

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КАНДИДАТОВ ПО ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ТРАЕКТОРИЯМ

© А. Ю. Свешников¹✉

¹ Кафедра «Системы автоматизированной поддержки принятия решений»,
artlinden99@gmail.com; ФГБОУ ВО «ТГТУ», Тамбов, Российская Федерация

Ключевые слова: индивидуальная образовательная траектория; компетенции; математическая модель; оптимальное распределение; требования работодателей; рынок труда.

Аннотация: Рассмотрена задача эффективного распределения кандидатов на рынке труда в соответствии с их имеющимися индивидуальными особенностями и требованиями работодателей. Показано построение математических моделей как для обобщенного случая, так и для частных случаев, когда кандидатом выступает абитуриент, выпускник или сотрудник предприятия. Основное внимание уделено ключевым факторам: личностным качествам кандидата, квалификации, опыту и другим характеристикам. Результаты исследования демонстрируют применение предложенных математических моделей, которые направлены на повышение точности подбора высококвалифицированных кадров, удовлетворяющих требованиям работодателя, а также адаптации кандидатов к условиям рынка труда.

Введение

Выбор индивидуальной траектории обучения является одной из актуальных проблем в современном обществе. Каждый человек уникален и обладает личностно-профессиональными качествами, которые определяют его профессиональные склонности. Актуализация знаний, сопровождающаяся непрерывным обучением, является необходимым условием для предприятий, имеющих долгосрочный план развития [1].

Рынок труда предъявляет к кандидатам на трудоустройство профессиональные требования, которые представлены компетенциями [2]. Зачастую наблюдается несоответствие желаемого результата, заявленного работодателями, и сформированных компетенций у выпускников вузов. Поэтому важным фактором является выбор правильного направления подготовки для абитуриентов на этапе самоопределения, который позволит как учесть особенности абитуриента, так и требования работодателя. Такой подход позволит абитуриенту, пройдя успешное обучение, зарекомендовать себя как востребованного специалиста на рынке труда [3, 4].

Развитие кадрового потенциала – стратегическая задача, которая стоит перед представителями рынка труда. Выделим следующие пути решения поставленной задачи:

- подготовка специалистов через систему высшего образования, гарантируя им трудоустройство после окончания обучения;
- развитие компетенций выпускников через программы магистратуры;
- прохождение сотрудниками предприятия курсов повышения квалификации.

Эффективное распределение кандидатов – задача стратегического уровня, представляющая собой процесс определения уровня соответствия соискателей требованиям рынка труда [5, 6]. Актуальность проблемы обусловлена дефицитом кадров, ростом требований к изменяющимся условиям труда, а также экономией ресурсов предприятий.

Представителей кадрового потенциала можно разбить на три ключевые группы:

- абитуриенты;
- выпускники;
- сотрудники предприятий.

При кадровом дефиците, а также вследствие ограниченного времени на поиск сотрудника и желания быстрее закрыть вакансию, велика ошибка найма сотрудника, не удовлетворяющего целевым требованиям работодателя. Изменения условий труда могут быть следствием цифровизации, где следует учитывать не только текущие потребности, но и прогнозировать возможный потенциал к обучению под нужды предприятия [7 – 9]. Неэффективное распределение кандидатов повлечет за собой временные трудозатраты на их поиск и адаптацию, что приведет к снижению производительности предприятия [10].

Цель работы – повышение эффективности распределения кандидатов. В связи с этим возникает необходимость разработки математических моделей для каждой ключевой группы кадрового потенциала, которые позволят оптимизировать процесс принятия решения по отбору индивидуальных образовательных траекторий (**ИОТ**) для кандидатов, по результатам которого будет достигнуто удовлетворение соответствия «требования работодателя равно компетенции соискателя». Также использование математических моделей как основы подсистемы расчетов позволит снизить риски «кадровых ошибок» и оказать поддержку предприятию по стратегическому развитию.

Ожидаемые результаты: повышение количественных показателей, таких как снижение текучести кадров, повышение уровня соответствия кандидата занимаемой должности, получение экономического эффекта в виде сокращения времени на подбор персонала.

Модель распределения кандидатов

Поскольку «кандидат» является собирательным понятием, то необходимо рассмотреть построение как обобщенной математической модели, так и модели частных случаев.

Для формализации математической модели следует ввести ряд обозначений:

$Cand = \{cand_1, cand_2, \dots, cand_N\}$ – кандидаты в количестве N ;

S – абитуриенты;

V – выпускники вузов;

W – сотрудники предприятий;

$$Cand = S \cup V \cup W; \quad (1)$$

$IOT = \{iot_1, iot_2, \dots, iot_M\}$ – множество образовательных траекторий в количестве M .

Индивидуальная образовательная траектория (**ИОТ**) – личностный путь развития потенциала обучаемого, позволяющий учитывать его уникальные интересы, потребности и способности [11– 13]. Индивидуальная образовательная траектория может быть представлена множествами:

- направлений профессиональной подготовки D ;
- программ обучения в магистратуре DM ;

– программ повышения квалификации *KPK*;

$$\{D\} \subset \text{IOT}, \{KPK\} \subset \text{IOT}, \{DM\} \subset \text{IOT}, \quad (2)$$

где $K = \{k_1, \dots, k_p\}$ – множество компетенций в количестве P .

У каждого кандидата $\text{cand}_i \in \text{Cand}$ в определенный момент времени есть набор текущих компетенций ck_i .

Для каждой программы iot_i можно выделить следующие параметры:

– ck_i^{in} – начальный уровень входных компетенций;

– ck_i^{out} – выходные компетенции;

– TC – пропускная способность;

– TO – длительность обучения;

– Δk – прирост компетенций.

Входные компетенции являются основным критерием, который определяют базовые навыки и знания, необходимые для усвоения программы обучения. Выходные компетенции есть результат прохождения обучения по выбранным программам.

Перед работодателями поставлена задача максимизации прироста компетенций кандидата при имеющихся ограничениях.

Таким образом, функцию полезности можно выразить

$$F(c_i, \text{iot}_i) = w_1 \Delta k + w_2 \Psi - w_3 U, \quad (3)$$

где $w_i, i = \overline{1,3}$ – весовые коэффициенты; Ψ – экономическая эффективность; U – риски;

$$\Psi = \frac{\Delta k}{\text{Cost} TO}, \quad (4)$$

где Cost – стоимость.

Функция полезности позволит получить количественную оценку различных альтернатив и определить, какая из них будет эффективнее. Весовые коэффициенты позволяют оценить приоритеты для кандидатов и системы. Цель данной функции заключается в формализации процесса принятия взвешенного решения по выбору траектории обучения, что позволит сделать систему не просто рекомендательной, а оптимизационной, позволяя находить лучшие решения.

Математическая модель распределения абитуриентов

Распределение абитуриентов является частной задачей, в которой анализируется разница между текущим уровнем компетенций и требуемым работодателями уровнем,

$$|TKR - ck_i \geq \varepsilon|, \quad (5)$$

где ε – пороговое значение показателя, TKR – компетентностные требования работодателей.

Работодатель отдаст предпочтение абитуриенту, рассматриваемому целевую подготовку, поскольку данный специалист подойдет предприятию для работы в долгосрочной перспективе. Таким образом, работодатель выберет под свои требования специалиста и, с другой стороны, гарантирует трудоустройство кандидату.

Введем следующие обозначения, необходимые для формализации задачи:

$S = \{s_1, \dots, s_N\}$ – абитуриенты (количество N);

$D = \{d_1, \dots, d_M\}$ – множество направлений профессиональной подготовки (количество M);

$K = \{k_1, \dots, k_P\}$ – элементарные компетенции, связанные с направлениями подготовки (количество P);

$L = \{l_1, \dots, l_Q\}$ – категории интересов (количество Q);

$H = \{h_1, \dots, h_R\}$ – работодатели (профили вакансий) (количество R).

Каждый абитуриент имеет набор индивидуальных характеристик $\{SD\}$:

– SD_A – достижения: представлены результатами ЕГЭ, навыками, полученными на предыдущем этапе обучения, информацией об имеющемся образовании, портфолио (грамоты, дипломы, сертификаты и т.п.);

– SP_A – предпочтения, описывающие интересы и карьерные цели;

– SL_A – личностно-профессиональные качества.

Альтернативами в данном случае являются направления подготовки d_j , каждое из которых включает в себя множество дисциплин $\{Dis\}$. В свою очередь дисциплины формируют у участников образовательного процесса определенный набор компетенций K . Следовательно, каждому направлению профессиональной подготовки можно поставить в соответствие множество компетенций:

$$Dis_{jt} \rightarrow K_{jt}, K_{jt} \subseteq K; \quad (6)$$

$$Dis_{jt} \in d_j. \quad (7)$$

С одной стороны, в процессе обучения выполнение лабораторных, практических и других видов работ влияет на формирование компетенций студента, с другой – работодатель имеет эталонный набор компетенций, который предъявляет при трудоустройстве к кандидату. Тогда интересы абитуриента должны соответствовать компетенциям дисциплины, которые в свою очередь удовлетворят требования работодателя. Исходя из этого, сформулируем следующее логическое выражение:

$(\text{интересы кандидата} \cap \text{интересы, соответствующие дисциплинам}) \cup$
 $\cup (\text{компетенции дисциплин} \cap \text{требования компетенций работодателей}).$

Каждое направление подготовки требует от абитуриентов множество навыков A_j , необходимых для успешного освоения программы:

$$d_j \rightarrow A_j. \quad (8)$$

Таким образом, опираясь на вышеизложенный материал, формализованную запись для описания направлений подготовки представим в следующем виде:

$$d_j = (A_j, \{Dis_{jt}\}, \{K_{jt}\}, DP), \quad (9)$$

где DP – образовательные требования, предъявляемые к кандидату (проходные баллы, полученная квалификация – уровень образования, уровень знаний и др.).

При решении рассматриваемой задачи следует учитывать возможные ограничения:

– количество мест на программу обучения;

– стоимость обучения.

Для дополнения математической модели, характеризующей направления подготовки, введем следующие обозначения:

- PasGrade – проходные баллы;
 - places_b – количество бюджетных мест;
 - places_s – количество платных мест;
 - Cost – стоимость обучения.
- Таким образом, математическую модель можно определить

$$d_j = (A_j, \{Dis_{jt}\}, \{K_{jt}\}, DP, pasGrade, places_b, places_s, Cost). \quad (10)$$

Задача, решаемая на данном этапе, звучит следующим образом.

Пусть имеется набор данных SD , имеющихся у абитуриента. Есть множество направлений D . Требуется найти такое распределение X , позволяющее максимизировать формируемые компетенции кандидата в соответствии с требованиями работодателей. Тогда для решения данной задачи необходимо найти матрицу X размерностью $N \times M$

$$X = [x_{pj}], \quad (11)$$

где $x_{pj} = 1$, если студент s_p зачислен на курс d_j .

В таблице 1 представлены матрицы соответствия, которые позволяют сравнивать интересы абитуриентов, компетенции дисциплин и требования рынка труда.

Оптимальное распределение абитуриентов можно вычислить, используя следующие выражения:

- для оценки компетентностного результата распределения

$$F_p = \sum_{j=1}^M x_{pj} c_j \in R^P, c_j = (c_{j1}, \dots, c_{jp}); \quad (12)$$

- для удовлетворения интересов абитуриента

$$J_p = \sum_{j=1}^M \sum_{q=1}^Q x_{pj} t_{jq} i_{pq}; \quad (13)$$

Таблица 1

Матрицы соответствия между множествами

Матрица	Размерность	Описание	Источник информации для заполнения матрицы
$I = [i_{pq}]$	$N \times Q$	Степень интереса кандидата s_p к категории l_q (0 – нет, 1 – максимум)	На основе анализа анкеты при поступлении
$T = [t_{iq}]$	$M \times Q$	Степень удовлетворения интереса l_q со стороны курса d_j	Формируется из описания дисциплин курса
$C = [c_{ik}]$	$M \times P$	Степень формирования курсом d_j компетенции k_k (0 или 1)	Анализ учебного плана направления
$R = [r_{hk}]$	$R \times P$	Требуемый уровень компетенции k_k работодателем h_h	Анализ требований работодателей

– для соответствия кандидата требованиям работодателя E_p на основе вычисления для каждого работодателя h косинусного сходства

$$S_{ph} = \frac{F_p \times r_h}{\|F_p\| \|r_h\|}, r_h = (r_{h1}, \dots, r_{hp}). \quad (14)$$

Тогда для каждого кандидата получим $E_p = \max_{h \in H} S_{ph}$.

Пусть заданы веса интересов кандидатов и рынка труда:

$$0 \leq \alpha, \quad \beta \leq 1, \quad \alpha + \beta = 1. \quad (15)$$

Тогда задача примет вид задачи целочисленного программирования

$$\max \sum_{p=1}^N (\alpha J_p + \beta E_p) \quad (16)$$

при выполнении ограничений на вместимость курса Cap_j :

$$\sum_{p=1}^N x_{pj} \leq \text{Cap}_j, \forall d_j \in D; \quad (17)$$

$$x_{pj} \in \{0,1\}. \quad (18)$$

Таким образом, описанная выше модель целочисленного программирования формализует задачу оптимального распределения абитуриентов по образовательным траекториям, учитывая имеющиеся ограничения.

Математическая модель распределения выпускников

Вторым частным случаем является задача распределения выпускников, прошедших успешное обучение по выбранным программам профессиональной подготовки и имеющих уже определенный набор сформированных компетенций. Информационный портрет выпускника представлен:

- уровнем образования;
- достижениями, дипломом с приложениями к нему;
- научными работами (статьями и публикациями);
- личностными качествами.

Введем обозначения, необходимые для построения математической модели:

$V = \{v_1, \dots, v_{N_v}\}$ – множество выпускников (количество N_v);

$DM = \{dm_1, \dots, dm_M\}$ – множество профилей обучения в магистратуре (количество M);

K_{DM} – компетенции после обучения;

$K = \{k_1, \dots, k_P\}$ – компетенции выпускника (количество P);

$SL_v = \{sl_1, \dots, sl_Q\}$ – личностные качества (количество Q);

$H = \{h_1, \dots, h_{N_h}\}$ – работодатели (профили вакансий) (количество N_h);

$PD = \{pd_1, \dots, pd_R\}$ – профессиональные достижения (статьи, грамоты и т.п.)

в количестве R .

Задачу распределения выпускников можно сформулировать следующим образом.

Пусть имеется выпускник с характеристиками SL_v и PD . Есть множество актуальных вакансий рынка труда H , характеризующихся требованиями работодателей, а также есть множество программ профессиональной подготовки D , позволяющее повысить имеющиеся компетенции. Необходимо найти распределение $X^* \in \{H, DM\}$ выпускников по вакансиям и программам профессиональной подготовки, которое будет соответствовать желаемому результату выпускника и удовлетворять требования работодателей.

Для случая выбора программы обучения математическая модель примет следующий вид:

$$X = \sum_{m=1}^M w_{DM} g(x_i, q_{DM}), \quad (19)$$

где x_i – вектор характеристик выпускника; q_{DM} – характеристики программы магистратуры dm ; $\sum w_{DM} = 1$.

Аналогично матрицам соответствия для абитуриентов (см. табл. 1) сформулируем матрицы соответствия для выпускников по вакансиям (табл. 2).

При оценке выпускников следует учитывать его достижения:

$pd_v = (pd_{v1}, \dots, pd_{vR})$ – бинарный/весовой вектор наличия публикаций, сертификатов и т.д., а также уровень образования

$$Y_v = \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{array} \right\}. \quad (20)$$

Значение «1» присваивается, если есть образование бакалавриат, «2» – специалитет, «3» – магистратура, «4» – СПО.

Тогда информационный профиль выпускника примет вид

$$DG_v = [C_v, SL_v, pd_v, Y_v]. \quad (21)$$

Введем следующие метрики соответствия кандидата работодателю:

– компетентностное сходство

$$S_{vh}^{(K)} = \frac{c_v R_h}{\|c_v\| \|R_h\|}; \quad (22)$$

Таблица 2

Матрицы компетенций и требований

Матрица	Размер	Описание
$C = [c_{vk}]$	$N_v \times P$	$c_{vk} \in [0,1]$ – степень владения компетенцией k выпускником s
$R = [r_{hk}]$	$N_h \times P$	$r_{hk} \in [0,1]$ требуемый уровень компетенции k работодателем h
$SL_v = [sl_{vq}]$	$N_v \times Q$	Личностные характеристики выпускника
$L_h = [l_{hq}]$	$N_h \times Q$	Желательные soft-skills

– soft-skill сходство

$$S_{vh}^{(L)} = \frac{SL_v L_h}{\|SL_v\| \|L_h\|}; \quad (23)$$

– индекс достижений (взвешенная сумма статей, сертификатов и т.д., заданная коэффициентами $w^{(E)}$):

$$S_v^{(E)} = w^{(E)} pd_v, w^{(E)} \in R_{\geq 0}^R; \quad (24)$$

– сводная оценка соответствия:

$$ER_{vh} = \alpha S_{vh}^{(K)} + \beta S_{vh}^{(L)} + \gamma S_v^{(E)}; \quad (25)$$

$$\alpha + \beta + \gamma = 1. \quad (26)$$

Таким образом, задача распределения выпускников по вакансиям примет следующий вид: пусть $X = [x_{vh}] \in \{0, 1\}^{N_v \times N_h}$ – бинарная матрица назначения («выпускник v принят на вакансию h »). Необходимо найти

$$\max \sum_{v=1}^{N_v} \sum_{h=1}^{N_h} ER_{vh} x_{vh} \quad (27)$$

при выполнении условий:

$$\begin{aligned} \sum_{h=1}^{N_h} x_{vh} &\leq 1 \quad \forall v; \\ \sum_{v=1}^{N_v} x_{vh} &\leq \text{Cap}_h, \quad \forall h; \\ x_{vh} &\in \{0, 1\}. \end{aligned} \quad (28)$$

Данная модель позволяет определить оптимальное распределение по вакансиям, обеспечив максимальное значение целевой функции при строгом соблюдении наложенных ограничений. Таким образом, модель является инструментом для принятия сбалансированных решений при имеющемся ограничении ресурсов.

Математическая модель распределения сотрудников

В связи с совершенствованием технологического процесса часть имеющихся знаний у сотрудников может потерять актуальность [14]. Таким образом, для поддержания должного уровня компетенций работодателям необходимо предусмотреть для сотрудников возможность периодического прохождения курсов и программ, влияющих на уровень компетенций. В данном случае перед работодателями стоит задача максимизации суммарного прироста компетенций сотрудников [15, 16].

Этот процесс похож на процесс обучения, но при особенности того, что у каждого сотрудника уже есть опыт и знания предыдущего обучения. На протяжении жизни человек обучается новым умениям и получает новые знания, развиваясь в определенной профессиональной области, постепенно получая более глубокие и узкоспециальные навыки [17, 18].

Участники данного процесса – сотрудники предприятий с имеющимся набором профессиональных компетенций. Чтобы построить математическую модель, следует ввести обозначения:

- $W = \{w_i\}$ – множество всех сотрудников;
- $WIQ = \{wiq_{iq}\}$ – множество индивидуальных качеств i -го сотрудника;
- $KPK = \{kpk_1, \dots, kpk_o\}$ – множество программ подготовки в количестве o ;
- $Cost^{kpk}_b$ – стоимость обучения по программе подготовки b .

Каждый сотрудник имеет интеллектуальные WI , психологические WPs , а также физиологические WPh качества, образующие совокупность индивидуальных качеств WIQ :

$$WIO = WI \cup WPs \cup WPh. \quad (29)$$

К интеллектуальным качествам относятся аналитические способности, креативность, объем рабочей памяти и т.д. К психологическим качествам относятся добросовестность, коммуникабельность, эмоциональная устойчивость и т.п. Физиологические качества представлены выносливостью, мелкой моторикой, способностью к умственной работе, внимательностью и др.

На момент времени τ каждый сотрудник имеет матрицу компетенций wk_i :

$$WK = [wk]_{N \times K}. \quad (30)$$

Также имеется матрица компетенций, которая формируется по результатам прохождения курсов:

$$K^{KPK} = [k^{kpk}]_{M \times K}. \quad (31)$$

Каждую компетенцию можно характеризовать критерием важности w_i для предприятия.

Тогда каждого сотрудника описывает следующая модель:

$$W = (\{WI\}, \{WPs\}, \{WPh\}, WK). \quad (32)$$

Математическую постановку задачи можно сформулировать так: необходимо найти такое распределение X^* , позволяющее максимизировать прирост компетенций, при имеющихся ограничениях:

- бюджет предприятия на обучение;
- $Cost$ – стоимость программы обучения;
- Cap – вместимость на курс обучения.

Уровень j -й компетенций i -го сотрудника в момент времени τ можно оценить следующим образом:

$$wk_{ij}^\tau = wk_{ij}^{\tau-1}(1-\lambda) + \sum_{c=1}^O k_c^{kpk} y_{ic}, \quad (33)$$

где y – переменная прохождения программы обучения; λ – коэффициент забывания;

$$y = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}. \quad (34)$$

Значение «1» присваивается переменной, если сотруднику назначена программа обучения, в остальных случаях – «0».

Максимизацию прироста компетенций можно вычислить следующей формулой:

$$\sum_{k=1}^K w_k (wk_{ij}^\tau - wk_{ij}^{\tau-1}) \rightarrow \max, \quad (35)$$

где w_k – коэффициент значимости k -й компетенции.

Данный подход позволит обеспечить условия непрерывного развития компетенций у сотрудников организации. Реализованная информационная система станет стратегической платформой развития кадрового потенциала.

Заключение

Разработанные математические модели будут интегрированы в систему поддержки принятия решений по выбору индивидуальной образовательной траектории для кандидатов. Эффективное распределение кандидатов по ИОТ позволит получить экономическую выгоду для предприятия, поскольку даст возможность достигнуть максимального соответствия, с одной стороны, интересов соискателя, с другой – желаемым результатом работодателя. В рамках исследования рассмотрены обобщенная математическая модель для распределения кандидатов, а также частные случаи применения математических моделей – для абитуриентов, выпускников и сотрудников предприятия.

Модель для абитуриентов предполагает распределение по направлениям подготовки в вузе, поскольку здесь наблюдается большой разрыв между желаемым уровнем компетенций и текущим. В данном случае работодатель с учетом своих долгосрочных планов готов обеспечить целевое обучение абитуриента по подобранному направлению подготовки, гарантируя ему трудоустройство после обучения. Таким образом, в рамках образовательного процесса будет подготовлен высококвалифицированный специалист под нужды предприятия без необходимости значительной переподготовки в последующем, а также будут выявлены перспективные кандидаты с учетом не только знаний, но и личностных качеств.

Модель распределения выпускников предполагает поиск такого распределения, которое может быть отнесено либо к вакансии на трудоустройство, либо на программу магистратуры, в зависимости от пожеланий выпускника и уровня соответствия работодателя. Описанная модель и формулы соответствия позволяют объективно оценить уровень готовности выпускника к выполнению профессиональных задач.

Модель оценки профессиональных качеств и карьерного роста для сотрудников описывает максимизацию прироста компетенций, учитывая текущий уровень и долгосрочный потенциал.

Рассмотренные математические модели позволяют формализовать процесс выбора ИОТ как этапа эффективного распределения, а также процесс оценки соответствия желаемому результату работодателя. Для абитуриентов разрабатываемая система поддержки принятия решений позволит выявить потенциал, а также выбрать подходящее направление подготовки, для выпускников – оптимизация трудоустройства и повышение компетенций за счет обучения в магистратуре, а для сотрудников разрабатываемое программное обеспечение позволит повысить текущий уровень компетенций под меняющиеся условия труда.

Список литературы

1. Абрамов, В. И. Цифровая трансформация системы развития и обучения персонала предприятий / В. И. Абрамов, Е. В. Глухова, К. Ю. Семенов // *Лидерство и менеджмент*. – 2023. – Т. 10, № 1. – С. 189–202. doi: 10.18334/lim.10.1.117182
2. Леонова, О. В. Компетентностный подход как способ управления персоналом предприятия военно-промышленного комплекса / О. В. Леонова, О. В. Колосова // *Вестник Тамбовского государственного технического университета*. – 2010. – Т. 16, № 4. – С. 993–1000.
3. Попов, Г. В. Квалиметрические подходы к оценке качества подготовки специалиста / Г. В. Попов, Т. В. Забегалина, Л. И. Назина // *Вестник Тамбовского государственного технического университета*. – 2009. – Т. 15, № 2. – С. 422–428.

4. Шафоростова, Е. Н. Проектирование компетентностной модели выпускника как средство оценки качества обучения / Е. Н. Шафоростова, А. А. Валова // Открытое образование. – 2019. – Т. 23, № 5. – С. 54–63. doi: 10.21686/1818-4243-2019-5-54-63
5. Модели и средства поддержки принятия решений в системах переподготовки кадров предприятия / Р. Г. Асадуллаев, В. В. Ломакин, Ю. Ю. Белоконь [и др.] // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. – 2017. – № 23(272). – С. 148–158.
6. Асанов, А. З. Алгоритм выбора программ повышения квалификации и переобучения соискателей вакансий на основе когнитивных моделей / А. З. Асанов, И. Ю. Мышкина, Л. З. Гумерова // Качество. Инновации. Образование. – 2016. – № 4(131). – С. 21–30.
7. Гитман, М. Б. Оценка уровня сформированности компетенций выпускника вуза / М. Б. Гитман, А. Н. Данилов, В. Ю. Столбов // Открытое образование. – 2014. – № 1(102). – С. 24–31.
8. Данейкин, Ю. В. Проектный подход к внедрению индивидуальной образовательной траектории в современном вузе / Ю. В. Данейкин, О. Е. Калпинская, Н. Г. Федотова // Высшее образование в России. – 2020. – Т. 29, № 8-9. – С. 104–116. doi: 10.31992/0869-3617-2020-29-8-9-104-116
9. Дегтерева, М. Р. Совершенствование системы оценки персонала промышленного предприятия : монография / М. Р. Дегтерева, И. А. Войниченко. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 78 с.
10. Звонников, В. И. Оценка качества результатов обучения при аттестации (компетентностный подход) : учебное пособие / В. И. Звонников, М. Б. Чельшкова. – Москва : Логос, 2012. – 280 с.
11. Икрамов, Н. Р. Индивидуальные образовательные траектории: преимущества, вызовы и пути совершенствования / Н. Р. Икрамов // Вестник Академии знаний. – 2025. – № 1(66). – С. 236–239.
12. Хуторской, А. В. Методика личностно-ориентированного обучения. Как обучать всех по-разному? : пособие для учителя / А. В. Хуторской. – Москва : ВЛАДОС-ПРЕСС, 2005. – 383 с.
13. Климова, А. С. Индивидуальные образовательные траектории аспирантов: принципы проектирования и условия внедрения (на примере технического вуза) / А. С. Климова, Л. Ф. Красинская // Высшее образование в России. – 2021. – Т. 30, № 11. – С. 110–124. doi: 10.31992/0869-3617-2021-30-11-110-124
14. Мортиков, В. В. Управление персоналом в условиях дефицита кадров / В. В. Мортиков // Вопросы управления. – 2022. – № 1(74). – С. 73–86. doi: 10.22394/2304-3369-2022-1-73-86
15. Попов, Г. В. Компетентностная составляющая выпускника / Г. В. Попов, Л. И. Назина, О. С. Никульчева // Актуальная биотехнология. – 2013. – № 2(5). – С. 64–69.
16. Сидорин, А. В. Метод оценки компетенций выпускников вуза и специалистов предприятий / А. В. Сидорин // Интернет-журнал «Науковедение». – 2012. – № 4(13). – 17 с. – URL : <https://naukovedenie.ru/PDF/1vn412.pdf> (дата обращения: 23.12.2025).
17. Смоленцева, Т. Е. Формирование требований к квалификации сотрудников в контексте математической модели кадрового баланса организационных систем / Т. Е. Смоленцева, Р. С. Толмасов // Актуальные проблемы науки и образования в условиях современных вызовов : сборник материалов XIX Международной научно-практической конференции, Москва, 21 марта 2023 года. – Москва : Печатный цех, 2023. – С. 279–283. doi: 10.34755/IROK.2023.72.22.105

18. Шепель, Э. В. Индивидуальные траектории обучения в структуре государственных стандартов образования / Э. В. Шепель // Вестник МГГУ им. М. А. Шолохова. Серия Педагогика и психология. – 2012. – № 3(II). – С. 95–99.

Mathematical Models for Distributing Candidates According to Individual Educational Pathways

© A. Yu. Sveshnikov¹✉

¹ *Department of Automated Decision Support Systems, artlinden99@gmail.com; TSTU, Tambov, Russian Federation*

Keywords: individual educational path; competencies; mathematical model; optimal distribution; employer requirements; labor market.

Abstract: This paper examines the problem of effectively distributing candidates in the labor market according to their individual characteristics and employer requirements. The paper demonstrates the construction of mathematical models for both a general case and specific instances where the candidate is an applicant, a graduate, or an employee. The focus is on key factors: the candidate's personal qualities, qualifications, experience, and other characteristics. The results of the study demonstrate the application of the proposed mathematical models, which are aimed at increasing the accuracy of the selection of highly qualified personnel who meet the requirements of the employer, as well as the adaptation of candidates to the conditions of the labor market.

References

1. Abramov V.I., Glukhova E.V., Semenov K.Yu. [Digital transformation of the enterprise personnel development and training system], *Liderstvo i menedzhment* [Leadership and Management], 2023, vol. 10, no. 1, pp. 189-202. doi: 10.18334/lim.10.1.117182 (In Russ., abstract in Eng.)
2. Leonova O.V., Kolosova O.V. [Competence-based approach as a method of personnel management at a military-industrial complex enterprise], *Transactions of the Tambov State Technical University*, 2010, vol. 16, no. 4, pp. 993-1000. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Popov G.V., Zabegalina T.V., Nazina L.I. [Qualimetric approaches to assessing the quality of specialist training], *Transactions of the Tambov State Technical University*, 2009, vol. 15, no. 2, pp. 422-428. (In Russ., abstract in Eng.)
4. Shafarostova E.N., Valova A.A. [Designing a graduate competency model as a means of assessing the quality of training], *Otkrytoye obrazovaniye* [Open Education], 2019, vol. 23, no. 5, pp. 54-63. doi: 10.21686/1818-4243-2019-5-54-63 (In Russ., abstract in Eng.)
5. Asadullaev R.G., Lomakin V.V., Belokon Yu.Yu. [et al.], [Models and tools for supporting decision-making in enterprise personnel retraining systems], *Nauchnyye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Informatika* [Scientific Bulletin of Belgorod State University. Series: Economics. Informatics], 2017, no. 23(272), pp. 148-158. (In Russ., abstract in Eng.)
6. Asanov A.Z., Myshkina I.Yu., Gumerova L.Z. [Algorithm for selecting programs for advanced training and retraining of job applicants based on cognitive

models], *Kachestvo. Innovatsii. Obrazovaniye* [Quality. Innovations. Education], 2016, no. 4(131), pp. 21-30. (In Russ., abstract in Eng.)

7. Gitman M.B., Danilov A.N., Stolbov V.Yu. [Assessment of the Level of Formation of Competencies of University Graduates], *Otkrytoye obrazovaniye* [Open Education], 2014, no. 1(102), pp. 24-31. (In Russ., abstract in Eng.)

8. Daneykin Yu.V., Kalpinskaya O.E., Fedotova N.G. [Project-Based Approach to the Implementation of an Individual Educational Trajectory in a Modern University], *Vyssheye obrazovaniye v Rossii* [Higher Education in Russia], 2020, vol. 29, no. 8-9, pp. 104-116. doi: 10.31992/0869-3617-2020-29-8-9-104-116. (In Russ., abstract in Eng.)

9. Degtereva M.R., Voynichenko I.A. *Sovershenstvovaniye sistemy otsenki personala promyshlennogo predpriyatiya: monografiya* [Improving the Personnel Assessment System of an Industrial Enterprise: monograph], Moscow: IPR Media, 2020, 78 p. (In Russ.)

10. Zvonnikov V.I., Chelyshkova M.B. *Otsenka kachestva rezul'tatov obucheniya pri attestatsii (kompetentnostnyy podkhod): uchebnoye posobiye* [Assessing the Quality of Learning Outcomes during Certification (Competency-Based Approach): A Tutorial], Moscow: Logos, 2012, 280 p. (In Russ.)

11. Ikramov N.R. [Individual Educational Trajectories: Advantages, Challenges, and Ways to Improve], *Vestnik Akademii znaniy* [Bulletin of the Academy of Knowledge], 2025, no. 1(66), pp. 236-239. (In Russ., abstract in Eng.)

12. Khutorskiy A.V. *Metodika lichnostno-oriyentirovannogo obucheniya. Kak obuchat' vseh po-raznomu?: posobiye dlya uchitelya* [Methodology of Personally-Centered Learning. How to Teach Everyone Differently?: A Teacher's Handbook], Moscow: Vldos-Press Publishing House, 2005, 383 p. (In Russ.)

13. Klimova A.S., Krasinskaya L.F. [Individual educational trajectories of postgraduate students: design principles and implementation conditions (using a technical university as an example)], *Vyssheye obrazovaniye v Rossii* [Higher education in Russia], 2021, vol. 30, no. 11, pp. 110-124. doi: 10.31992/0869-3617-2021-30-11-110-124 (In Russ., abstract in Eng.)

14. Mortikov V.V. [Personnel management in the context of a personnel shortage], *Voprosy upravleniya* [Management Issues], 2022, no. 1(74), pp. 73-86. doi: 10.22394/2304-3369-2022-1-73-86 (In Russ., abstract in Eng.)

15. Popov G.V., Nazina L.I., Nikulcheva O.S. [Competence component of a graduate], *Aktual'naya biotekhnologiya* [Current Biotechnology], 2013, no. 2(5), pp. 64-69. (In Russ., abstract in Eng.)

16. Sidorin A.V. [Method for assessing the competencies of university graduates and enterprise specialists], *Internet-zhurnal "Naukovedeniye"* [Internet journal Naukovedenie], 2012, no. 4(13), pp. 137. available at: <https://naukovedenie.ru/PDF/1vn412.pdf> (accessed 23 December 2025). (In Russ., abstract in Eng.)

17. Smolentseva T.E., Tolmasov R.S. *Aktual'nyye problemy nauki i obrazovaniya v usloviyakh sovremennykh vyzovov: sbornik materialov XIX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Actual problems of science and education in the context of modern challenges: Collection of materials of the XIX International scientific and practical conference], Moscow, March 21, 2023, Moscow: PechatnyyTseh, 2023, pp. 279-283. doi: 10.34755/IROK.2023.72.22.105. (In Russ., abstract in Eng.)

18. Shepel E.V. [Individual Learning Trajectories in the Structure of State Education Standards], *Vestnik MGGU im. M.A. Sholokhova. Seriya Pedagogika i psikhologiya* [Bulletin of the Moscow State University for the Humanities named after M.A. Sholokhov. Series "Pedagogy and Psychology"], 2012, no. 3(II), pp. 95-99. (In Russ., abstract in Eng.)

Mathematische Modelle zur Verteilung von Kandidaten nach individuellen Bildungspfaden

Zusammenfassung: Diese Arbeit untersucht die effektive Verteilung von Kandidaten auf dem Arbeitsmarkt unter Berücksichtigung ihrer individuellen Merkmale und der Anforderungen von Arbeitgebern. Es sind mathematische Modelle für den allgemeinen Fall sowie für spezifische Fälle vorgestellt, in denen der Kandidat ein Bewerber, ein Absolvent oder ein Angestellter ist. Der Fokus liegt auf Schlüsselfaktoren wie den persönlichen Eigenschaften, Qualifikationen, Erfahrungen und weiteren Merkmalen des Kandidaten. Die Ergebnisse der Studie demonstrieren die Anwendung der vorgeschlagenen mathematischen Modelle. Diese zielen darauf ab, die Genauigkeit der Rekrutierung hochqualifizierter Mitarbeiter, die den Anforderungen der Arbeitgeber entsprechen, zu verbessern und die Anpassung der Kandidaten an die Bedingungen des Arbeitsmarktes zu erleichtern.

Modèles mathématiques de la répartition des candidats selon des trajectoires éducatives individuelles

Résumé: Est examinée la question de la répartition efficace des candidats sur le marché du travail en fonction de leurs caractéristiques individuelles et des exigences des employeurs. Est illustrée la construction des modèles mathématiques à la fois pour le cas généralisé et pour les cas particuliers pour un candidat au baccalauréat, un diplômé ou un employé de l'entreprise. L'accent est mis sur les facteurs clés: la personnalité du candidat, la qualification, l'expérience et d'autres caractéristiques. Sont proposés les résultats de l'étude qui démontrent l'application des modèles mathématiques visant à améliorer la précision de la sélection de personnel hautement qualifié répondant aux exigences de l'employeur et à l'adaptation les candidats aux conditions du marché du travail.

Автор: *Свешников Артем Юрьевич* – аспирант кафедры «Системы автоматизированной поддержки принятия решений», ФГБОУ ВО «ТГТУ», Тамбов, Российская Федерация.