

Метод оценки квалификации технического персонала проекта на основе многокритериальной модели и кластерного анализа

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского
«Харьковский авиационный институт»*

В данной статье рассмотрена задача подбора и адаптации технического персонала с учетом специфики проекта. Представлены этапы решения указанной задачи с использованием теории полезности. Определены критерии, которые являются основой для оценки компетенций и квалификации технического персонала. Используется метод кластерного анализа для выделения схожих альтернатив в составе технического персонала проекта. Приведены результаты практического применения метода на примере проекта разработки сложной техники.

Ключевые слова: технический персонал проекта, теория полезности, множество критериев, коэффициенты важности, кластерный анализ.

Введение

Одной из важных проблем при планировании инновационного проекта является грамотное формирование команды исполнителей. Для эффективного выполнения работ проекта необходим подбор исполнителей, компетенции которых будут соответствовать виду проекта и создаваемому продукту. Поэтому уже на этапе инициации проекта необходимо оценить компетенции персонала, то есть профессиональную подготовку, знания, квалификацию и опыт исполнителей.

1. Постановка проблемы

Существует несколько подходов и методов оценки компетентности и знаний исполнителей. К примеру, в работе [1] представлены следующие методики оценки персонала: тесты на профпригодность, общие тесты способностей, особенностей мышления, внимания, памяти и других функций, биографические и личностные тесты, интервью, рекомендации. Рассматривается важный методический вопрос - кто должен оценивать кандидата. В связи с этим выделяются методы оценки персонала [2], в которых процедурой подбора занимается менеджер по персоналу и используются методы самооценки. Однако указанные методы являются достаточно общими и в то же время дают узконаправленную оценку, поскольку они позволяют определить только профессиональные знания сотрудника и не учитывают специфику проекта (предметную область, масштаб проекта, степень инновации, длительность, функциональное направление и др. особенности).

Целью данной статьи является разработка метода, который позволит подобрать состав технического персонала проекта с учетом специфики его работ.

2. Решение проблемы

Для задачи подбора технического персонала предлагается использовать подход MAUT (Multi-Attribute Utility Theory) – многокритериальная теория полезности [3]. Основным достоинством подхода MAUT является строгое математическое обоснование вида функции полезности. Построение

аналитической иерархии носит эмпирический характер, но его отличает простота и направленность на сравнение заданного множества альтернатив.

Первое и наиболее важное отличие подхода, который называют вербальным анализом решений, состоит в учете и использовании возможностей и ограничений при обработке информации.

MAUT имеет аксиоматическое обоснование. Это означает, что выдвигаются некоторые условия, которым должна удовлетворять функция полезности ЛПР. В случае если условия удовлетворяются, дается математическое доказательство существования функции полезности в том или ином виде. В MAUT эти условия можно разделить на две группы. Первая группа — аксиомы общего характера, идентичные тем, которые использовались в теории полезности.

Вторая группа условий специфична для MAUT. Они называются аксиомами (условиями) независимости, позволяющими утверждать, что некоторые взаимоотношения между оценками альтернатив по критериям не зависят от значений по другим критериям.

Если аксиомы первой группы и некоторые из условий независимости выполнены, то из этого следует строгий вывод о существовании многокритериальной функции полезности в определенном виде. Если условия независимости по полезности и независимости по предпочтению выполнены, то функция полезности является аддитивной

$$U(x) = \sum_{i=1}^N w_i \cdot U_i(x), \quad \text{при } \sum_{i=1}^N w_i = 1, \quad (1)$$

либо мультипликативной:

$$1 + kU(x) = \prod_{i=1}^N [1 + kw_i U_i(x)], \quad \text{при } \sum_{i=1}^N w_i \neq 1, \quad (2)$$

где $U_i(x)$ — значение функции полезности альтернативы x по i -му критерию, изменяющиеся от 0 до 1;

w_i — коэффициенты важности (веса) критериев, причем $0 < w_i < 1$;

k — коэффициент, $k > -1$.

Таким образом, многокритериальную функцию полезности можно определить, если известны значения коэффициентов w_i , k , а также однокритериальные функции полезности $U_i(x)$.

Перечислим этапы решения задачи оценки вариантов и выбора лучшей альтернативы на основе MAUT:

1. Разработать перечень критериев и определить ограничения для каждого критерия.
2. Построить функции полезности по каждому из критериев.
3. Проверить некоторые условия, определяющие вид общей функции полезности.
4. Построить зависимость между оценками альтернатив по критериям и общим качеством альтернативы, то есть определить вид многокритериальной функции полезности.

5. Оценить все имеющиеся альтернативы и выбрать наилучшую.

Определим критерии, по которым будет проводиться оценка технического персонала [4] (табл.1): уровень образования (С1);

- уровень профессиональной подготовки или квалификации (С2);
- уровень теоретических знаний (С3);
- опыт работы с производственным оборудованием (С4);
- опыт работы в предметной области проекта по созданию конкретного изделия(С5).

Следующим шагом является построение функции полезности для каждого критерия. Для этого необходимо определить метрику критериев. Пусть в соответствии с принципом максимальной оптимальности верхняя граница шкалы определяет наилучшее значение, нижняя граница – наихудшее значение.

Приведем процедуру фазификации лингвистических значений. Зная диапазон изменения оценок по каждому из критериев, построим функцию, определяющую полезность для ЛПР каждой оценки из заданного диапазона. Максимальное значение этой функции положим равным единице, а минимальное — нулю.

Первоначально известны две точки функции полезности:

$U(\text{спец колледж}) = 1$, $U(\text{школа}) = 0$.

Для нахождения промежуточных точек используются типовые лотереи. В лотерее 1 на рисунке 1 (слева) перед ЛПР ставится следующая задача: «Определите эквивалент определенности для лотереи, имеющей с равными вероятностями ($p = 0,5$) минимальное и максимальное значение критерия «уровень образования». ЛПР предъявляют ряд значений (например, «школа», «курсы» и т.д.) по которым нужно оценить: выше или ниже данного значения находится, по его мнению, эквивалент определенности.

Таблица 1

Критерии оценки технического персонала

Обозначение	Критерий	Вид шкалы	Наилучшее значение	Наихудшее значение
С1	уровень образования	лингвистическая	«полное среднее специальное образование (специализированный колледж)»	«полное среднее образование (школа)»
С2	уровень профессиональной подготовки, уровень квалификации		«курсы повышения квалификации проходил в этом году»	«курсы повышения квалификации не проходил»
С3	уровень теоретических знаний	балльная	5	1
С4	опыт работы с необходимым оборудованием	номинальная	5 (лет)	0 (лет) - без опыта
С5	опыт работы по изготовлению данной продукции		10	1

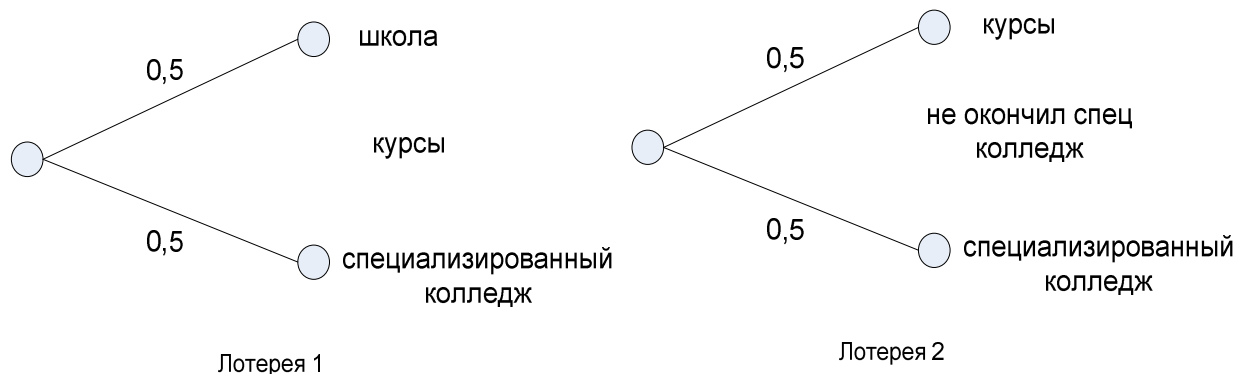


Рис.1. Типовые лотереи, используемые при построении функции полезности по одному критерию

Предположим, что ЛПР остановился на значении «курсы», тогда $U(\text{курсы}) = 0,5$. Аналогично определяются другие значения функции полезности. Так, правая лотерея на рисунке 1 позволяет определить точку, соответствующую значению

$$U(\text{не окончил спец. колледж}) = 0,85.$$

На рисунке 2 приведен пример построения функции полезности ЛПР для критерия «Уровень образования».

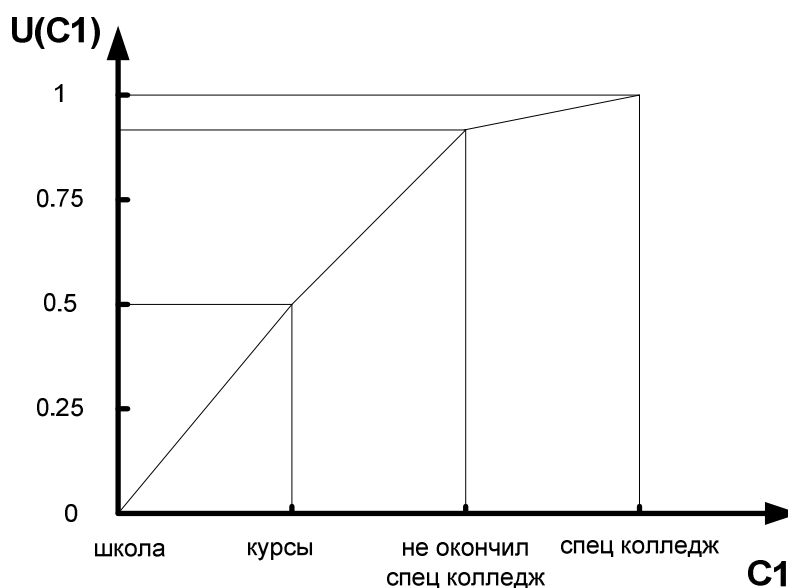


Рис.2. Функция полезности для критерия «Уровень образования»

Аналогичным образом строятся функции полезности для каждого из критериев.

Следующим этапом является определение весовых коэффициентов критериев. Считается, что критерии сравнимы по важности. Предлагается использовать метод главного критерия, когда выбирается наиболее важный критерий, затем относительно него определяют важность все остальных.

Предположим, самым важным критерием является С2, ЛПР определил вес критерия $w_2 = 0,4$. Далее ЛПР определяет важность остальных критериев относительно второго:

$$w_1 = 0,8w_2, w_3 = 0,3w_2; w_4 = 0,3w_2; w_5 = 0,5w_2.$$

Таким образом,

$$w_1=0,32; w_3=0,12; w_4=0,12; w_5=0,2.$$

Для возможности применения аддитивной формы обобщенной функции полезности (1) весовые коэффициенты следует нормировать, разделим каждый коэффициент на их сумму:

$$\bar{w}_i = \frac{w_i}{\sum_{j=1}^5 w_j}, \quad (3)$$

Получаем:

$$\bar{w}_1 = 0,28; \bar{w}_2 = 0,34; \bar{w}_3 = 0,1; \\ \bar{w}_4 = 0,1; \bar{w}_5 = 0,18.$$

Зная оценки альтернатив (сотрудников) по каждому критерию, с использованием аддитивной формы функции полезности (1) можно определить обобщенную полезность каждой альтернативы, сравнить их и выбрать наиболее предпочтительную альтернативу.

Данный метод был применен для оценки технического персонала проекта разработки разведывательно-ударного комплекса для действия в горных условиях.

В команду технического персонала входили мастера цехов производства, их компетенции оценивались методом анкетирования и собеседования. Были выставлены оценки, представленные в таблице 2.

По формуле (1) вычисляем полезности альтернатив:

$$U(A) = 0,838 \\ U(B) = 0,957 \\ U(C) = 0,137 \\ U(D) = 0,8485 \\ U(E) = 0,7375 \\ U(F) = 0,3565$$

Получаем упорядоченный ряд значений функции полезности:

$$U(B) > U(D) > U(A) > U(E) > U(F) > U(C),$$

который определяет предпочтительность альтернатив.

Далее методом кластерного анализа выделяем схожие альтернативы (рис. 3).

Интерпретация полученных кластеров следующая:

- знания, умения и опыт сотрудников, чьи оценки находятся в верхнем кластере, полностью подходят под рассматриваемый проект;
- сотрудники с оценками, находящимися в промежуточном кластере, подойдут под проект с условием обучения или повышения квалификации;
- сотрудников в нижнем кластере не стоит подключать к выполнению проекта, поскольку их знания значительно не совпадают с требуемыми; в данном случае решением будет подбор другого сотрудника.

Таблица 2

Оценки альтернатив технического персонала

Альтернативы	Уровень образования	Уровень профессиональной подготовки, уровень квалификации	Уровень теоретических знаний	Опыт работы с необходимым оборудованием	Опыт работы по изготовлению данной продукции
A	Окончил спец колледж	Курсы повышения квалификации проходил 2 года назад	2	5 лет	10 лет
B	Не окончил спец колледж	Курсы повышения квалификации проходил в прошлом году	5	5 лет	10 лет
C	Окончил курсы	Курсы повышения квалификации не проходил	4	Нет опыта	Нет опыта
D	Окончил колледж	Курсы повышение квалификации проходил в этом году	2	4 года	10 лет
E	Окончил колледж	Курсы повышение квалификации проходил в этом году	5	2 года	5 лет
F	Полное среднее специальное образование	Курсы проходил в этом году	3	1 год	1 год

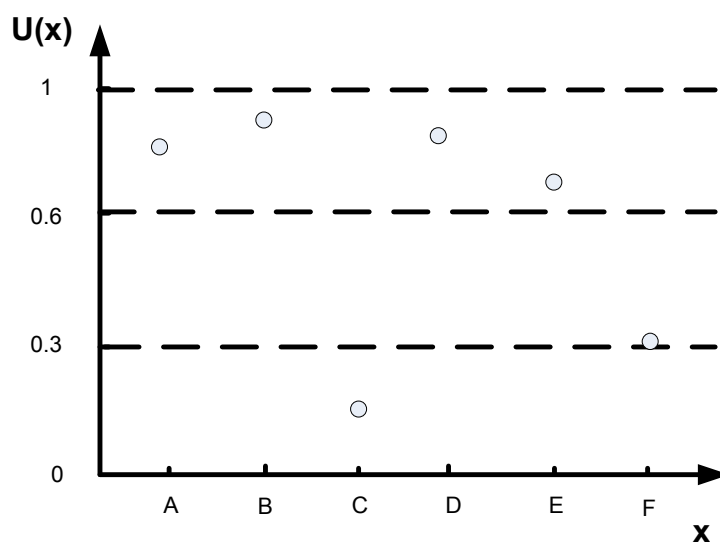


Рис.3. Визуальное отображение разбиения альтернатив на три кластера

Из рисунка 3 видно, что знания, умения и опыт альтернатив А, В, D, Е полностью подходят под проект и никаких дополнительных действий не требуется. После анализа компетенций альтернативы F было выявлено, что узкими местами являются опыт работы с оборудованием и опыт работы в предметной области. Это практические навыки, на приобретение которых требуется большое количество времени. Так как обобщенная оценка близка к нижнему кластеру, было принято решение заменить сотрудника, несмотря на то, что оценка все же находится в среднем кластере.

Компетенции альтернативы С полностью не подходят под проект, узкими местами являются опыт в предметной области и работы с оборудованием, а также квалификация сотрудника. Если последнее еще можно было подкорректировать, отправив сотрудника на курсы, то приобретение опыта требует большего количества времени и стоимостных ресурсов, поэтому было принято решение этого сотрудника также заменить.

При принятии решения о дообучении внутренних участников стоит учитывать, что на это потребуется время и определенный бюджет. При принятии решения о замене сотрудника на нового кандидата стоит учитывать время на его адаптацию к данному проекту и коллективу. В обоих случаях возникает риск нарушения сроков выполнения проекта.

Таким образом, предложенный метод позволяет учесть и устранить недостатки существующих методов подбора персонала проекта [1,2].

Заключение

Разработанный подход основан на методах многокритериального оценивания и кластерного анализа. Он позволяет учесть ряд факторов, влияющих на качество подбора персонала, и как следствие - улучшить качество проекта. При выборе критериев производится учет особенностей содержания проекта, таких как: главная цель реализации, степень инновационности, отраслевая принадлежность, длительность, специфика конечного продукта, функциональное назначение, характер привлеченных сторон. Применение метода позволит существенно повысить качество проекта за счет более рационального подбора технического персонала проекта.

Список литературы

1. Полковников А. И. Управление проектами / А И. Полковников. – М.: Олимп-Бизнес, 2013. – 538с.
2. Малиновский, П.А. Методы оценки персонала [Электронный ресурс] / П. А. Малиновский. – Режим доступа: <http://www.cfin.ru/management/people/malinovsky.shtml>. – 6.03.2013 г. <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/1292/1/778.pdf>,
3. Ларичев, О.И. Теория и методы принятия решений / О.И. Ларичев. - М.: Логос, 2002 – 392с.
4. Малеева О. В. Разработка метода рационального распределения работ между участниками проекта / О. В. Малеева, Н. Ю. Носова // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2008. – №4 (31). – С.106-110.

Поступила в редакцию 20.03.2017

Method of Project Technical Staff Assessment Based on Methods of Multicriteria Evaluation and Cluster Analysis

In the article the issue of the selection of technical personnel is described, taking into account the specifics of the project. The stages of solving the problem using the theory of utility are presented. Criteria are defined that are the basis for assessing the competencies and qualifications of technical personnel. The method of cluster analysis is used to identify similar alternatives in the technical staff of the project. Results with practical usage of the method are described, using project of complex equipment development.

Keywords: technical project staff, utility theory, set of criteria, the importance factor, cluster analysis.

Метод оцінки кваліфікації технічного персоналу проекту на основі методів багатокритеріального оцінювання і кластерного аналізу

У даній статті розглянуті питання підбору науково-технічного персоналу з урахуванням специфіки проекту. У даній статті розглянуто задачу підбору та адаптації технічного персоналу з урахуванням специфіки проекту. Представлено етапи вирішення зазначеного завдання з використанням теорії корисності. Визначено критерії, які є основою для оцінки компетенцій та кваліфікації технічного персоналу. Використовується метод кластерного аналізу для виділення схожих альтернатив в складі технічного персоналу проекту. Наведено результати практичного застосування методу на прикладі проекту розробки складної техніки.

Ключові слова: технічний персонал проекту, теорія корисності, безліч критеріїв, коефіцієнт важливості, кластерний аналіз.

Сведения об авторах:

Носова Наталия Юрьевна – аспирант кафедры “Информационные управляющие системы”, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: nataliya_nos@mail.ru

Малева Ольга Владимировна – доктор технических наук, профессор кафедры “ Информационные управляющие системы ”, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: omaleeva@mail.ru.

Губка Алексей Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры “Информационные управляющие системы”, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: gaspost79@gmail.com.