

УДК 004.8:658.3

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ДЛЯ ПОДБОРА ПЕРСОНАЛА ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ КОМПЕТЕНЦИЯМ НА ДОЛЖНОСТЬ СИСТЕМНОГО АНАЛИТИКА

Карамзина А.Г.

*ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет»,
Уфа, e-mail: karamzina@tc.ugatu.ac.ru*

Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования при разработке образовательных программ требуют ориентации на профессиональные стандарты. Вследствие этого изменилась структура описания компетенций, категории которых должны характеризовать ключевые аспекты профессиональной деятельности выпускника. При этом индикаторы достижения компетенций должны быть сопоставимы с трудовыми функциями, указанными в профессиональных стандартах. Результаты оценки сформированности профессиональных компетенций могут быть применены работодателями при принятии решения о приеме на работу потенциальных соискателей. Для решения задачи подбора персонала можно использовать различные математические модели, включая кластеризацию. В работе представлены результаты применения интеллектуального анализа данных для решения задачи подбора персонала по результатам оценки профессиональных компетенций кандидатов, претендующих на должности укрупненной группы специальностей и направлений 27.00.00 «Управление в технических системах». Описаны этапы оценки уровня подготовки кандидатов по профессиональным компетенциям. На основе анализа должности системного аналитика составлен профиль компетенций, в котором указаны все профессиональные компетенции, необходимые для выполнения трудовых функций. Для формирования модели сотрудника – системного аналитика были привлечены потенциальные работодатели. Проведенный опрос позволил выделить значимость факторов, влияющих на эффективность профессиональной деятельности выпускника; определить значимость универсальных и общепрофессиональных компетенций выпускника, типы задач, решаемых выпускником в своей профессиональной деятельности, трудовые функции и трудовые действия, которые в наибольшей степени соответствуют профессиональной деятельности выпускника. Для оценки уровня сформированности компетенций были разработаны контрольно-измерительные материалы.

Ключевые слова: интеллектуальный анализ данных, кластерный анализ, подбор персонала, образовательный стандарт, профессиональный стандарт, трудовая функция, индикатор достижения компетенции, профессиональная компетенция, системный аналитик

DATA MINING TECHNOLOGY FOR THE STAFF SELECTION OF PERSONNEL BY PROFESSIONAL COMPETENCIES FOR THE POSITION OF SYSTEM ANALYTICS

Karamzina A.G.

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ufa State Aviation
Technical University, Ufa, e-mail: karamzina@tc.ugatu.ac.ru*

Federal state educational standards of higher education in the development of educational programs require focus on professional standards. As a result, the structure for describing competencies has changed. The categories of competencies should characterize key aspects of the graduate's professional activities. Moreover, indicators of achievement of competencies should be comparable with the labor functions specified in professional standards. The results of the assessment of the formation of professional competencies can be used by employers to decide. To solve the problem of staff selection, you can use various mathematical models, including clustering. The paper presents the results of the use of data mining to solve the problem of personnel selection based on the assessment of professional competencies of candidates who have been trained in educational programs in the field of 27.00.00 «Control in technical systems». The stages of assessing the level of training of candidates for professional competencies are described. Based on the analysis of the position of a system analyst, a competency profile is compiled. In profile indicates all the professional competencies necessary to perform labor functions. Potential employers were involved to form the employee model – a system analyst. The survey allowed made it possible to single out the significance of factors affecting the effectiveness of professional activity; the importance of universal and general professional competencies; types of tasks solved in professional activities; labor functions and labor actions that are most consistent with professional activities. To assess the level of competency formation, control and measuring materials were developed.

Keywords: data mining, cluster analysis, staff selection, educational standard, professional standard, labor function, competency indicator, professional competence, systems analyst

Эффективность деятельности предприятия во многом определяется эффективностью работы ее сотрудников. Для обеспечения результативности процесса поиска и отбора персонала требуются хорошо отлаженные алгоритмы, точные процедуры, документы и иные материалы, которые не-

обходимо применять при подборе персонала, и, конечно, информационная система для сбора, хранения и анализа полученных данных.

При подборе персонала нужно принимать во внимание уровень сформированности профессиональных компетенций соис-

кателей. Профессиональные компетенции, которыми должен владеть соискатель, определены в профстандартах и формируются на базе трудовых функций. ФГОС по направлению подготовки устанавливает набор требований к образованию, а именно требования к структуре и объему образовательной программы, к ее реализации и результатам ее освоения обучающимися. В настоящее время действует новый ФГОС 3++, с вступлением в силу которого изменилась структура описания компетенций. Категории компетенций характеризуют ключевые аспекты профессиональной деятельности выпускника и отражают в федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования наследственность соответствующих компетенций. С помощью индикаторов достижений компетенций обобщаются характеристики, уточняющие и раскрывающие формулировку компетенций, освоенных выпускником. Индикаторы необходимо составить таким образом, чтобы их можно было измерить и сопоставить с трудовыми функциями. Согласно образовательной программе, компетенции разбиваются на индикаторы и распределяются по учебным дисциплинам и программе практик. Далее составляются рабочие программы учебных дисциплин, связывающие индикаторы с результатами обучения, а результаты обучения – с тематическим содержанием и образовательными технологиями. При помощи фонда оценочных средств проводится проверка индикаторов достижения компетенций через результаты обучения. В итоге главным отличием ФГОС 3++ от предыдущих стандартов является ориентация на профстандарты при разработке образовательных программ. Это обозначено в Федеральном законе [1]: «Формирование требований федеральных государственных образовательных стандартов профессионального образования к результатам освоения основных образовательных программ профессионального образования в части профессиональной компетенции осуществляется на основе соответствующих профессиональных стандартов (при наличии)». Профстандарт, по сути, есть характеристика квалификации работника, требуемой для реализации конкретного вида профессиональной деятельности и для выполнения трудовых функций [2]. Получается, что профстандарты обеспечивают согласование требований к квалификациям рынка труда и сферы образования. Основной особенностью формирования профессиональных компетенций на основе профстандартов является

то, что профессиональные компетенции создаются на основе обобщенных трудовых функций, которые выбраны из профстандартов для соответствующей профессиональной деятельности [2].

В данной статье исследуется проблема подбора персонала на должности системного аналитика на основе оценки профессиональных компетенций с использованием технологии интеллектуального анализа данных.

Математические модели для решения задачи подбора персонала

В любой компании процесс управления персоналом представляет целостную систему. В этой системе обычно выделены следующие компоненты: подбор и оценка потенциальных соискателей с последующим отбором подходящих кандидатов на свободные вакансии; прием на должность с последующим мониторингом развития, обучения, переподготовки и прохождения курсов повышения квалификации [3]. Получается, что решение задачи подбора кандидата на имеющуюся вакансию невозможно без следования принципам системного подхода. Следует учитывать влияние различных факторов при выборе соответствующих методов подбора соискателей, таких как [4]: в каком регионе находится и к какой отрасли относится компания, какова текущая ситуация на рынке труда; каковы стратегические и тактические цели и особенности оргструктуры компании; особенности вакансии и др.

Также при отборе кандидата на соответствующую вакансию требуется выполнить оценку его профессиональных компетенций.

Для решения задачи подбора персонала можно использовать следующие математические модели [5]: кластеризация; рассуждение на основе прецедентов; имитационное моделирование.

Применение кластерного анализа для подбора персонала на основе оценки профессиональных компетенций позволит разделить множество объектов на несколько небольших кластеров.

Оценка уровня подготовки кандидатов

С целью обеспечения эффективного подбора сотрудников на свободные вакансии важно провести оценку профессиональных компетенций. Сократить время на анализ качеств соискателя позволит именно отчетливое представление о нужных профессиональных компетенциях соискателя, которыми он должен владеть.

Выделены следующие основные этапы, на которых выполняется оценивание уровня

подготовки кандидатов именно по профессиональным компетенциям: формирование и согласование списка профессиональных компетенций на конкретную вакансию; разработка инструментария для оценки соискателей по каждой компетенции; проведение контрольно-измерительных испытаний для оценки соискателей по каждой компетенции; формирование структурированных заключений на рекомендуемых соискателей. В результате анализа конкретной должности составляется профиль компетенций, в котором указываются все профессиональные компетенции, необходимые для выполнения трудовых функций. По сути, профиль компетенций – это список компетенций, относящихся к конкретной должности организации, с точным определением уровня их проявления [6]. Таким способом формируется эталонная модель сотрудника с указанием должностных требований.

Для оценки кандидатов по каждой компетенции необходимо разработать контрольно-измерительные материалы (КИМы), которые определяются в качественных и количественных показателях и способны ярко показать степень овладения знаниями, умениями и навыками (ЗУН) [7]. Для составления КИМов следует произвести декомпозицию компетенций на планируемые результаты обучения (ЗУВ). После проведения контрольно-измерительных испытаний составляется структурированное заключение по каждому соискателю с указанием перечня профессиональных компетенций и дается оценка соответствия соискателя требованиям вакансии.

Формирование модели сотрудника – системного аналитика

В рамках перехода на ФГОС 3++ по направлению подготовки бакалавра 27.03.03 «Системный анализ и управление» с целью определить требования к выпускникам, которые занимают должность системного аналитика, была разработана анкета для опроса руководителей подразделений и служб предприятия, а также ведущих специалистов в области. В данной анкете было предложено оценить по трехбалльной шкале значимость факторов, влияющих на эффективность профессиональной деятельности выпускника; определить значимость универсальных и общепрофессиональных компетенций выпускника. Также было предложено определить типы задач, решаемых выпускником в своей профессиональной деятельности; трудовые функции и трудовые действия, которые в наибольшей степени соответствуют профессиональной деятельности выпускника.

В качестве профессиональной деятельности выпускника определены научно-исследовательская и проектно-конструкторская. В результате анализа профессиональных стандартов выявлены следующие обобщенные трудовые функции: концептуальные, функциональные и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности; проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по АСУП; проведение работ по проектированию АСУП. В целом результаты анкетирования позволили сформировать профессиональные компетенции для должности системного аналитика: ПК1 – способность разрабатывать технические задания по проектам на основе системно-аналитических исследований сложных объектов управления с использованием технологий синтеза и управления; ПК2 – способность проводить анализ и принимать решения на основе методов системного анализа и теории управления; осуществлять постановку целей и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности; ПК3 – способность разрабатывать модели систем; использовать программные инструменты для системного анализа и синтеза сложных систем. Исходя из этого предполагается, что сотрудник должен уметь решать типовые задачи научно-исследовательской, проектно-конструкторской деятельности и выполнять определенные трудовые функции. В результате освоения образовательной программы должны быть сформированы указанные профессиональные компетенции.

Разработка контрольно-измерительных материалов

Подбор персонала осуществляется согласно оценке сформированности профессиональных компетенций, которые должны создаваться в рамках учебных дисциплин основной образовательной программы. Для каждой компетенции были составлены дескрипторы. Дескрипторы представляют собой общие формулировки, которые позволяют описать характеристики и контекст обученности, ожидаемой на каждом уровне [8].

Соответствие наименования профессионального стандарта, с учетом которого сформирована компетенция, трудовые функции (ТФ) по стандарту и формулировка компетенции ПК 1 (для примера) приведены в табл. 1. ПК1 формируется в процессе изучения таких дисциплин, как: «Технология программирования», «Технико-экономическое обоснование систем и средств управления», «Защита интеллектуальной собственности».

Таблица 1

Таблица соответствия для компетенции ПК1

Наименование профессионального стандарта	ОТФ или ТФ по профстандарту	Формулировка компетенции
06.022 – «Системный аналитик»	ТФ 1 С/01.6 Планирование разработки или восстановления требований к системе; ТФ 2 С/ 02.6 Анализ проблемной ситуации заинтересованных лиц; ТФ 4 С/04.6 Постановка целей создания систем; ТФ 8 С/08.6 Представление концепции, технического задания и измерений в них заинтересованным лицам; ТФ 10 С/10.6 Разработка шаблонов документов требований; ТФ11 С/11.6 Постановка задачи на разработку требований к подсистемам и контроль их качества; Ф 1 В/01.6 Подготовка необходимых данных и составление технических заданий на проектирование АСУТП; ТФ 3 С/01.6 Проектирование отдельных элементов и подсистем АСУП	Способность разрабатывать технические задания по проектам на основе системно-аналитических исследований сложных объектов управления с использованием технологий синтеза и управления

Затем были определены показатели сформированности компетенции (дескрипторы), признаки проявления компетенций по дисциплинам и уровни сформированности (ниже порога, пороговый, продвинутый, высокий). Для оценки уровня сформированности компетенций были разработаны КИМы, которые представляют собой перечень вопросов, часть из которых – тестовые задания закрытого типа с выбором правильного ответа, другая часть – задания открытого типа, где необходимо дать краткий ответ на вопрос.

После проведения контрольно-измерительных испытаний составляется структурированное заключение по каждому соискателю с указанием перечня профессиональных компетенций и дается оценка соответствия соискателя требованиям должности.

Кластерный анализ подбора персонала по профессиональным компетенциям

С целью выполнения кластерного анализа для подбора соискателей необходимо задать множество кандидатов X – это будет исходная информация. По результатам оценки решения КИМов определяется уро-

вень сформированности профессиональных компетенций для каждого кандидата. Исходные данные: выборка $X_n = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ и результат набор кластеров (каждый из которых соответствует вакансии) $Y_m = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$. Анализировались 15 профессиональных компетенций, а именно уровни их сформированности, которыми должны обладать претенденты на должности УГСН 27.03.00 «Управление в технических системах». Изначально были построены главные компоненты (ГК) – получилось четыре, затем был выполнен компонентный анализ. Заявленная УГСН по направлению подготовки бакалавров реализуется по пяти направлениям, для каждого из них были построены ГК. На основе полученных данных можно говорить о том, что состав ГК определяется примерно на 94% заявленными значениями признаков (первая ГК зависит от признаков ПК1, ПК4, ПК5, ПК6, ПК11; вторая ГК – от ПК13, ПК14, ПК15; третья ГК – от ПК7, ПК8, ПК9, ПК10, ПК11, ПК12; четвертая ГК – от ПК1, ПК2, ПК3, ПК4, ПК5).

Для первой ГК коэффициент информативности рассчитывается следующим образом:

$$K_{и1} = \frac{0,37^2 + 0,35^2 + 0,41^2 + 0,29^2 + 0,28^2}{0,28^2 + 0,2^2 + 0,26^2 + 0,37^2 + 0,35^2 + 0,41^2 + 0,21^2 + 0,17^2 + 0,19^2 + 0,26^2 + 0,29^2 + 0,25^2 + 0,17^2 + 0,11^2 + 0,15^2} = 0,76.$$

Для второй ГК:

$$K_{и2} = \frac{0,48^2 + 0,5^2 + 0,49^2}{0,08^2 + 0,05^2 + 0,08^2 + 0,03^2 + 0,008^2 + 0,02^2 + 0,21^2 + 0,22^2 + 0,26^2 + 0,14^2 + 0,21^2 + 0,2^2 + 0,48^2 + 0,5^2 + 0,49^2} = 0,78.$$

Для третьей ГК:

$$K_{из} = \frac{0,39^2 + 0,36^2 + 0,38^2 + 0,42^2 + 0,37^2 + 0,4^2}{0,09^2 + 0,06^2 + 0,12^2 + 0,1^2 + 0,17^2 + 0,12^2 + 0,39^2 + 0,36^2 + 0,38^2 + 0,42^2 + 0,37^2 + 0,4^2 + 0,002^2 + 0,03^2 + 0,1^2} = 0,77.$$

Для четвертой ГК:

$$K_{из4} = \frac{0,43^2 + 0,48^2 + 0,43^2 + 0,35^2 + 0,34^2}{0,43^2 + 0,48^2 + 0,43^2 + 0,35^2 + 0,34^2 + 0,28^2 + 0,13^2 + 0,19^2 + 0,13^2 + 0,03^2 + 0,05^2 + 0,1^2 + 0,01^2 + 0,02^2 + 0,03^2} = 0,75.$$

Проекция множества объектов на пространство трех главных компонент представлена на рис. 1.

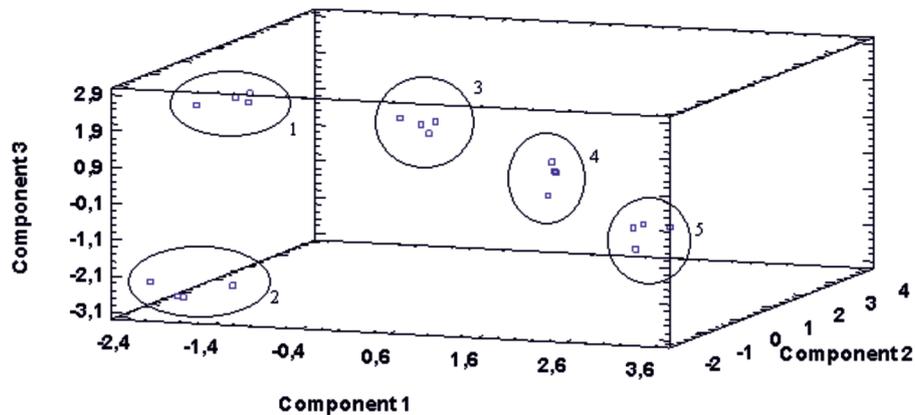


Рис. 1. Проекция множества объектов на пространство главных компонент

Все множество объектов было разделено на пять классов. Характеристика классов относительно признаков представлена в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика классов в пространстве исходных признаков

Значение признаков	Класс				
	1	2	3	4	5
ПК1	Высокий	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий
ПК2	Высокий	Низкий	Низкий	Средний	Средний
ПК3	Высокий	Средний	Средний	Низкий	Низкий
ПК4	Низкий	Высокий	Низкий	Низкий	Низкий
ПК5	Низкий	Высокий	Низкий	Низкий	Низкий
ПК6	Средний	Высокий	Низкий	Низкий	Низкий
ПК7	Низкий	Низкий	Высокий	Низкий	Низкий
ПК8	Низкий	Низкий	Высокий	Низкий	Низкий
ПК9	Низкий	Низкий	Высокий	Низкий	Низкий
ПК10	Низкий	Низкий	Низкий	Высокий	Низкий
ПК11	Низкий	Низкий	Низкий	Высокий	Низкий
ПК12	Низкий	Низкий	Низкий	Высокий	Низкий
ПК13	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий	Высокий
ПК14	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий	Высокий
ПК15	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий	Высокий

Результаты анализа представлены в табл. 3 – указано, на какие должности могут претендовать соискатели в зависимости от полученных оценок сформированности профессиональных компетенций.

В результате применения иерархического метода кластеризации – *Ward's Method* построена дендрограмма для пяти класте-

ров. Информация по координатам центров представлена в табл. 4.

На основании информации о координатах центров выделенных кластеров были сформулированы правила классификации. Полученные результаты – список компетенций и критерии их оценки – позволили разработать карту компетенций (рис. 2).

Таблица 3

Результаты анализа

Класс	Должность	Высокий уровень сформированности компетенций
1	Системный аналитик	ПК1, ПК2, ПК3
2	Программист АСУ ТП	ПК4, ПК5, ПК6
3	Инженер по качеству	ПК7, ПК8, ПК9
4	Метролог	ПК10, ПК11, ПК12
5	Менеджер по инноватике	ПК13, ПК14, ПК15

Таблица 4

Информация по координатам центров

Cluster	ПК 1	ПК 2	ПК 3	ПК 4	ПК 5	ПК 6	ПК 7	ПК 8	ПК 9	ПК 10	ПК 11	ПК 12	ПК 13	ПК 14	ПК 15
1	4,0	4,0	4,0	1,25	1,25	1,5	1,25	1,25	1,25	1,0	1,0	1,25	1,0	1,0	1,25
2	1,25	1,25	1,5	4,0	4,0	3,75	1,0	1,25	1,0	1,25	1,0	1,0	1,0	1,25	1,0
3	1,0	1,25	1,5	1,25	1,0	1,0	4,0	3,5	4,0	1,0	1,25	1,0	1,0	1,0	1,25
4	1,0	1,5	1,25	1,0	1,25	1,0	1,25	1,25	1,25	3,75	4,0	4,0	1,25	1,0	1,0
5	1,0	1,5	1,25	1,0	1,25	1,0	1,25	1,25	1,0	1,25	1,0	1,0	3,75	3,75	4,0



Рис. 2. Карта компетенций

Заключение

В рамках представленной работы выполнен интеллектуальный анализ данных на основе компонентного и кластерного методов. Полученные результаты показали обоснованность применения указанных методов для решения задачи подбора персонала на замещение вакантных должностей на основе анализа сформированности профессиональных компетенций соискателей. Профессиональные компетенции сформулированы на основании анализа профессиональных и образовательных стандартов для УГСН 27.03.00.

Список литературы

1. Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 06.02.2020) «Об образовании в Российской Федерации», статья 11 «Федеральные государственные образовательные стандарты и федеральные государственные требования. Образовательные стандарты». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?base=LAW&dst=100003&n=140174&req=doc#06556764511740818> (дата обращения: 10.11.2020).
2. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 16.12.2019). [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683 (дата обращения: 13.11.2020).
3. Зеленская М.В., Пронин Е.С. Системный подход при отборе персонала: основные этапы и критерии // Политический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 108. С. 1093–1106.
4. Гапонова О.С., Чилипенко Ю.Ю. Подбор персонала в организации: методологический подход // Проблемы теории и практики управления. 2012. № 2. С. 112–119.
5. Булатова Г.А., Маничева А.С., Оскорбин Н.М. Методы и математические модели управления персоналом: учеб. пособие; АлтГУ. Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2015. 108 с.
6. Бурянина О.А. Разработка профиля должности на основании модели компетенции // Фундаментальные исследования. 2016. № 4 (2). С. 369–373.
7. Громова Л.А., Бавина П.А., Кондрашин А.В. Управление проектированием образовательных программ в рамках требований федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования третьего поколения: учеб. пособие. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2010. 104 с.
8. Галимзянов Х.М., Попов Е.А., Сторожева Ю.А. Формирование и оценка компетенций в процессе освоения образовательных программ ФГОС ВО: научно-методическое пособие. Астрахань: Астраханский ГМУ, 2017. 74 с.