

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

Пермского национального исследовательского
политехнического университета,

Д.С. _____, математических наук, доцент

Швейкин Алексей Игоревич

«25» ноября 2022 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования

«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

Диссертация «Информационная система сбора и обработки требований работодателей к компетенциям ИТ-специалистов на основе методов денотативного анализа» выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» на кафедре «Информационные технологии и автоматизированные системы».

В период подготовки диссертации соискатель Яруллин Денис Владимирович работал в ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» на кафедре «Информационные технологии и автоматизированные системы» в должностях ведущего программиста и старшего преподавателя.

В 2018 году Яруллин Д.В. окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» по направлению подготовки «Фундаментальная и прикладная лингвистика» с присвоением квалификации «магистр».

В 2022 году окончил очную аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника» по программе «Системный анализ, управление и обработка информации» (период обучения с 01.10.2018 по 30.09.2022 г.).

Научный руководитель – доктор экономических наук, профессор Файзрахманов Рустам Абубакирович, работает заведующим кафедрой «Информационные технологии и автоматизированные системы» в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

1. Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации, заключается в следующем

– предложил модель специалиста-исполнителя, которая использует слабоструктурированные открытые данные на естественном языке для мониторинга и обновления представления специалиста с точки зрения работодателей с применением подхода, основанного на нечетких множествах, для идентификации направлений профессиональной деятельности специалиста.

– предложил модель специалиста-выпускника на основе денотативного подхода, который применяется для обогащения данных при построении иерархии ключевых понятий предметной области.

– разработал алгоритм динамического подбора рекомендаций по составлению и корректировке прикладных программ подготовки, в котором учитываются горизонтальные и вертикальные взаимосвязи понятий предметной области и профессиональные задачи множества работодателей.

– разработал рекомендательную информационную систему, которая реализует указанные модели и визуализирует рекомендации по составлению и корректировке программ подготовки в виде денотатного графа.

2. Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

1) Предложена информационная модель специалиста-соискателя и разработан алгоритм ее автоматизированного построения, отличающийся использованием слабоструктурированных открытых данных на естественном языке для мониторинга и обновления представления специалиста с точки зрения работодателей и применением подхода, основанного на нечетких множествах, для идентификации направлений профессиональной деятельности специалиста, что позволяет структурировать и формализовать гетерогенные данные о требованиях работодателей для их использования в рекомендательной информационной системе;

2) Предложена информационная модель специалиста-выпускника и разработан алгоритм ее автоматизированного построения, учитывающий требования работодателей и отличающийся использованием денотативного подхода для обогащения данных при построении иерархии ключевых понятий предметной области, что позволяет обеспечить динамическое построение информационной модели предметной области для описания выпускника, востребованного на рынке труда;

3) Разработан алгоритм автоматизированного формирования рекомендаций по реализации образовательных программ, отличающийся горизонтальной и вертикальной интеграцией изучаемых понятий в рамках предметной области и профессиональных задач заданного множества работодателей, что позволяет структурировать и систематизировать содержание образовательных программ в единую иерархическую информационную модель;

4) Разработано программное обеспечение информационной системы для выявления обобщенных требований работодателей к компетенциям соискателей и формирования рекомендаций по реализации образовательных программ

подготовки ИТ-специалистов, реализующее разработанные методы и алгоритмы и обеспечивающее непрерывный сбор и анализ данных о вакансиях ИТ-специалистов и адаптивность образовательных программ.

3. Степень достоверности результатов проведенных исследований

Достоверность результатов исследования обеспечена системным подходом к решению задачи моделирования специалиста-выпускника с учетом требований работодателей; опорой на современные подходы к управлению, основанные на данных; использованием средств моделирования и проектирования сложных динамических систем.

Результаты исследования использованы на краткосрочных курсах дополнительного образования с учетом интересов ИТ-компаний. Экспертами ИТ-компаний отмечено, что выпускники краткосрочных образовательных программ, реализованных с учетом рекомендаций информационной системы, на 25–40% более соответствуют требованиям ИТ-рынка г. Перми.

4. Теоретическая и практическая значимость исследования

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в уточнении теоретических основ автоматизированного описания предметной области информационных технологий за счет разработки алгоритмов сбора и обработки слабоструктурированных открытых данных на естественном языке и использовании методов теории графов для построения иерархического описания предметной области.

Практическая значимость работы заключается реализации разработанных соискателем моделей и алгоритмов в информационной системе поддержки принятия решений, которая позволяет оптимизировать программы подготовки специалистов в области информационных технологий и повысить конкурентоспособность выпускников на рынке труда за счет освоения ими компетенций, востребованных работодателями.

Также практическая ценность исследования заключается в том, что полученные результаты могут использоваться для разработки рекомендательных информационных систем для формирования и корректировки программ подготовки специалистов иных предметных областей на основе анализа и обработки открытых слабоструктурированных данных о требованиях работодателей к их профессиональным компетенциям из заданного множества источников.

Результаты диссертационного исследования апробированы ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» и ИТ-компаниями г. Перми: ООО «Датабриз», ООО «Инфокус», ООО «Пармалогика», что подтверждается соответствующими справками.

5. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем. Содержание диссертационной работы достаточно полно отражено в 11 публикациях, в том числе 1 работа в рецензируемых научных изданиях, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук,

4 статьи проиндексированы в международных реферативных базах и системах цитирования Scopus и Web of Science, получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ:

Публикации в рецензируемых научных изданиях, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук

1) Яруллин Д.В. Интеллектуальная система управления подготовкой ИТ-специалистов на основе денотативной аналитики // Прикладная математика и вопросы управления / Applied Mathematics and Control Sciences. – 2022. – № 3. – С. 139-162. – DOI 10.15593/2499-9873/2022.3.08.

В работе соискателем предложена концепция организации подготовки ИТ-специалистов на основе открытых слабоструктурированных данных о требованиях работодателей. Концепция включает в себя мониторинг и сбор данных вакансий с сайтов-агрегаторов с заданной периодичностью; их последующую обработку для построения динамической модели ИТ-специалиста-соискателя; обогащение полученной модели открытыми данными о предметной области и информацией, содержащейся в нормативных документах; построение модели специалиста-выпускника. Соискателем разработано программное обеспечение информационной системы. Описана функция формирования информационной системой рекомендаций по реализации рабочих программ дисциплин, программ профессиональной переподготовки, программ дополнительного образования. (Вклад соискателя 23 / 23 стр.)

Публикации в изданиях, индексируемых в международных реферативных базах и системах цитирования

2) Yarullin D.V., Faizrakhmanov R.A., Fominykh P.Y. A Vector Representation of the IT Specialists' Set of Workloads for HR Decision Support System // Society 5.0: Human-Centered Society Challenges and Solutions. – Cham : Springer Verlag, 2022. – P. 383-394. – DOI 10.1007/978-3-030-95112-2_31. (Scopus)

В работе соискателем рассматривается модель формирования множества направлений профессиональной деятельности ИТ-специалистов на основе текстов вакансий. Соискателем разработана методика выявления компетенций в текстах вакансий путем нормализации текстовых данных и извлечения именованных сущностей. Рассмотрены подходы к векторной репрезентации компетенций и текстов вакансий, включая кодирование метрикой smooth TF-IDF. Соискателем описано использование разработанной модели в информационной системе для улучшения кадрового обеспечения отрасли за счет подготовки и переподготовки соискателей с учетом требований работодателей. (Вклад соискателя 6 / 12 стр.)

3) Yarullin D.V., Faizrakhmanov R.A., Fominykh P.Y. Automation of Demand Planning for IT Specialists Based on Ontological Modelling // Society 5.0: Cyberspace for Advanced Human-Centered Society. – Cham : Springer Verlag, 2021. – P. 35-45. – DOI 10.1007/978-3-030-63563-3_4. (Scopus)

В работе соискателем описан подход к автоматизации планирования потребности работодателей в компетенциях ИТ-специалистов, основанный на извлечении данных из текстов вакансий на естественном языке с сайтов-

агрегаторов. Подход позволяет проанализировать компетенции с целью устранения различий между требованиями работодателей и компетенциями соискателей. Соискателем создана онтологическая модель, позволяющая произвести иерархическую структуризацию множества компетенций, и предложен метод динамического отнесения компетенции к той или иной группе в рамках предметной области. **(Вклад соискателя 6 / 11 стр.)**

4) Yarullin D.V., Fayzrakhmanov R.A., Fominykh P.Y. A Web-Data Driven HR Decision Support System Based on the IT Specialist Vector Model // Proceedings of 2021 24th International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2021 : 24, St. Petersburg, 26–28 мая 2021 года. – St. Petersburg, 2021. – P. 225-228. – DOI 10.1109/SCM52931.2021.9507144 **(Scopus)**

*В статье соискатель описывает информационную систему с функцией подбора профессионального направления в ИТ-индустрии для кандидата, обладающего целевым набором профессиональных компетенций. Соискателем предложен метод кластеризации, определяющий наборы взаимосвязанных компетенций, которые интерпретируются модели различных направлений ИТ, востребованных в регионе в выбранный период времени. Ключевые понятия, описывающие компетенции, извлекаются из текстов вакансий с использованием предложенных соискателем алгоритмов обработки естественного языка и векторизуются для выявления обобщенных требований работодателей в рамках отдельных направлений профессиональной деятельности. **(Вклад соискателя 2 / 4 стр.)***

5) Yarullin D.V., Faizrakhmanov R.A. Web-data driven ontological approach to modelling IT specialists recruitment needs /, // Proceedings of 2019 22nd International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2019 : 22, St. Petersburg, 23–25 мая 2019 года. – St. Petersburg, 2019. – P. 252-255. – DOI 10.1109/SCM.2019.8903715. **(Scopus)**

*В работе соискателем описывается подход к созданию онтологической модели профессиональных навыков ИТ-специалиста на основе веб-данных. Соискателем представлен алгоритм извлечения данных из текстов вакансий и их структурирования с помощью денотатного графа. Представлена упрощенная онтологическая модель ИТ-специалиста. Модель создана на основе данных из текстов вакансий, опубликованных на сайтах-агрегаторах, и информации о предметной области, извлекаемой из онлайн-энциклопедий. **(Вклад соискателя 3 / 4 стр.)***

Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ

б) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022665489 Российская Федерация. Денограф. Интеллектуальная система денотативной аналитики для управления подготовкой ИТ-кадров / Яруллин Д.В.; заявка 2022663900; поступл. 19.07.2022, опубл. 17.08.2022, бюл. № 8. — 1 с.

Соискатель разработал информационную систему для выявления обобщенных требований работодателей в ИТ-сфере и формирования рекомендаций по реализации образовательных программ, которая выполняет следующие функции: мониторинг, сбор и интеллектуальный анализ данных о вакансиях; построение модели специалиста-соискателя на основе нечетких

множеств; обогащение модели данными о предметной области; генерация денотатного графа и построение модели специалиста-выпускника; визуализация моделей; предложение рекомендаций по реализации образовательных программ подготовки ИТ-специалистов с учетом отношений между понятиями. (Вклад соискателя 100%)

Публикации в прочих изданиях

7) Яруллин Д.В., Файзрахманов Р.А., Фоминых П.Ю. Векторное представление множества рабочих нагрузок ИТ-специалистов для системы поддержки принятия решений в сфере кадрового обеспечения // Математические методы в технологиях и технике. – 2021. – № 7. – С. 41-45. – DOI 10.52348/2712-8873_ММТТ_2021_7_41. (Вклад соискателя 3 / 5 стр.)

8) Яруллин Д.В., Файзрахманов Р.А., Фоминых П.Ю. Система поддержки принятия кадровых решений на основе векторной модели ИТ-специалиста // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. – 2021. – Т. 1. – С. 308-311. (Вклад соискателя 2 / 4 стр.)

9) Яруллин Д.В., Файзрахманов Р.А., Фоминых П.Ю. Автоматизация планирования потребности в ИТ-специалистах на основе онтологического моделирования // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. – 2020. – Т. 8. – С. 67-71. (Вклад соискателя 3 / 5 стр.)

10) Яруллин Д.В., Файзрахманов Р.А. Построение модели ИТ-специалиста на основе нечеткой кластеризации для системы поддержки принятия решений в сфере кадрового обеспечения // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. – 2020. – Т. 1. – С. 250-254. (Вклад соискателя 3 / 5 стр.)

11) Яруллин Д.В., Файзрахманов Р.А. Онтологическое моделирование потребностей в ИТ-специалистах на основе веб-данных // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. – 2019. – Т. 1. – С. 359-362. (Вклад соискателя 3 / 4 стр.)

6. Соответствие диссертации специальности, по которой она рекомендуется к защите

Представленная Яруллиным Денисом Владимировичем диссертационная работа посвящена исследованию процесса выявления обобщенных требований работодателей к компетенциям ИТ-специалистов и разработке новых моделей и алгоритмов анализа и обработки открытых слабоструктурированных данных для выявления обобщенных требований работодателей к компетенциям соискателей и формирования рекомендаций по реализации образовательных программ подготовки ИТ-специалистов. Результатом стали научно обоснованные теоретические и программные решения, представляющие собой методы обработки экспертной информации и метод поддержки принятия решений, применяющиеся для повышения эффективности подготовки ИТ-кадров образовательными организациями.

Указанная область исследования соответствует формуле специальности 2.3.4 «Управление в организационных системах»:

п. 4 — Разработка информационного и программного обеспечения систем управления и механизмов принятия решений в организационных системах;

п. 5 — Разработка методов получения данных и идентификации моделей, прогнозирования и управления организационными системами на основе ретроспективной, текущей и экспертной информации;

п. 9 — Разработка методов и алгоритмов интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в организационных системах.

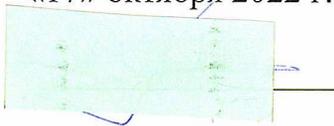
7. Соответствие диссертации требованиям, установленным в п. 14 Положения о присуждении ученых степеней

Диссертационная работа Яруллина Дениса Владимировича представляет собой оригинальное исследование с корректным указанием ссылок на источники заимствования используемых научных и экспериментальных материалов. Автор корректно ссылается на научные работы, выполненные лично и в соавторстве.

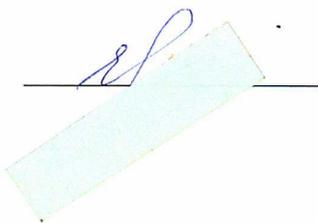
Диссертация «Информационная система сбора и обработки требований работодателей к компетенциям ИТ-специалистов на основе методов денотативного анализа» Яруллина Дениса Владимировича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.4 «Управление в организационных системах».

Заключение принято на заседании кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы».

Присутствовало на заседании 27 чел. Результаты голосования: «за» — 27 чел., «против» — 0 чел., «воздержалось» — 0 чел., протокол № 4 от «17» октября 2022 г.



Кулешов Павел Валерьевич, доцент, кандидат технических наук (05.13.10 — Управление в социальных и экономических системах), заместитель заведующего кафедрой «Информационные технологии и автоматизированные системы».



Елисеева Елена Николаевна, секретарь кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы».