв. РАН. Техническая кибернетика. – 1994. – № 2. – С.89 – 96.

Патенты и свидетельства

24. Орешкин, С.А. Способ автоматического управления процессом плавки медно-никелевого сульфидного сырья в печи Ванюкова при переработке сульфидной шихты на штейн / С.А. Орешкин, А.В. Спесивцев, В.Г. Козловский, В.И. Лазарев, А.П. Кащук // Патент РФ № 2 571 968 Бюл. № 36 от 27.12.2015.

25. Спесивцев, А.В. Интеллектуальная программа оптимального управления печью Ванюкова / А.В. Спесивцев, И.Н. Дайманд, А.В. Филатов, Д.С. Негрей, С.В. Летуновский // Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2014613676 от 02 апреля 2014.

26. Спесивцев, А.В. Создание логико-лингвистических моделей на базе неявных экспертных знаний./ А.В. Спесивцев, В.А. Спесивцев // Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2014610613 от 15 января 2014.

27. Кунько, А.Е. Способ неразрушающего контроля технического состояния химических источников тока / А.Е. Кунько, А.В. Спесивцев // Патент РФ 2467436. Бюлл. № 32, 20.11.2012.

28. Салихов, З.Г. Способ автоматического управления обжигом никелевого концентрата в печи кипящего слоя / З.Г. Салихов, А.В. Спесивцев, А.В. Дроздов, И.Т. Кимяев, В.Г. Степин // Патент РФ № 2204616 От 20.05.2003.

Монографии

29. Игнатьев М.Б. Моделирование слабо формализованных систем на основе явных и неявных экспертных знаний / М.Б. Игнатьев, В.Е. Марлей, В.В. Михайлов, А.В. Спесивцев // СПб : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2018. – 430 с. Спесивцев, А.В.

30. Мягкие измерения и мягкие вычисления при моделировании состояния сложных объектов на базе экспертных знаний/ В книге «Управление в условиях неопределенности: монография» / Под общ. ред. проф. С.В. Прокопчиной. // СПб.:Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2017, 304 с. – С.217-263.

31. Спесивцев, А.В. Метод извлечения и формализации экспертной информации / С.В. Прокопчина, М.Ю. Шестопапов, Л.В. Уткин, М.С. Куприянов, В.Л. Лазарев, Д.Х. Имаев, В.Л. Горохов, Ю.А. Жук, А.В. Спесивцев // Управление в условиях неопределенности: Монография. Под общ. ред. проф. С.В. Прокопчиной. – СПб.:Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2014. – 304 с. – С.217-263.

32. Спесивцев, А.В. Управление рисками чрезвычайных ситуаций на основе формализации экспертной информации. Под ред. проф. В.С. Артамонова / А.В. Спесивцев.– СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2004. – 238 с.

33. Спесивцев, А.В. Металлургический процесс как объект изучения: новые концепции, системность, практика / А.В. Спесивцев. – СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2004. – 307 с.

34. Артамонов, В.С. Элементы превентивного управления рисками при эксплуатации системных объектов. Под общей редакцией А.В. Спесивцева / Артамонов В.С., Кардашев И.П., Моторин В.Б., А.В. Спесивцев, Уткин Н.И. – СПб: Изд-во СПбГТУ, 2003 – 132 с.

Диссертация «Формализация и использование явных и неявных экспертных знаний для оценивания состояния сложных объектов» Спесивцева Александра Васильевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.01 — Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы).

Заключение принято на расширенном семинаре 18.10.2018 г. Присутствовало на семинаре 12 чел. Результаты голосования: «за» — 12 чел., «против» — 0 чел., «воздержалось» — 0 чел., протокол №1 от 18.10.2018 г.

Председатель семинара

Главный научный сотрудник лаборатории речевых и многомодальных интерфейсов СПИИРАН

доктор технических наук, доцент

А.А. Карпов

Секретарь семинара

Старший научный сотрудник лаборатории информационных технологий в системном анализе и моделировании СПИИРАН

кандидат технических наук

С.А. Потрясаев

«18» октября 2018 г.