УТВЕРЖДАЮ

Директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт систем информатики им. А.П. Ершова Сибирского отделения Российской академии наук, д.ф.-м.н.

_____ Пальянов А.Ю.

10 января 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Николаева Ивана Евгеньевича «Методы и алгоритмы интеллектуальной поддержки формирования требований вакансии на основе нейросетевых моделей языка и актуальных требований рынка труда», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.4. Управление в организационных системах

Актуальность темы исследования. Диссертация Ивана Евгеньевича Николаева посвящена решению одной из актуальных задач в сфере подбора персонала – автоматизации и оптимизации процесса формирования требований вакансий с использованием современных нейросетевых моделей языка. В условиях стремительно развивающегося рынка труда, где компетенции работников быстро устаревают, создание интеллектуальных систем, способных своевременно адаптироваться к новым требованиям, представляет собой важную задачу. Как отмечает автор, существующие методы анализа трудового рынка зачастую не позволяют учитывать изменения на уровне отдельных навыков и знаний, что делает предложенные в работе подходы особенно актуальными и востребованными.

Современные тенденции на рынке труда требуют от рекрутеров быстрого и точного реагирования на изменения в запросах работодателей. Однако, несмотря на существующие инструменты, процесс формирования требований к кандидатам остается сложным и трудозатратным. Основными проблемами здесь связаны с недостатоком актуальной информации и сложностью формулировки адекватных требований и необходимостью

ВХОД. № 82-13
«14» 01 2025г.

согласования их с заинтересованными сторонами. В представленном исследовании предложены методы, которые позволяют автоматизировать сбор и анализ данных о востребованных компетенциях, что способствует повышению эффективности процесса подбора персонала и снижению затрат на него.

В диссертационной работе исследуется задача формирования требований к вакансиям на основе анализа текстовых описаний вакансий с использованием нейросетевых моделей языка и методов кластеризации. Для этого разрабатывался прототип интеллектуальной рекомендательной системы, объединяющий в единый процесс следующие подпроцессы: сбор и обработку данных с систем онлайн-рекрутмента, формирование исходного датасета путем фильтрации и предобработки данных, автоматическое извлечение сущностей знаний и навыков/компетенций из текстов требований вакансий, а также построение структурно-семантической модели отдельных сущностей требований рынка труда.

В связи с этим актуальность диссертационного исследования обусловлена необходимостью разработки методов и алгоритмов для автоматизации анализа реальных данных о требованиях рынка труда на уровне отдельных сущностей знаний и навыков/компетенций. Это позволит повысить качество и скорость процессов поиска и подбора кандидатов на вакансии, а также сократить затраты на подбор персонала, обеспечивая соответствие разрабатываемых требований реальным потребностям рынка труда.

Оценка структуры и содержания работы

Содержание и структура диссертации Николаева И.Е. полностью соответствуют заявленной цели исследования и критерию внутреннего единства. Это подтверждается последовательной логикой работы и взаимосвязанностью ее элементов.

Автором применен системный подход к построению методов, моделей и алгоритмов интеллектуальной поддержки формирования требований к вакансиям.

В работе определен авторский вклад в теорию, технологию и практику работы с текстовыми данными с помощью нейросетевых моделей языка применительно к области анализа рынка труда.

Проведенное исследование имеет важное практическое значение, поскольку направлено на повышение эффективности управления процессами подбора персонала.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Работа изложена на 162 страницах и включает 31 рисунок, 17 таблиц, список использованных источников из 118 наименований, 4 приложения.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертационного исследования, формулируются цель и основные задачи исследования, определяются объект и предмет исследования, обозначается научная новизна и практическая значимость исследования, представлены положения, выносимые на защиту.

Первая глава диссертации Николаева И.Е. посвящена анализу процесса подбора персонала и существующих методов анализа требований рынка труда. В ней рассматриваются основные понятия и процессы подбора персонала, приводится обзор различных методов анализа рынка труда, включая статистический анализ, опросы и обследования, эконометрическое моделирование, анализ вакансий и резюме, качественные исследования и сетевой анализ. В этой главе также анализируются модели векторного представления текстов и методы извлечения именованных сущностей.

В главе обозначаются проблемы, с которыми сталкиваются специалисты по подбору персонала, такие как недостаток информации и опыта, быстрое изменение требований рынка труда, ограничения в бюджете и ресурсах, а также сложности в формулировке и согласовании требований. Особое внимание уделяется анализу существующих систем онлайн-рекрутмента в России и проблемам, связанным с отсутствием строгой структуры в текстах описания вакансий.

В конце этой главы уточняются цель и задачи исследования, а также делаются выводы о необходимости разработки новых методов и алгоритмов для автоматизации и повышения эффективности процесса формирования требований к вакансиям.

Вторая глава посвящена концепции информационной поддержки формирования требований вакансии на основе семантического сопоставления сущностей структурно-семантической модели и методов кластеризации. В ней описывается модель формализованного описания требований рынка труда на уровне отдельных сущностей знаний и навыков/компетенций, представленная в виде структурно-семантической модели.

Основные элементы концепции включают:

1. Извлечение сущностей: Методы и алгоритмы для выделения знаний и навыков/компетенций из текстов вакансий.
2. Построение структурно-семантической модели: Формирование модели, которая учитывает связи между сущностями требований.
3. Семантическое сопоставление и кластеризация: Использование меры семантической близости и методов кластеризации для группировки и ранжирования сущностей требований.

Концепция направлена на повышение точности и эффективности формирования требований к вакансиям, что помогает специалистам по подбору персонала создавать более релевантные и актуальные описания вакансий.

В главе также приведен подробный обзор нейросетевых моделей, построенных на архитектуре трансформеров, и процесс их дообучения на текстах предметной области. Предлагается метод извлечения текстов отдельных сущностей требований знаний и навыков/компетенций, который позволяет учитывать структурные и семантические отношения между сущностями.

Третья глава диссертации посвящена разработке и описанию интеллектуального метода поддержки формирования требований вакансии. В этой главе представлены методы и алгоритмы, которые позволяют автоматизировать и оптимизировать процесс составления списка требований к кандидатам на основе анализа текстов вакансий с использованием современных нейросетевых моделей языка.

Основное внимание уделяется методам извлечения и анализа сущностей знаний и навыков/компетенций из текстов вакансий. Эти методы позволяют выделять ключевые элементы, необходимые для формирования точных и актуальных требований к кандидатам. В главе также описывается методика оценки качества результатов выдачи системы, включающая критерии и метрики для оценки эффективности предложенных алгоритмов, такие как точность и полнота.

Особое место занимает оценка качества метода извлечения отдельных сущностей требований из текстов вакансий. Приводятся описания соответствующих экспериментов и анализируются их результаты, что позволяет оценить точность и полноту извлечения сущностей. Важным аспектом является оценка точности семантического поиска групп требований под заданный список требований пользователя, которая включает анализ эффективности семантического поиска и кластеризации сущностей требований для формирования рекомендаций.

В главе приводятся результаты экспериментов, подтверждающие эффективность предложенных методов и алгоритмов. Эти методы направлены на повышение качества и точности формирования требований к вакансиям, что способствует более эффективному подбору персонала и соответствию требований реальным потребностям рынка труда. Таким образом, третья глава диссертации предоставляет комплексное описание интеллектуального метода поддержки формирования требований вакансии, подкрепленное экспериментальными данными и их детальным анализом.

Четвертая глава посвящена разработке и апробации прототипа интеллектуальной системы поддержки формирования списка требований к вакансиям. В этой главе

описываются функциональные требования к системе и структура ее прототипа, а также особенности программной реализации различных модулей системы. Подробно рассматриваются используемые технологии и библиотеки, такие как FAISS для векторного поиска и нейросетевые модели на архитектуре трансформеров.

Глава включает описание процесса апробации прототипа, приводятся результаты его использования и оценка эффективности. Анализируется, как система помогает автоматизировать и ускорить процесс формирования требований к вакансиям, сокращая время и ресурсы на анализ и подготовку итогового списка требований. В результате показано, что прототип способствует повышению точности и актуальности требований, что делает процесс подбора персонала более эффективным и соответствующим реальным потребностям рынка труда.

В **заключении** сформулированы основные результаты и выводы, полученные в диссертационной работе.

Соответствие научной специальности

Область исследования диссертации соответствует пунктам паспорта научной специальности 2.3.4. Управление в организационных системах:

- п. 2. Разработка математических моделей и критериев эффективности, качества и надёжности организационных систем.
- 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

Оформление диссертации соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Автореферат диссертации выполнен с соблюдением установленных требований, полностью отражает ее содержание, полученные в ней практические и теоретические результаты и выводы.

Новизна полученных результатов

Научная новизна представленной диссертации Николаева И.Е. заключается в разработке и внедрении инновационных методов и алгоритмов для автоматизации и оптимизации процесса формирования требований к вакансиям на основе анализа текстов вакансий с использованием современных нейросетевых моделей языка. Эти методы и алгоритмы позволяют значительно повысить точность и актуальность требований, что делает процесс подбора персонала более эффективным и соответствующим реальным потребностям рынка труда.

Научные новизну представляют следующие результаты, полученные автором диссертации:

1. Структурно-семантическая модель описания требований рынка труда на уровне отдельных сущностей знаний и навыков/компетенций, которая позволяет учитывать структурные и семантические отношения между сущностями, что делает её более гибкой и адаптивной по сравнению с существующими подходами.
2. Метод извлечения сущностей знаний и навыков/компетенций из текстов вакансий на основе нейросетевых моделей языка и методов классификации. Этот метод не требует, чтобы искомые сущности обязательно были представлены в виде линейной последовательности синтаксических или лексических конструкций, что позволяет извлекать значительно больше информации из текстов вакансий реального рынка труда.
3. Интеллектуальный метод поддержки формирования требований вакансий, основанный на семантическом сопоставлении сущностей знаний и навыков/компетенций предложенной структурно-семантической модели и методов кластеризации. Этот метод обеспечивает соответствие разрабатываемых требований в проектах вакансий реальным потребностям рынка труда, что повышает качество и точность подбора персонала.

Таким образом, диссертация Николаева И.Е. вносит значительный вклад в развитие методов и алгоритмов интеллектуального анализа рынка труда, предлагая инновационные решения для автоматизации и оптимизации процесса подбора персонала. Эти разработки имеют большое практическое значение и могут быть успешно применены в службах занятости и отделах кадров для повышения эффективности и точности подбора персонала.

Обоснованность и достоверность результатов исследования, представленных в диссертации, подтверждаются использованием проверенных математических методов, таких как теория графов, теория множеств и векторная алгебра, а также статистической обработки данных. Исследование базируется на известных теоретических положениях в области анализа естественного языка и интеллектуальной поддержки принятия решений. Адекватность предложенных методов и алгоритмов подтверждена экспериментально на значимых текстовых данных, а также внедрением и апробацией прототипа интеллектуальной рекомендательной системы на реальных предприятиях.

Достоверность экспериментальных результатов обеспечена применением устоявшихся подходов к оценке качества информационного поиска, классификации и

кластеризации текстов, а также корректной статистической обработкой данных и высокой согласованностью мнений экспертов при оценке результатов экспериментов.

Публикация и апробация работы

Основные результаты диссертации опубликованы в 9 научных работах, из них 3 статьи – в изданиях из перечня, утвержденного ВАК РФ; 5 статей – в изданиях, индексируемых в Scopus и Web of Science; 1 статья – в других изданиях. Получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Основные положения и результаты работы докладывались и обсуждались на российских научных конференциях.

Теоретическая и практическая значимость результатов, полученных автором диссертации

Теоретическая значимость работы связана с совершенствованием методов и предложением моделей систем поддержки формирования требований к вакансиям в условиях обработки больших данных о требованиях рынка труда.

Практическая значимость работы заключается в том, что на основе разработанных методов создан прототип системы поддержки формирования требований к вакансиям, что позволяет повысить точность экспертных заключений и уменьшает роль человеческого фактора при формировании требований в различных ситуациях.

Практическая значимость результатов диссертационного исследования подтверждается их внедрением в ряде организаций, что подтверждается соответствующими актами.

Рекомендации по использованию результатов диссертационной работы

Созданный на основе предложенных моделей, методов и алгоритмов прототип интеллектуальной рекомендательной системы может быть применен в службах занятости и отделах кадров для формирования достаточно полного и точного списка требований к соискателям.

Кроме того, результаты диссертационной работы также могут быть использованы для актуализации содержания профессиональных стандартов и других государственных классификаторов занятий.

Замечания по диссертационной работе

1. В тексте диссертации не даны определения часто используемых терминов "сущность" и "именованная сущность", что затрудняет понимание сути предлагаемого в диссертации метода анализа текста.
2. В диссертации для оценки семантической схожести двух текстов используется косинусная мера близости между векторными представлениями этих текстов,

что вполне оправданно. Однако в тексте содержится нерелевантная ссылка на публикацию, описывающую эту меру – [44], и неверно утверждается, что косинусная мера близости принимает значения от -1 до 1. В данном контексте значение этой меры изменяется в интервале от 0 до 1.

3. В диссертации общая структурная схема управления процессом формирования рекомендаций представлена на рисунке 4, а в тексте ошибочно дается ссылка на рисунок 6.
4. В тексте диссертации нас стр. 108 ошибочно указано, что в таблице 13 представлены результаты эксперимента по автоматическому извлечению отдельных сущностей требований с помощью разработанного метода. (Должна быть дана ссылка на таблицу 14.)
5. В описании формулы 4.2. на стр. 135 и 136 ошибочно указано, что *N* ср.после – это среднее время на подготовку одной вакансии до внедрения системы. (Должно быть: *N* ср.после – среднее количество соискателей, приглашенных на собеседование после внедрения системы.)
6. Хотя в целом диссертация написана грамотным языком, в ее тексте встречаются предложения, содержащие несогласованные слова, что затрудняет понимание их смысла.

Заключение

Указанные выше замечания не являются принципиальными и не снижают общей положительной оценки работы, ее научной и практической ценности.

Диссертация Николаева Ивана Евгеньевича на соискание ученой степени кандидата технических наук является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития теории и практики разработки программного обеспечения систем управления на основе обработки больших данных о требованиях рынка труда и искусственных нейросетей.

Диссертация Николаева Ивана Евгеньевича на тему: «Методы и алгоритмы интеллектуальной поддержки формирования требований вакансии на основе нейросетевых моделей языка и актуальных требований рынка труда» по актуальности темы, поставленным задачам, уровню их решения, научной новизне и практической значимости, а также личному вкладу автора полностью соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (в редакции Постановления Правительства РФ от 25.01.2024 г. № 62), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Николаев Иван Евгеньевич, заслуживает

присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.4. Управление в организационных системах.

Диссертационная работа Николаева И.Е. и отзыв обсуждены и одобрены на расширенном заседании Лаборатории искусственного интеллекта ИСИ СО РАН (протокол № 2 от 26 декабря 2024 г.), присутствовали 12 человек.

Отзыв составил:

заведующий лабораторией искусственного интеллекта
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института систем информатики им. А.П. Ершова
Сибирского отделения Российской академии наук,
к.т.н., старший научный сотрудник Загорулько Юрий Алексеевич

«10» января 2025 г.

Личную подпись с.н.с. Загорулько Ю.А. заверяю
Начальник отдела кадров Воронко Л.Ф. заверяю

Личную подпись заверяю
Начальник отдела кадров

Кандидатская диссертация защищена по специальности: 05.13.11 - Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

Даю согласие на обработку персональных данных.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем информатики им. А.П. Ершова Сибирского отделения Российской академии наук
Почтовый адрес: 630090, Российская Федерация, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 6
тел. (383) 3308652, факс (383) 3323494
Адрес в интернете: www.iis.nsk.su
E-mail: iis@iis.nsk.su