

УДК 004.89
DOI 10.17513/snt.40244

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАДАЧ МЕЖДУ СОТРУДНИКАМИ

¹Крошилин А.В., ¹Крошилина С.В., ²Попова А.А.

¹ФГБОУ ВО Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина, Рязань, e-mail: av_kroshilin@mail.ru;

²НИУ Высшая школа экономики, Высшая школа бизнеса, Москва,
e-mail: popova.anni@mail.ru

Целью исследования является создание концепции разработки и формирования интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в организационных системах. Авторами была использована теория семантических сетей, что позволило повысить адекватность распределения задач между исполнителями. Подход, реализующий учет компетенций сотрудников организации и выполняемых задач, дал возможность организовать равномерную нагрузку на исполнителей. Представлена методика проектирования и реализации организационных систем назначения задач между сотрудниками для осуществления интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в целях выработки рекомендаций согласно сложившейся ситуации по распределению задач в целом на основе определенного набора входных параметров. Приведено общее описание построения семантической сети для сотрудников, задач и компетенций в рассматриваемой предметной области. Для воспроизводства процесса делегирования задач сотрудникам в целях имитации процесса рассуждений руководителя были использованы нечетко-продукционные модели. Разработан принцип распределения задач, который за счет применения семантических сетей, нечетких множеств способствует повышению эффективности работы сотрудников и, как следствие, снижению времени выполнения задач. В статье излагаются особенности построения организационной системы распределения задач между сотрудниками, которая выполняет анализ индивидуальных особенностей сотрудника (его компетенций, занятости, предпочтений), рекомендации системы применяются для наиболее оптимального назначения сотрудника в условиях заданных ограничений и качества трудовых ресурсов. Представлены основные функции спроектированной организационной информационной системы распределения задач и результаты ее внедрения в нескольких коммерческих фирмах, в том числе в коммерческом отделе региональной сети аптек. Во время адаптации и настройки информационной системы были произведены корректировка элементов семантической сети и оценка показателей, а также проверка достоверности рекомендаций.

Ключевые слова: системы поддержки принятия решений, организационные системы, семантические сети, распределение задач, нечеткие множества, компетентностный подход

INTELLECTUAL SUPPORT FOR MANAGERIAL DECISION-MAKING IN ORGANIZATIONAL SYSTEMS FOR DISTRIBUTING TASKS AMONG EMPLOYEES

¹Kroshilin A.V., ¹Kroshilina S.V., ²Popova A.A.

¹The Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Ryazan,
e-mail: av_kroshilin@mail.ru;

²The Higher School of Economics. Graduate School of Business, Moscow,
e-mail: ankrosh@vk.com

The purpose of the study is to create a concept for the development and formation of intellectual support for making management decisions in organizational systems. The authors used the theory of semantic networks, which allowed to increase the adequacy of the distribution of tasks between performers. The approach that implements the accounting of the competencies of the organization's employees and the tasks performed allowed to organize a uniform workload of performers. The methodology for designing and implementing organizational systems for assigning tasks between employees for the implementation of intellectual support for making management decisions for developing recommendations in accordance with the current situation on the distribution of tasks as a whole based on a certain set of input parameters is presented. A general description of constructing a semantic network for an employee, tasks, and competencies in the subject area under consideration is provided. Fuzzy-production models were used to reproduce the process of delegating tasks to employees to imitate the manager's reasoning process. A principle for distributing tasks has been developed that, through the use of semantic networks and fuzzy sets, helps to increase the efficiency of employees and, as a consequence, reduce the time it takes to complete tasks. The article presents the features of constructing an organizational system for distributing tasks among employees that analyzes individual characteristics of an employee (his competencies, employment, preferences), and the system's recommendations are used to optimally assign an employee under given constraints and the quality of labor resources. The main functions of the designed organizational information system for task distribution and the results of its implementation in several commercial firms, including the commercial department of a regional pharmacy chain, are presented. During the adaptation and setup of the information system, the elements of the semantic network were adjusted, indicators were assessed, and the reliability of recommendations was verified.

Keywords: systems of decision making support, organizational systems, semantic networks, task distribution, fuzzy sets, competency-based approach

Введение

Для каждой организации независимо от ее организационно-правовой формы важными компонентами для эффективного развития выступают: планирование человеческих ресурсов; анализ и планирование рабочего процесса; развитие, обучение и адаптация персонала; контроль и принятие управленческих решений [1, 2].

Эффективным инструментом назначения исполнителей являются организационные информационные системы распределения задач (далее – ОИС РЗ). К сожалению, операции по распределению задач и делегированию полномочий сопряжены с большим влиянием человеческого фактора при выборе исполнителя. Руководитель не в состоянии учесть все параметры, характерные для сотрудника, поэтому часто неправильный выбор исполнителя может повлечь некачественное выполнение поручения и увеличение сроков выполнения. В связи с этим задача интеллектуальной поддержки принятия решений в организационных системах в вопросах управления, ориентированная на преодоление заявленных проблем, является актуальной и заключается в реорганизации процесса назначения исполнителя с целью обеспечения точной оценки эффективности работы сотрудников и минимизации человеческого фактора [3].

Целью исследования является создание концепции проектирования, разработки и реализации интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в организационных системах на основе семантической сети для повышения эффективности распределения задач, обеспечения равномерной нагрузки исполнителей посредством реализации подхода, объединяющего учет компетенций сотрудников организации и выполняемых задач.

Материалы и методы исследования

На сегодняшний момент существует ряд подходов, в которых вопросы управления в организационных системах решают с помощью распределения заданий между исполнителями [1], в том числе модели компетенций с использованием инструментария интеллектуального анализа данных [4]. Обобщая все рассмотренные методы, можно сделать вывод, что сущность их заключается в распределении задач между сотрудниками по правилу «задача назначается тому исполнителю, который сможет ее выполнить быстро и качественно» [5, с. 186–195]. Очевидной слабой стороной такого подхода можно назвать ситуацию, когда опреде-

ленный исполнитель решает определенный кластер задач. Такой сотрудник выступает тем, кто накапливает опыт в одной сфере, и его становится трудно заменить (порой невозможно). Подобная проблема широко распространена в современном бизнесе. Самым простым ее решением выступает формирование необходимых умений и навыков сразу у нескольких исполнителей, что обеспечивает возвращение универсальных специалистов. Этого можно достичь, накапливая и поддерживая базу знаний (в составе организационной системы), которая аккумулирует знания специалистов с высоким уровнем развития компетенций и облегчает взаимодействие сотрудников в ходе работы. Организации, использующие современные информационные ресурсы и средства, в меньшей степени страдают от описанной проблемы.

Следует отметить, что формализация процесса выполнения задач требует соблюдения ряда параметров. Для назначения задания исполнителю критичными будут следующие показатели: компетенции сотрудника; компетенции, необходимые для решения задач; занятость сотрудника в конкретный период времени; возможность сотрудника приступить к выполнению обязанностей (нахождение в отпуске или на больничном); а также всю большую популярность набирают психологические особенности личности и вид мотивации. Когда происходит управленческий процесс распределения, необходимо обеспечить развитие компетенций у нескольких сотрудников. Этого можно достичь формированием рабочей группы, в которую включались бы сотрудники с разным уровнем развития навыков, знаний и умений, а также закреплением за сотрудником-новичком наставника, который бы следил за выполнением задачи и отвечал на возникающие вопросы.

Задачу делегирования можно отнести к категории «сложных экспертиз», поскольку возникающая неопределенность при принятии управленческих решений связана не с отсутствием информации о параметрах, описанных выше, а с невозможностью руководителя проекта (лица, принимающего решение) учитывать все эти факторы и правильно оценить ситуацию при назначении исполнителя. Более того, часто такой процесс происходит и во временных ограничениях, что также снижает качество делегирования.

Применение теории нечетких множеств позволяет приблизиться к наиболее точной оценке сотрудника с точки зрения формального математического представления,

поскольку недостаточно просто выявить его компетенции – необходимо указать степень владения ими [1, 5]. Нечеткая модель решает и другую немаловажную проблему в организации – проблему взаимозаменяемости сотрудников. В организационных системах распределения задач, моделируя предметную область посредством нечетких множеств, соответствующих ролям сотрудников в организации, можно на основе компетенций отнести каждого работника с разной степенью принадлежности к какой-либо группе, тем самым получить информацию о том, кто может занять место другого исполнителя в экстренной ситуации.

Аналогично нечеткие множества позволяют относить трудно типизируемые поручения к определенной группе и не только описывать компетенции, необходимые для выполнения, но и определять степень их важности для задачи.

Семантическая сеть как информационная модель изучаемой области была выбрана ввиду практичности поиска данных, а также возможности быстрого использования знаний для принятия управленческих решений, поскольку она позволяет моделировать ход мышлений и строить умозаключения [5]. Использование семантической сети помогает накапливать базу знаний, формулировать новые правила и оптимизировать существующие. Нахождение закономерностей позволяет ускорять работу ОИС РЗ в целом, поскольку если сопоставить объект с общим классом, то можно получить полные связи с другими объектами и классами. Применение теории нечетких множеств помогает размыть границы между формальными описаниями сущностей изучаемой области и сделать анализ более детальным.

Как было отмечено выше, все существующие подходы в той или иной степени в процессе решения управленческой задачи задействуют лицо, принимающее решения (ЛПР), как эксперта, который делает финальный выбор в пользу того или иного исполнителя. Однако касательно вопроса минимизации человеческого фактора при распределении задач между сотрудниками существующая схема может быть преобразована следующим образом. Роли эксперта и ЛПР четко разграничены (хотя они могут и совпадать, это не является обязательным). Эксперт формирует список типов задач, связывает их с компетенциями, а также определяет относительную важность каждой компетенции для выполнения данного типа задач. Также эксперт опреде-

ляет степень владения компетенциями сотрудником и составляет список смежных компетенций для каждой компетенции.

Отличительной чертой разработанного подхода является то, что организационная система не предоставляет ранжированный список «подходящих» исполнителей, а за счет привязки компетенций к решаемым задачам сама находит нужного сотрудника, при этом ЛПР выступает в качестве контролирующего органа, который следит за корректностью работы ОИС РЗ. В случае выявления каких-либо ошибок или неточностей именно ЛПР изменяет исполнителя и (при необходимости) совместно с инженером по знаниям вносит дополнительные корректировки в систему [6].

В ОИС РЗ в качестве модели знаний выступает семантическая сеть, представленная в виде ориентированного графа. Ключевой идеей такого подхода является представление знаний в организационной системе в виде совокупности объектов (понятий) и связей (отношений) между ними [7]. Благодаря наглядному отражению взаимосвязи входящих в семантическую сеть объектов можно четко отследить отличие модели знаний от модели данных – обеспечение возможности выражения семантики данных [5, 8].

Результаты исследования и их обсуждение

Фрагмент семантической сети для сотрудников, задач и компетенций для разработанной ОИС РЗ представлен на рисунке.

Поскольку на основе представленного фрагмента семантической сети можно увидеть, что не все компетенции, относящиеся к «общим компетенциям для групп должностей», могут относиться к сотруднику, а также у сотрудника может присутствовать только часть компетенций, требуемых для выполнения задач, целесообразно рассмотреть вопрос управления как приоритет назначения сотрудника на определенный тип задач на основе нечетких множеств – совокупности объектов различного происхождения, которые именуются элементами множества, о принадлежности которых ко множеству можно утверждать только с какой-то долей определенности [5, 9].

Под нечетким множеством *EFTT* (*Employee For Task Type*) будем понимать совокупность упорядоченных пар, составленных из элементов *e* универсального множества *E* (*Empolyees*) и соответствующих степеней принадлежности $\mu_{EFTT}(e)$ [5]:

$$EFTT = \{(e, \mu_{EFTT}(e)) | e \in E\}. \quad (1)$$



Фрагмент семантической сети

При этом степень принадлежности сотрудника к нечеткому множеству подходящих под определенный тип задач сотрудников определяется интегральной оценкой, основанной на учете относительного веса каждой компетенции для решения типа задач и степени владения компетенцией сотрудника:

$$\mu_{EFTT}(e) = \sum_{i=1}^n (pos_c_i \times imp_c_i), \quad (2)$$

где $i = (1, \dots, n)$ – компетенции сотрудника, pos_c_i – степень владения i -ой компетенцией сотрудником, imp_c_i – относительный вес i -ой компетенции для типа задачи [5].

При использовании нечетко-продукционной модели для воспроизводства процесса делегирования задач сотрудникам имитируется процесс рассуждений руководителя при выборе одного из n вариантов (*options*) назначения:

$$O = \{o_1, o_2, \dots, o_j, \dots, o_n\}, \quad (3)$$

где O – универсальное множество вариантов, o_j – j -ая задача из списка задач, n – мощность множества задач.

При этом решение принимается с учетом m параметров (*parameters*):

$$P = \{p_1, p_2, \dots, p_k, \dots, p_m\}, \quad (4)$$

где P – универсальное множество параметров, p_k – k -ый параметр из списка параметров, m – мощность множества параметров. Важными параметрами для конкретной задачи являются, например, количество задач в работе у сотрудника (загруженность), степень покрытия компетенциями сотрудника компетенций задачи, общая оценка деятельности сотрудника при выполнении задач заданного типа, психологические особенности и др.

Основная проблема существующих решений – субъективная оценка показателей лицом, принимающим решение, – решается путем тестирования сотрудника по заданным компетенциям не только в момент принятия на работу, но и с заданной периодичностью, а также обновление компетенций происходит при выполнении задач; касательно других показателей – загруженности и эффективности – данные хранятся в системе, и ЛПП не нужно их держать в голове. Основную трудность составляют те показатели, которые сложно формализовать (например, психотип, эмоциональное состояние, психологические особенности) [10]. Поскольку перечисленные параметры в некоторой степени можно отнести к категории не-факторов, то в вопросах управления при делегировании заданий целесообразно использовать методы, основанные

на нечеткой логике и системах нечеткого логического вывода [11]. Также следует учитывать, что ряд критериев оказывают взаимное влияние друг на друга.

В основе эффективного управления организацией лежит оптимальное распределение задач, которое способствует оценке результатов их выполнения и, как следствие, реальной оценке эффективности работы персонала, лишенной ошибок, допущенных на этапе распределения [12, 13]. Проектируемая организационная система [6, 14] построена на горизонтальной иерархии, использование которой позволяет эффективно решать вопросы управления по распределению задач с учетом должностных обязанностей сотрудников и реальных профессиональных возможностей, а также обеспечить контроль выполнения поставленных задач.

Организационная информационная система распределения задач необходима в работе большинства организаций, поскольку и руководители, и подчиненные ежедневно выполняют дела, данные о которых необходимо фиксировать. Однако на сегодняшний день недостаточно просто управлять сотрудниками, появилась необходимость эффективного назначения исполнителя, исходя из его компетенций и загруженности.

Основными функциями спроектированной ОИС РЗ являются: добавление, изменение и удаление информации в информационной базе для администраторов системы; назначение исполнителя с учетом компетенций на основе семантических сетей и нечетких множеств; управление задачами; тестирование сотрудников по компетенциям; хранение результатов тестирования в личном кабинете сотрудников; хранение информации о пользователях системы; хранение и предоставление информации о задачах и компетенциях; расчет показателей эффективности сотрудников отдела управления.

Интеллектуальная поддержка принятия управленческих решений в организационных системах распределения задач между сотрудниками решает ряд вопросов: добавление, изменение и удаление данных из информационной системы; сохранение данных в базе данных; анализ эффективности работы сотрудников; поиск сотрудников с похожими компетенциями для обеспечения взаимозаменяемости; обучение новых сотрудников; назначение исполнителя с помощью семантических сетей и нечетких множеств.

Разработанная ОИС РЗ была внедрена в работу нескольких коммерческих фирм, в том числе в работу маркетингового отдела федеральной аптечной сети. Внедрение

организационной системы позволило представить данные сотрудника в виде математической модели, в основе которой лежит кортеж компетенций, что, в свою очередь, обеспечивает минимизацию человеческого фактора при реализации лидерских и индивидуальных или командных качеств специалистов. С количественной точки зрения, оценка компетенций позволила определить: содержание 78% сотрудников является рентабельным, исходя из соотношения расходов на содержание одного конкретного человека и результатов его деятельности. Оставшиеся 22% сотрудников получили рекомендации по обучению внутри ОИС РЗ. Удалось сократить на 60% затраты времени на подбор замены сотруднику в экстренных ситуациях.

Заключение

Сформирована концепция разработки и формирования организационных систем распределения задач между сотрудниками. Приведены принципы интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений на основе теории семантических сетей и нечеткой логики. Для воспроизводства процесса делегирования задач сотрудникам имитируется процесс рассуждений руководителя посредством использования нечетко-продукционных моделей.

Приведено описание семантической сети для сотрудника, задач и компетенций в рассматриваемой предметной области. Показано, что целесообразно использовать приоритет назначения сотрудника на определенный тип задач на основе нечетких множеств. Авторами предложен принцип назначения задач, который способствует повышению результативности работы исполнителей и, как следствие, снижению времени выполнения задач, реализованный с использованием теории нечетких множеств и семантических сетей.

Представлен принцип реализации организационной системы интеллектуального распределения задач между исполнителями, которая выполняет анализ индивидуальных особенностей сотрудника (его компетенций, занятости, предпочтений): рекомендации системы применяются для наиболее оптимального назначения сотрудника в условиях заданных ограничений и качества трудовых ресурсов. Система успешно применяется в нескольких коммерческих фирмах, в том числе в региональной сети аптек. Во время адаптации и настройки информационной системы были произведены корректировка элементов семантической сети и оценка по-

казателей, а также проверка достоверности рекомендаций.

Список литературы

1. Доан Д.Х., Крошила С.В., Крошин А.В. Обзор подходов к проблеме принятия решений в медицинских информационных системах в условиях неопределенности // *Фундаментальные исследования*. 2015. № 12–1. С. 26-30.
2. Крошила С.В., Крошин А.В., Саморукова О.Д., Жулева С.Ю. Задачи разработки систем медицинского назначения при выборе схемы медикаментозного лечения // *Вестник РГРТУ*. 2024. № 88. С. 106-114. DOI: 10.21667/1995-4565-2024-88-106-114.
3. Крошин А.В., Попова А.А., Крошила С.В., Перепелкин Д.А. Компьютерное моделирование процессов поддержки принятия решений врача-стоматолога на основе семантических сетей // *Вестник РГРТУ*. 2024. № 89. С. 127-140. DOI: 10.21667/1995-4565-2024-89-127-140.
4. Бодров О.А., Пылькин А.Н., Щенёв Е.С., Щенёва Ю.Б. Модель освоения образовательных компетенций с использованием инструментария интеллектуального анализа данных // *Вестник РГРТУ*. 2023. № 84. С. 119-132. DOI: 10.21667/1995-4565-2023-84-119-132.
5. Попова А. А. Интеллектуальное распределение задач между сотрудниками с учетом компетенций на основе семантических сетей // *IT OPEN 2023: Материалы III регионального конкурса научно-исследовательских работ в области информационных и вычислительных технологий: Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина*, 2024. Рязань. 270 с.
6. Мунерман В.И., Мунерман Д.В. Анализ алгоритма оптимального распределения // *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. 2019. Т. 15, № 3. С. 619-625. DOI: 10.25559/SITITO.15.201903.619-625.
7. Бурмистров А.А. Семантические сети как способ представления знаний // *Наукоосфера*. 2023. № 3-2. С. 163-166. DOI: 10.5281/zenodo.7788675.
8. Ковалев М. В. Семантические модели и средства разработки искусственных нейронных сетей и их интеграции с базами знаний // *Информатика*. 2023. Т. 20, № 3. С. 90-105. DOI: 10.37661/1816-0301-2023-20-3-90-105.
9. Зейналов Дж.И., Алийев М.Э., Касумов Г.А., Аждарова Н.Дж. Нечеткие множества и скорость ее изменения // *Евразийский Союз Ученых. Серия: технические и физико-математические науки*. 2023. № 9(112). С. 18-21.
10. Ватян А.С., Гусарова Н.Ф., Добренко Н.В. Системы искусственного интеллекта. СПб.: Университет ИТМО, 2022. 186 с.
11. Логический подход к искусственному интеллекту: от классической логики к логическому программированию / А. Теиз, П. Грибомон, Ж. Луи и др. М.: Мир, 1990. 432 с.
12. Тараненко Д.П., Колесников А.В. Особенности делегирования полномочий в условиях развития дистанционных технологий управления // *Нормирование и оплата труда в промышленности*. 2021. № 12. С. 56-59. DOI: 10.33920/pro-3-2106-08.
13. Баркалов С.А., Моисеев С.И., Серебрякова Е.А. Математическая модель оптимального распределения ресурсов в строительной сфере в условиях их дефицита // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника*. 2023. Т. 23, № 1. С. 89-99. DOI: 10.14529/ctr230108.
14. Артемьева И.Л., Гуляева К.А. Логическая модель метаонтологии для разработки декларативной базы знаний предметной области, элементами которой являются системы сложной структуры // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии*. 2024. № 1. С. 5-27. DOI: 10.17308/sait/1995-5499/2024/1/5-27.