«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Федерального исследовательского

центра «Информатика и управление»

Российской академии наук, г. Москва,

академик И.А. Соколов

«\_\_\_» апреля 2017 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу  
Тощева Александра Сергеевича

на тему «Интеллектуальная система повышения эффективности ИТ-службы предприятия» по специальности 05.13.11 – «Математическое

и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов

и компьютерных сетей»

В настоящее время повсеместно проводится активная социальная политика в области высококвалифицированного интеллектуального труда в ИТ-отрасли (ИТ – информационные технологии), поэтому растет стоимость работы специалистов удаленной поддержки информационной инфраструктуры (ИТ-инфраструктуры) предприятий. Одновременно увеличивается конкуренция, а также повышается минимальный порог уровня ИТ-компетенций персонала, необходимых для успешного функционирования ИТ-предприятия. На фоне этих тенденций сегодня усиленное внимание уделяется повышению эффективности работы ИТ-службы предприятий, в частности, за счет использования технологий искусственного интеллекта. Одним из примеров служит универсальная многофункциональная система IBM Watson, разрабатываемая компанией IBM. Диссертационное исследование А.С. Тощева лежит в русле названной тематики и посвящено разработке и внедрению модели мышления для повышения эффективности ИТ-службы предприятия. Поэтому *актуальность* темы диссертационной работы *не вызывает сомнений*.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и шести приложений. Библиографический список использованной литературы содержит 101 наименование.

В **первой главе** дан обзор интеллектуальных систем регистрации и анализа проблемных ситуаций, возникающих в ИТ-инфраструктуре предприятия. Даны постановка решаемой задачи и сравнительный анализ существующих подходов к ее решению.

Во **второй главе** диссертации рассмотрены различные модели и подходы к построению интеллектуальной системы, реализующей решение поставленной задачи. Отметим, что все представленные модели автор разработал самостоятельно. Кроме того, основная решаемая задача претерпевала изменения со временем: изначально это была задача конструирования автоматизированных программных приложений с возможностями внесения простых изменений, далее задачей стало автоматизированное разрешение инцидентов, возникающих в ИТ-инфраструктуре предприятия. Одними из алгоритмов, использованных для решения всех этих задач, стали деревья принятия решений и генетические алгоритмы. Проведя экспериментальные исследования упомянутых моделей, автор пришел к выводу, что необходима разработка специального алгоритма, способного и адаптироваться к ситуации, и обучаться. Такой алгоритм, построенный в диссертационной работе, позволил единообразно использовать полученные решения применительно к различным группам проблем, существенно отличающимся по формулировкам и содержанию. При этом было существенным, чтобы построенная интеллектуальная система разрешения инцидентов обладала базовыми возможностями человеческого мышления. Для достижения этой цели автор обратился к одной из последних работ выдающегося ученого Марвина Мински, в которой тот описал один из возможных способов моделирования мышления. Диссертант с использованием подхода Мински построил соответствующую модель мышления и применил ее в области разрешения проблем, возникающих в ИТ-инфраструктуре предприятия. Взяв за основу концепцию Мински шести уровней мышления, автор смог объединить в рамках одной модели как различные простые подходы к разрешению инцидентов (например, на базе ключевых слов), так и обеспечить разрешение сложных и неоднозначных проблем. Система, построенная на основе названной модели, способна вычленить ключевые данные и использовать базовые концепции, например, установить, что «Браузер» – это программа. Если система знает, как установить программу, то она сможет установить и браузер. Отметим, что для удобства описания компонентов разработанной модели автор ввел свои уникальные обозначения.

В **третьей главе** диссертации представлена программная система, созданная на базе модели, разработанной во второй главе. Автор дал описание, основанное на UML-диаграммах, и подробно охарактеризовал все компоненты системы, начиная с верхнего уровня и заканчивая уровнем реализации. Архитектура системы представляет собой модульную структуру и реализована на языке Scala с использованием технологии Akka concurrency распределенного выполнения задач. Эта особенность позволяет масштабировать систему вплоть до промышленного уровня. Коммуникация между компонентами системы осуществлена при помощи шины данных. В этой же главе описана специально разработанная модель представления и хранения данных, основанная на концепции OWL и реализующая семантический подход к организации хранения. В качестве хранилища данных использована графовая база данных. Выбор такого хранилища обоснован необходимостью обеспечения высокой скорости работы. В разделе 3.3 описан алгоритм работы этих системы и модели.

В **четвертой главе** представлены результаты экспериментальной апробации построенной модели: приведены экспериментальные данные и алгоритм расчета эффективности, а также проанализированы основные результаты экспериментов: было успешно обработано около 52% общего количества входящих сообщений (отметим, что это общее количество содержит значительное число заявок, связанных с ремонтными работами и не подлежащих автоматизации). Приведена также разбивка успешно разрешенных проблем по категориям. Отметим, что исходный код проекта является открытым, что позволяет повторить эксперименты и перепроверить их результаты.

*Научные новизна и значимость* диссертационной работы А.С. Тощева состоят в следующем:

* на основе подхода Мински разработана новая модель мышления, на основе которой сформирован новый подход к проектированию программных систем (названный TU); эти результаты соответствуют пункту 1 «Модели, методы и алгоритмы проектирования и анализа программ и программных систем, их эквивалентных преобразований, верификации и тестирования» паспорта специальности 05.13.11;
* создан программный прототип системы управления базой знаний и оптимизации процессов обработки запросов пользователей; этот результат соответствует пункту 4 «Системы управления базами данных и знаний» паспорта специальности 05.13.11;
* предложен оригинальный способ хранения данных на основе семантических сетей, что соответствует пункту 2 «Языки программирования и системы программирования, семантика программ» паспорта специальности 05.13.11;
* разработан метод параллельной обработки экспертной информации c возможностями обучения при помощи созданного прототипа программной системы; эти результаты соответствуют пункту 8 «Модели и методы создания программ и программных систем для параллельной и распределенной обработки данных, языки и инструментальные средства параллельного программирования» паспорта специальности 05.13.11.

Результаты, указанные в первом и четвертом пунктах, приведенных выше, защищены Свидетельством о регистрации программы для ЭВМ (Приложение Д к диссертации).

*Достоверность* полученных результатов обеспечена сравнительными экспериментами, проведенными на достаточно больших наборах данных. Результаты этих экспериментов находятся в свободном доступе и могут быть использованы другими исследователями для их воспроизведения и проверки. Приведенные в диссертации экспериментальные результаты находятся в соответствии с данными, полученными другими авторами.

*Практическая значимость результатов диссертации*. Разработанная программная система может быть использована для обработки и разрешения различных проблемных ситуаций, возникающих, например, в работе ИТ-службы предприятия, и поддерживает возможности обучения; созданный прототип является проектом с открытым исходным кодом. Практическую значимость полученных результатов подтверждает акт о внедрении (Приложение Е диссертации).

Алгоритмы, разработанные автором, являются уникальными, они впервые практически реализуют модель мышления Марвина Мински. При этом, в отличие от нейронных сетей, реализация данной программной системы не требует больших вычислительных ресурсов.

Диссертант справедливо отмечает возможность использования своей разработки в различных областях, где необходим поиск решения с использованием различных входных данных. Результаты диссертации могут быть применены в дальнейших исследованиях баз знаний и аналитических систем.

Основные результаты диссертации изложены в 10 печатных работах, 3 из которых опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК РФ, 2 работы опубликованы в изданиях, входящих в базы цитирований Web of Science и Scopus.

Результаты диссертации апробированы на ряде научных конференций высокого уровня, в том числе, на международных конференциях WCIT-2012, AMSTA 2015.

По диссертации имеются *следующие замечания*:

1. В разделе 2.1 описана модель Menta 0.1, основанная на алгоритме деревьев принятия решения. Очевидно, что это известный алгоритм, традиционно обозначаемый C4.5, но автор этого явно не указал.

2. В разделе 3.2 упомянута графовая база данных, но не уточнено, какая именно. Из публикаций автора по теме диссертации становится ясно, что это известная база данных Neo4j. Правильно было бы отметить этот факт в диссертации.

3. В разделе 4.3 приведены результаты оценки эффективности работы созданной программной системы. Для наглядности нужно было сделать таблицу, отображающую изменение начальных показателей.

4. При описании результатов экспериментальной апробации построенной модели (подсчете доли от общего количества входящих сообщений тех, которые были успешно обработаны) нужно было выделить в отдельную группу те инциденты, которые связаны с заявкой на техническое обслуживание и не подлежат автоматической обработке. При этом подсчет эффективности работы системы нужно было проводить, используя только те инциденты, обработка которых была автоматизирована.

Указанные недостатки и замечания не являются принципиальными и не умаляют достоинств диссертации.

Таким образом, диссертация Тощева Александра Сергеевича является законченной самостоятельной научно-исследовательской работой, совокупность результатов которой можно квалифицировать как существенное продвижение в решении актуальной научной проблемы поиска информации в структурированных базах знаний. Автореферат полностью и правильно отражает результаты диссертации.

Принимая во внимание актуальность темы диссертации, научную новизну и практическую значимость ее результатов, считаем, что диссертационная работа «Интеллектуальная система повышения эффективности ИТ-службы предприятия» удовлетворяет требованиям пп. 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК при Министерстве образования и науки Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Тощев Александр Сергеевич, безусловно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

Диссертация была обсуждена на семинаре Отдела систем математического обеспечения Вычислительного центра им. А.А. Дородницына Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2017 года.

Заведующий Отдела систем математического обеспечения Вычислительного центра им. А.А. Дородницына Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук, доктор физ.-мат. наук, профессор

Владимир Алексеевич Серебряков

Подпись В.А. Серебрякова заверяю

Директор Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук, академик

Игорь Анатольевич Соколов

М. П.

Адрес ведущей организации:

119333, Москва, ул. Вавилова, д. 44, корп. 2

Тел.: +7 (499) 135-62-60

http://www.frccsc.ru,

E-mail: ipiran@ipiran.ru