

## МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ СООТВЕТСТВИЯ РАЗРАБОТЧИКА ПРОЕКТУ

*В статье приводится описание существующих методов выбора персонала на проект. Для определения критериев оценки разработчиков был проведен опрос среди практикующих менеджеров проектов. Были выбраны следующие критерии: квалификация разработчика, опыт решения нетипичных задач, соблюдение дедлайнов, сложность проекта. Так как входные переменные представлены лингвистическими переменными предложено использовать систему нечеткого вывода. Для вычисления степени соответствия разработчика проекту используется алгоритм Мамдани. Для вычисления активизации подзаклучений предложено использовать формулу average-активизации.*

**Ключевые слова:** *выбор персонала, система нечёткого вывода, алгоритм Мамдани, критерии оценивания.*

**Вступление.** Как известно, персонал является основой любой компании. Но для процветания компании мало только привлечь в свой штат большое количество высококлассных специалистов – надо еще и уметь эффективно ими распорядиться, находя применение сильных сторон каждого из сотрудников.

В разработке любого ИТ-продукта участвуют специалисты разных направлений, которые имеют различные навыки и умения. Подбор соответствующих сотрудников для выполнения проекта – задача менеджера проекта. Именно он должен проанализировать будущий фронт работ и решить специалистов какого уровня и профиля следует привлечь к работе.

Подбор персонала для реализации любого проекта является сложной задачей, при решении которой учитываются различные критерии и условия, ведь персонал - один из важнейших ресурсов компании (особенно ИТ-компания) и для получения наибольшей выгоды следует эффективно использовать данные ресурсы. Анализ большого объема данных о сотрудниках и принятия взвешенного решения – сложный и кропотливый труд, ведь зачастую данные поступают в несистематизированном и необработанном виде, что еще больше усложняет задачу. Поэтому возникает потребность в разработке инструментов, которые позволят более эффективно справляться с этой задачей.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Нечеткие деревья решений – это метод, который использует средства двух методов: нечетких множеств и деревьев решений. Процесс принятия решений сводится к выбору одной или нескольких лучших альтернатив из некоторого набора. Для того чтобы сделать такой выбор, необходимо четко определить цели и критерии (показатели качества), по которым будет проводиться оценка некоторого набора альтернативных вариантов.

В модели Мельникова А. Ю. показатели ранжируются по важности в соответствии с предпочтениями ЛПР, проводится нормализация критериев и рассчитывается важность каждого критерия [1].

Для выбора наиболее подходящего претендента, рассчитываются значения обобщенного показателя для каждого претендента, то есть обобщенный показатель по всем критериям каждого претендента для назначения на вакантную должность по формуле (1):

$$P_p = \sum G_i^p = \sum (\bar{Q}_i^p \cdot V(\zeta) \quad (1)$$

где  $P_p$  - обобщенный показатель по всем критериям каждого претендента,  $p = 1 \dots n$  - количество претендентов,  $G_i^p$  - весовые коэффициенты каждого претендента по каждому критерию,  $\bar{Q}_i$  - это нормализованы критерии, а  $Q_i$  - это критерии перед нормализацией.

Также существует метод по формированию проектной команды, которая выбирала команду проекта, вычисляя степень близости показателей кандидатов требованиям проекта [2]. В нём используется система поиска и формирования списка сотрудников, имеющих общий опыт работы в аналогичной тематике, которая основана на реализации следующих этапов:

- сформулировать описание проекта, его характеристик и параметров;
  - определить метрику сходства работ;
  - по заданной величине степени сходства видов работ выделить близкие к необходимым работы;
  - определить список исполнителей работ;
  - выполнить оценку исполнителей по заданному перечню показателей.
- Степень близости сравниваемых объектов определяется оценочной функцией (2):

$$d_{xy}^{(w)} = \sqrt{\sum_{j=1}^n w_j^2 (k_{xj} - k_{yj})^2}, \quad (2)$$

где  $k_{xj}$  - значения признаков работ;  $x, y$  - объекты оценки;  $w_i$  - значение весов признаков.

Мера сходства видов работ определяется выражением (3):

$$SM_{xy}^{(w)} = \frac{1}{1 + d_{xy}^{(w)}}, \quad (3)$$

**Целью данной статьи** является построение модели вычисления степени соответствия разработчика проекту. Данная модель может быть применена в дальнейшем в системах поддержки и принятия решения по выбору персонала.

**Изложение основного материала.** Для определения параметров, на основании которых необходимо оценивать разработчиков, был проведен опрос среди нескольких менеджеров проектов, в котором они указали, наиболее важные, по их мнению, критерии оценки разработчика. Для дальнейшей работы были выбраны параметры, которые наиболее часто упоминались в ответах.

Первым параметром является квалификация разработчика. Квалификация определяет уровень владения технологиями разработки, а также опыт в разработке в целом. В ИТ сфере существует общепринятая система квалификации разработчика: junior, middle и senior.

Вторым параметром является опыт решения нетипичных задач. Опыт решения нетипичных задач показывает насколько хорошо разработчик владеет технологиями и как он может их применять при реализации. Если разработчик решал нетипичные задачи и не проявил себя, то для него статус этого параметра будет «удовлетворительное», если нет - «хороший».

Третьим параметром является соблюдение дедлайнов. Соблюдение дедлайнов является важной частью работы, каждый разработчик имеет свой уровень знаний и

Режим доступа: <http://sap.pstu.edu>

производительность работы, кто-то укладывается в сроки, кто-то успевает быстрее назначенных сроков, а кто-то не успевает совсем. Исходя из истории работ разработчика и записывается параметр соблюдение дедлайнов: низкий, удовлетворительный, хороший.

Четвертым параметром является сложность проекта. Сложность проекта определяется индивидуальностью разработки, она может быть, как шаблонная, так и с небольшими дополнениями или вовсе не имеющий аналога. За счет этого можно выделить следующие типы проектов: типовой проект, необычный проект, сложный проект.

По описанным четырем критериям будет сделан вывод о том, подходит ли данный разработчик для работы с данным проектом. Выводов может быть три: подходит, не подходит и возможно подходит.

Так как все эти критерии являются качественными оценками и описаны словестными выражениями, то для работы с ними будет использоваться метод нечёткого вывода.

Опишем систему нечёткого вывода.

В качестве входных переменных выступать квалификация разработчика:  $k_1$  - «квалификация»,  $k_2$  - «опыт решения нетипичных задач»,  $k_3$  - «соблюдение дедлайнов»,  $k_4$  - «сложность проекта». В качестве исходной лингвистической переменной будет использоваться степень соответствия показателей разработчика требованиям проекта:  $s$  - «степень соответствия проекту».

База правил системы нечёткого вывода будет содержать 42 правила, вида:

ПРАВИЛО <#> : ЕСЛИ « $k_1$  есть а» И « $k_2$  есть b» И « $k_3$  есть с» И « $k_4$  есть d» ТО «с есть e»

Как терм-множества первой лингвистической переменной будем использовать множество  $T_1 = \{\text{«junior»}, \text{«senior»}, \text{«middle»}\}$ . Как терм-множества второй лингвистической переменной будем использовать множество  $T_2 = \{\text{«удовлетворительное»}, \text{«хороший»}\}$ . Как терм-множества третьей лингвистической переменной будем использовать множество  $T_3 = \{\text{«низкое»}, \text{«удовлетворительное»}, \text{«хорошо»}\}$ . Как терм-множества четвертой лингвистической переменной будем использовать множество  $T_4 = \{\text{«типовой проект»}, \text{«необычный проект»}, \text{«сложный проект»}\}$ . Как терм-множества выходной лингвистической переменной будем использовать множество  $T_5 = \{\text{«не подходит»}, \text{«возможно»}, \text{«подходит»}\}$ .

Во время фазификации рассматривается каждое из подусловий « $k_i$  является  $s^i$ » правил системы нечеткого вывода, где  $s^i$  - это какой терм с известной функцией принадлежности  $\mu(x)$ . Значение  $s$  и используется в качестве аргумента  $\mu(x)$ , тем самым находится количественного значения  $k^i = \mu(s_i)$ . Это значение и является результатом фазификации подусловия « $k_i$  есть  $s^i$ ».

Для нахождения степени истинности условий каждого из правил нечетких продукций используются парные нечеткие логические операции. Правила, степень истинности условий которых отлична от нуля, считаются активными и используются для дальнейших расчетов.

Активизация подзаключений в нечетких правилах продукций производится по формуле average-активизации (4).

$$\mu'(y) = 0.5 \cdot (c_i + \mu_y) \quad (4)$$

где  $\mu_y$  - функция принадлежности терма, который является значением некоторой исходной переменной  $s_j$  заданной на универсуме  $Y$ .

Аккумуляция заключений в нечетких правилах продукций производится по формуле (5) для объединения нечетких множеств, соответствующие термам подзаключений, относящихся к одним и тем же выходным лингвистическим переменным.

$$\mu_D(x) = \max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \quad (\forall x \in X) \quad (5)$$

Дефазификации выходных переменных проводится с применением метода центра тяжести, который рассчитывается по формуле (6).

$$y = \frac{\int_{\text{Min}}^{\text{Max}} x \cdot \mu(x) dx}{\int_{\text{Min}}^{\text{Max}} \mu(x) dx} \quad (6)$$

где  $y$  - результат дефазификации,  $x$  – переменная, соответствующая исходной переменной  $s$ ,  $\mu(x)$  – функция принадлежности нечеткого множества, соответствующей выходной переменной  $s$  после этапа аккумуляции,  $\text{Min}$  и  $\text{Max}$  – левая и правая точки интервала носителя нечеткого множества, рассматриваемой выходной переменной  $s$ .

Для проверки модели было разработано десктопное приложение, которое проводило расчёт степени соответствия разработчика по предложенным критериям и формулам. В ходе эксперимента использовались данные о 18 разработчиках и степени сложности проекта. Эти данные были показаны менеджерам проектов, на основании которых они приняли решение о том, подходит ли разработчик на такой проект или нет. Также на основании этих данных программа выдала свои значения. После сравнения показателей менеджеров и программы, был определён коэффициент ошибки, который равен 0,1. На основании чего можно сделать вывод, что предложенная модель справляется с поставленной перед ней задачей.

## ВЫВОДЫ

Разработанная модель позволит определять степень соответствия разработчика проекту. Реализация данной модели в рамках системы поддержки и принятия решений облегчит менеджеру проектов анализ информации о показателях каждого из разработчиков и поспособствует принятию наиболее рационального управленческого решения, что в свою очередь ускорит процесс старта проекта.

### *Список использованных источников:*

1. Мельников, А. Ю. Разработка системы поддержки принятия решений на основе метода нечетких деревьев для выбора претендента на вакантную должность в отделе промышленного предприятия / А. Ю. Мельников, М. В. Светличная // Вісник економічної науки України. – 2016. – № 2. – С. 130–135.
2. Сабадош, Л. Ю. Система поддержки принятия решений по формированию проектной команды / Л. Ю. Сабадош, Н. В. Косенко, М. А. Гахова // Научные ведомости БелГУ. Серия: История. Политология. Экономика. Информатика. – 2012. – № 19 (138), вып. 24/1. – С. 185–189.
3. Леоненков, А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy TECH / А. В. Леоненков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.

4. Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений / Л. Заде. – М. : Мир , 1976. – 306 с.

**Мироненко Д. С., Ангелова Д. В.**

## **МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ВІДПОВІДНОСТІ РОЗРОБНИКА ПРОЕКТУ**

*У статті наводиться опис моделі розрахування ступеня відповідності розробника проекту. Актуальність роботи визначається тим що менеджеру проектів майже кожен день доводиться обирати розробників для виконання завдання. Вибір необхідно робити на основі несистематизованих даних у великому обсязі. Тому ця робота потребує автоматизації.*

*У статті представлені існуючі способи і методи вибору персоналу на вакансію або проект. Метою статті є побудова моделі обчислення ступеня відповідності розробника проекту. Дана модель може бути застосована в подальшому в системах підтримки і прийняття рішення щодо вибору персоналу.*

*Для визначення критеріїв оцінювання було проведено опитування практикуючих менеджерів проектів.*

*Були описані основні критерії оцінювання, а саме кваліфікація розробника, досвід з вирішення нетипових завдань, дотримання дедлайнів, складність проекту. Через те, що ці критерії є якісними оцінками, то необхідно використовувати системи нечіткого виводу.*

*Запропоновано використання алгоритму Мамдані. База правил складається із сорока двох правил. Для обчислення активізації підвисновків запропоновано використовувати формулу average-активізації. Розроблена модель дозволить визначати ступінь відповідності розробника проекту. Використання даної моделі у системі підтримки і прийняття рішень полегшить менеджеру проектів аналіз інформації про показники кожного з розробників і посприє ухваленню найбільш раціонального управлінського рішення, що в свою чергу прискорить процес старту проекту. Проведений експеримент, у якому порівнювалися рішення, які прийняла система, із рішеннями, які прийняли практикуючі менеджери проектів, показав низький коефіцієнт помилки, отже можна зробити висновок, реалізована система підтримки і прийняття рішення впоралася з поставленими перед нею задачами.*

**Ключові слова:** *вибір персоналу, система нечіткого виведення, алгоритм Мамдані, критерії оцінювання.*

**Mironenko D. S., Angelova D. V.**

## **THE MODEL OF DETERMINING THE DEGREE OF COMPLIANCE OF THE PROJECT DEVELOPER**

*The article describes the model for determining the degree of compliance of the project developer. The relevance of the work is determined by the fact that the project Manager almost every day have to choose the developers to perform the task. The choice should be made on the basis of unsystematic data in a large volume. Therefore, this work requires automation. The article presents the existing methods and methods of personnel selection for a vacancy or project. The purpose of the article is to build a model for calculating the degree of compliance of the project developer. This model can be applied in the future in the systems of support and decision-making on the choice of personnel. To determine the evaluation criteria, a survey of project managers was conducted. The main evaluation criteria were described, namely the qualification of the developer,*

Режим доступу: <http://sap.pstu.edu>

*experience in solving atypical tasks, compliance with deadlines, the complexity of the project. Since these criteria are qualitative assessments, it is necessary to use fuzzy inference systems. It is proposed to use the algorithm Mamdani. The rule base consists of forty-two rules. It is proposed to use the average-activation formula to calculate the activation of the subtopics. The developed model will determine the degree of compliance of the project developer. The use of this model in the system of support and decision-making will facilitate the project Manager's analysis of information on the performance of each of the developers and will contribute to the adoption of the most rational management decision, which in turn will accelerate the project start process. An experiment was conducted in which the decisions taken by the system were compared with the decisions taken by Project Managers, showed a low error rate, therefore it can be concluded that the system of support and decision-making coped with the tasks set to it.*

**Keywords:** *personnel selection, fuzzy inference system, Mamdani algorithm, evaluation criteria.*

Рекомендована к публикации: доцент, канд. техн. наук Левицкая Т. А.

Статья принята 14.02.2019 г.

УДК 004.42

[doi.org/10.31498/2522-9990202019184593](https://doi.org/10.31498/2522-9990202019184593)

Левицька Т. О., Міроненко Д. С., Федорченко Д. Є., Подольников І. В.

### ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ПОБУДОВИ СТРАТЕГІЧНОГО ПЛАНУ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ СИСТЕМИ ЗБАЛАНСОВАНИХ ПОКАЗНИКІВ

*У статті наводиться опис використання системи оцінки стратегії розвитку підприємства на основі методики *Balanced Scorecard* за допомогою спеціалізованої інформаційної технології, яка розроблена автором. На основі вивчення теоретичних основ системи збалансованих показників, було встановлено, що вона трансформує стратегію розвитку підприємства в задачі і показники, згруповані за чотирма різними напрямками, такими як фінанси, клієнти, внутрішні бізнес-процеси, навчання і розвиток.*

*Для побудови стратегічного плану розвитку підприємства пропонується використовувати інформаційну технологію «Інформаційна система «Стратегічний план». Наведено приклад використання програми для побудови стратегічного плану розвитку ТОВ ПСП «Азовінтекс». Наведені етапи заповнення основних форм прикладення для реалізації цілей та перспектив розвитку підприємства, що в свою чергу дасть можливість досягти основної мети «Підвищити вартість підприємства для акціонерів».*

*Отримано стратегічний план розвитку підприємства, який забезпечить компанії стабільний стійкий прибуток і довгостроковий розвиток.*

*Зауважено, що при всій простоті, для впровадження системи збалансованих показників на основі інформаційної технології в практику підприємства, потрібна дуже довга і злагоджена робота всього вищого менеджменту за визначенням і узгодженням стратегії бізнес-процесів і подальший її переклад в площину конкретних і зрозумілих для всіх співробітників цілей і завдань, можливих ризиків і найголовніше, взаємозв'язків (асоціацій) між найважливішими факторами. Інформаційна технологія пропонує тільки зручний інструмент та форму, зміст якої залишається за кожним підприємством самостійно.*

**Ключові слова:** *збалансовані показники, інформаційна технологія, розвиток, стратегія, план.*

**Вступ.** Зростаюча складність бізнес-процесів висуває нові, більш високі вимоги до інформаційних технологій, які застосовуються на сучасних підприємствах. Специфіка

Режим доступу: <http://sap.pstu.edu>