

Протокол № 34.06-51-1-7

заседания диссертационного совета Д 212.232.51

от 17 мая 2018 г.

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 21 человека.

Присутствовали на заседании 16 человек: из них 4 доктора наук по специальности 05.13.17 – теоретические основы информатики (физико-математические науки).

Председательствующий: д. физ.-мат.наук, профессор Бурова Ирина Герасимовна.

Присутствовали: д. физ.-мат. наук Тулупьев Александр Львович, д. физ.-мат. наук Демьянович Юрий Казимирович, д. физ.-мат. наук Андрианов Сергей Николаевич, д. физ.-мат. наук Бурова Ирина Герасимовна, д. физ.-мат. наук Веремей Евгений Игоревич, д. физ.-мат. наук Граничин Олег Николаевич, д. физ.-мат. наук Ермаков Сергей Михайлович, д. физ.-мат. наук Кознов Дмитрий Владимирович, д. физ.-мат. наук Косовская Татьяна Матвеевна, д. физ.-мат. наук Кривулин Николай Кимович, д. тех. наук Лисс Александр Рудольфович, д. физ.-мат. наук Мартыненко Борис Константинович, д. физ.-мат. наук Новиков Борис Асенович, д. пед. наук Поздняков Сергей Николаевич, д. физ.-мат. наук Романовский Иосиф Владимирович, д. физ.-мат. наук Терехов Андрей Николаевич.

Официальные оппоненты по диссертации: доктор физико-математических наук, доцент Махортов Сергей Дмитриевич, кандидат физико-математических наук, доцент Солдатенко Илья Сергеевич.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский Государственный Технологический Институт (технический университет)».

Слушали:

Защиту диссертации Золотина Андрея Алексеевича на тему «Матрично-векторные уравнения локального апостериорного вывода в алгебраических байесовских сетях» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.17 – теоретические основы информатики.

Постановили:

Диссертационная работа Золотина А.А. является завершённой научно-квалификационной работой, которая содержит новые научные и практические результаты по актуальным вопросам апостериорного логико-вероятностного вывода в алгебраических байесовских сетях, имеет существенное значение для развития области искусственного интеллекта и соответствует всем требованиям действующего «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, в том числе п.9 (абзац 2).

На основании результатов тайного голосования членов диссертационного совета (за – 15, против – 0, недействительных бюллетеней – 1) диссертационный совет принял решение присудить Золотину А.А. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.17 – теоретические основы информатики.

Председательствующий

Бурова Ирина Герасимовна

Ученый секретарь совета

Демьянович Юрий Казимирович

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.232.51
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»,
ПРАВИТЕЛЬСТВО РФ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 17 мая 2018 г. № 34.06.51-1-7

О присуждении Золотину Андрею Алексеевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Матрично-векторные уравнения локального апостериорного вывода в алгебраических байесовских сетях» по специальности 05.13.17 - Теоретические основы информатики принята к защите 1 марта 2018 года, протокол № 34.06-51-1-3, диссертационным советом Д 212.232.51 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Правительство РФ, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7-9, приказ 248/нк от 15.05.2014 г.

Соискатель Золотин Андрей Алексеевич, 1993 года рождения.

В 2015 году соискатель окончил Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет» по специальности «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем», является аспирантом Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», в настоящее время не работает.

Диссертация выполнена на кафедре информатики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Правительство РФ, и в лаборатории теоретических и междисциплинарных проблем информатики Федерального государственного бюджетного

учреждения науки Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН), Федеральное агентство научных организаций РФ.

Научный руководитель — доктор физико-математических наук Тулупьев Александр Львович, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», кафедра информатики, профессор.

Официальные оппоненты:

Махортов Сергей Дмитриевич, доктор физико-математических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет», кафедра математического обеспечения ЭВМ факультета прикладной математики, информатики и механики, заведующий кафедрой;

Солдатенко Илья Сергеевич, кандидат физико-математических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный университет», начальник отдела информационных технологий, доцент кафедры информационных технологий (по совместительству), заместитель декана факультета прикладной математики и кибернетики по научной работе и информатизации

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», в своём положительном отзыве, подписанном деканом факультета информационных технологий, доктором технических наук, профессором А.А. Мусаевым и утверждённом ректором ФГБОУ ВО «СПбГТИ(ТУ)», доктором технических наук, профессором А.П. Шевчиком, указала, что полученные в ходе диссертационного исследования соискателем результаты в рамках теории алгебраических байесовских сетей и родственных моделей имеют высокую научную ценность, а также теоретическую и практическую

значимость, диссертационная работа А.А. Золотина является завершённой научно-квалификационной работой и удовлетворяет всем требованиям действующей редакции “Положения о присуждении учёных степеней”, предъявляемым к кандидатским диссертациям, в том числе — всем критериям, перечисленным в Разделе II указанного положения, включая изложенные в п.9 (второй абзац), и соответствует паспорту специальности 05.13.17, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики.

Соискатель имеет 37 опубликованных работ, все – по теме диссертации, в том числе 9 работ опубликованы в рецензируемых научных изданиях из перечня российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёных степеней доктора и кандидата наук, и 9 работ опубликованы в изданиях, индексируемых в международных базах Scopus и Web of Science, также имеются свидетельства о регистрации программ для ЭВМ в Роспатенте №№ 2017664086 от 25.12.2017, 2015615478 от 19.05.2015 и 2017663764 от 25.12.2017. В опубликованных работах соискателя общим объёмом 342 страницы предложены матрицы перехода от вектора вероятностей идеала дизъюнктов к векторам классических моделей фрагментов знаний — идеалу конъюнктов и набору пропозиций-квантов; сформулированы и доказаны теоремы о матрично-векторных уравнениях локального апостериорного вывода для скалярных оценок вероятностей для всех трёх видов фрагментов знаний; сформулированы задачи линейного программирования для случаев неточных оценок в фрагментах знаний или поступившем свидетельстве; разработаны методы оценки чувствительности и получены оценки чувствительности для первой задачи апостериорного вывода, а также предложен способ распространения виртуального свидетельства между двумя фрагментами знаний алгебраической байесовской сети. Кроме того, сформулированы рекомендации по применению результатов диссертационного исследования в индустрии и

научных исследованиях. Работы выполнены автором лично или при его активном непосредственном участии. В совместных работах все результаты, выносимые на защиту, получены автором самостоятельно, соавторам принадлежат постановка задач, общее руководство работой и результаты, отличные от выносимых на защиту соискателем. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения о работах, опубликованных соискателем.

Наиболее значительные научные работы автора по теме диссертации:

1. Золотин, А. А. Развитие логико-вероятностного подхода в алгебраических байесовских сетях / А. А. Золотин // Компьютерные инструменты в образовании. — 2017. — № 3. — С. 5—19.
2. Золотин, А. А. Матрично-векторные алгоритмы нормировки для локального апостериорного вывода в алгебраических байесовских сетях / А. А. Золотин, А. В. Тулупьев А. Л. Сироткин // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. — 2015. — Т. 15, № 1. — С. 78—85.
3. Zolotin, A. A. Sensitivity statistical estimates of local posterior inference matrix-vector equations in algebraic Bayesian networks on quanta propositions / A. A. Zolotin, A. L. Tulupyev // Vestnik St. Petersburg University: Mathematics. — 2018. — Vol. 51, no. 1. — P. 42—48.
4. Zolotin, A. A. Matrix-vector algorithms of local posteriori inference in algebraic Bayesian networks on ideal of disjuncts / A. A. Zolotin, E. A. Malchevskaia // Proceedings of the 19th International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM-2016). — St. Petersburg, Russia, 2016. — С. 31—34.
5. Zolotin, A. A. An Approach to Sensitivity Analysis of Inference Equations in Algebraic Bayesian Networks / A. A. Zolotin, E. A. Malchevskaia, A. L. Tulupyev, A. V. Sirotkin // Proceedings of the Second International Scientific Conference “Intelligent Information Technologies for Industry” (IITI’17). Т. 679. — Varna, Bulgaria, 2017. — С. 34—42. — (Advances in Intelligent Systems and Computing).

рассматривает только скалярные оценки вероятностей, оставляя случай с неточными оценками в области локального вывода. Интересно узнать можно ли построить аналогичные задачи линейного программирования для случая глобального распространения свидетельства. 2) Говоря о задачах линейного программирования, стоило упомянуть с использованием какого пакета или библиотеки решались задачи линейного программирования;

5. От Уткина Льва Владимировича, доктора технических наук, профессора, заместителя проректора по научной работе, заведующего кафедрой телематики ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого». Отзыв содержит следующее замечание: Четвертая глава диссертационного исследования, судя по автореферату, посвящена комплексу программ, реализующему алгоритмы логико-вероятностного вывода. При разработке программного обеспечения хорошим тоном является размещение указанного ПО в открытом доступе, но по автореферату соискателя неясно был ли размещен указанный программный код где-либо;

6. От Курзенева Владимира Анатольевича, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры бизнес-информатики, математических и статистических методов Северо-Западного института управления — филиала ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ». Отзыв содержит замечания редакционного характера;

7. От Ярушкиной Надежды Глебовны, доктора технических наук, профессора, первого проректора – проректора по научной работе, заведующей кафедрой «Информационные системы» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет». Отзыв содержит замечания редакционного характера;

8. От Осипова Геннадия Семеновича, доктора физико-математических наук, профессора, заместителя директора по научной работе Федерального исследовательского центра "Информатика и управление" института системного анализа РАН. Отзыв содержит следующее критическое

замечание: Поскольку соискатель рассматривает математические фрагменты знаний с тремя различными носителями было бы интересно сравнить (где достижимо и возможно) получающиеся оценки чувствительности, чтобы ответить на вопрос о том, как на них влияет выбор такого носителя;

9. От Егорова Антона Юрьевича, доктора физико-математических наук, член-корреспондента РАН, технического директора ООО «Коннектор Оптикс» Отзыв содержит следующее критическое замечание: Можно ли разработанный комплекс программ интегрировать в сторонние решения? Какими ограничениями будет обладать результирующий продукт?

10. От Калитеевского Михаила Алексеевича, доктора физико-математических наук, главного научного сотрудника лаборатории физики наноструктур ФГБУ высшего образования и науки «Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет Российской академии наук». Отзыв содержит следующее замечание: В третьей теореме автор предлагает способ передачи виртуального свидетельства между фрагментами знаний, описывая этот процесс матрично-векторным уравнением, однако опускает вопрос поддержания согласованности во втором фрагменте знаний;

11. От Михайлова Дмитрия Владимировича, доктора физико-математических наук, доцента, доцента кафедры Информационных технологий и систем (ИТиС) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого". Отзыв содержит следующее критическое замечание: в автореферате недостаточно внимания уделено экспериментальным исследованиям разработанных теоретических положений, имеются только ссылки на свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, краткое описание назначения и особенностей реализации созданных программных продуктов.

Ответы на замечания в отзывах на автореферат даны в ходе защиты.

Выбор **ведущей организации** обосновывается тем, что она имеет

значительный опыт исследований, непосредственно соответствующих тематике данной диссертационной работы, и способна определить научную и практическую ценность диссертации. **Выбор в качестве официального оппонента** Махортова С.Д. обусловлен тем, что он является ведущим ученым РФ в области искусственного интеллекта и управления базами знаний, а также является автором многочисленных публикаций по указанной тематике. **Выбор в качестве официального оппонента** Солдатенко И.С. обусловлен тем, что он является признанным в России экспертом в теории нечеткости, технологий искусственного интеллекта, а также в области теоретического программирования и информатики, активно публикуется и выступает с докладами в этих областях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **сформулированы и доказаны** теоремы о матрично-векторных уравнениях локального апостериорного вывода для различных видов фрагментов знаний и типов оценок вероятностей истинности элементов;
- **описан** алгоритм выражения новых векторов, используемых в нормирующих множителях уравнений апостериорного вывода (вектора $\mathbf{r}^{(i,j)}$, $\mathbf{s}^{(i,j)}$, $\mathbf{d}^{(i,j)}$), через вектора малой размерности;
 - **исследована** модель фрагмента знаний, построенная над идеалом дизъюнктов и предложены матрицы перехода от вектора вероятностей элементов идеала дизъюнктов к векторам вероятностей элементов идеала конъюнктов и набора пропозиций-квантов;
- **разработан** алгоритм покомпонентного вычисления векторов, участвующих в расчете нормирующих множителей в алгоритмах апостериорного вывода;
 - **сформулированы**, с учетом новой матрично-векторной формализации, ограничения и построены задачи линейного программирования для первой и второй задач апостериорного вывода в случае неточного свидетельства или интервальных оценок вероятностей истинности элементов фрагмента знаний;

- **предложен** способ, описывающий распространение (пропагацию) виртуального свидетельства между двумя фрагментами знаний алгебраической байесовской сети, основу которого составляет матрица, указанная в пункте 2 итогов исследования;
- **разработаны** методы оценки чувствительности и дана оценка чувствительности первой задачи уравнений локального апостериорного вывода для фрагментов знаний над идеалом конъюнктов, идеалом дизъюнктов и набором пропозиций-квантов;
- **спроектирован и разработан** комплекс программ на языке C#, реализующий локальные структуры и алгоритмы логико-вероятностного вывода, включая априорный вывод, апостериорный вывод, проверку и поддержание непротиворечивости для проведения вычислительных экспериментов;
- **разработан** графический пользовательский интерфейс, дающий доступ ко всем функциям комплекса программ, а также веб-интерфейс, дающий возможность коллаборативной работы с рассматриваемыми структурами и их визуализациями.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- результаты развивают область искусственного интеллекта в целом и вероятностных графических моделей в частности;
- материалы исследования могут быть использованы при подготовке общих и специальных дисциплин для студентов математических и технических специальностей «Алгебраические байесовские сети», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Теория байесовских сетей», «Вероятностные графические модели», «Интеллектуальный анализ данных: инструментарий и жизненный цикл проекта», «Data Science: комплексы программ», «Data Science: основы обработки и анализа данных» и др.;
- полученные матрично-векторные уравнения апостериорного вывода и алгоритмы синтеза множества вторичных структур алгебраической байесовской сети могут быть применены при разработке комплексов

программ с байесовской интеллектуальной компонентой.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- сформирован комплекс программ, поддерживающих локальный апостериорный вывод (таким образом завершая автоматизацию этого вида логико-вероятностного вывода в алгебраических байесовских сетях),
- алгебраические байесовские сети можно применить как промежуточный этап обучения байесовских сетей доверия по неполным, неточным, нечисловым данным;
- развиваемая вероятностная графическая модель дает возможность исследовать последствия ослабления (релаксации) предположения независимости событий в ряде моделей, применяющихся в оценке надежности систем, эпидемиологии и анализе защищенности от социоинженерных атак.

Результаты рекомендуется применять в образовательных целях, как этап знакомства с вероятностными графическими моделями. Ожидается, что результаты исследования удастся применить при обучении байесовских сетей доверия в случае данных с неопределенностью (данные с пропусками, комбинирование с экспертными знаниями); при оценке степени защищенности от социо-инженерных атак и оценке риска, связанных с угрожающим поведением, в оценках надежности сложных систем, в эпидемиологических моделях распространения инфекции по сетям; при необходимости рассмотрения релаксации предположений о независимости ряда событий.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

- достоверность полученных результатов обеспечивается строгими математическими доказательствами и корректным использованием методов соответствующих математических дисциплин;
- результаты, полученные соискателем, опираются на результаты,

полученные другими исследователями, и не имеют с ними противоречий;

- проведен набор вычислительных экспериментов с уравнениями локального апостериорного вывода, результаты которых согласуются с ожидаемыми экспертами;
- аргументом в пользу достоверности результатов является работоспособность комплекса программ, реализующего приведенные в диссертационном исследовании алгоритмы апостериорного вывода и структуры фрагментов знаний.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в формулировке и постановке цели и задач диссертационного исследования, анализе публикаций по тематике исследования и в смежных областях, в получении всех выносимых на защиту результатов (включая формулировку и доказательство теорем о матрично-векторных уравнениях апостериорного вывода, построение оценок чувствительности и задач линейного программирования, разработку и тестирование комплекса программ), участии в апробации результатов исследования на всероссийских и международных конференциях, а также подготовке публикаций по выполненной работе.

Диссертационная работа Золотина А.А. является завершённой научно-квалификационной работой, которая содержит новые научные и практические результаты по актуальным вопросам апостериорного логико-вероятностного вывода в алгебраических байесовских сетях, имеет существенное значение для развития области искусственного интеллекта в целом и вероятностных графических моделей в частности и соответствует всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного в Постановлении правительства РФ от 24.09.2013 №842 в редакции от 28.08.2017, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, в том числе п.9 (абзац 2).

На заседании 17 мая 2018 года диссертационный совет принял решение присудить Золотину А.А. учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 4 докторов наук по специальности 05.13.17 — Теоретические основы информатики (отрасль физико-математические науки), участвовавших в заседании, из 21 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за — 15, против — 0, недействительных бюллетеней — 1.

И.о. председателя

диссертационного совета



Бурова Ирина Герасимовна

Ученый секретарь

диссертационного совета



Демьянович Юрий Казимирович

17 мая 2018 года

