

УДК 004.891

DOI: [10.26102/2310-6018/2025.48.1.033](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2025.48.1.033)

Математическая модель построения отраслевой профориентационной системы поддержки принятия решений

А.А. Ступина¹, В.С. Осипов², О.В. Бобылева², Д.А. Яковлев^{1,2}

¹Сибирский федеральный университет, Красноярск, Российская Федерация

²Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, Абакан, Российская Федерация

Резюме. В статье рассматривается проблематика построения отраслевой информационной системы поддержки принятия решений для функционирования в сфере образования и профориентации в условиях ограниченного количества данных. Поддержка принятия решений осуществляется при выборе инженерных профессий и определении склонностей обучающихся к деятельности в инженерно-технической сфере. Для формализации склонностей обучающихся предложены ключевые факторы и оценочные характеристики, позволяющие сделать обоснованные выводы, опираясь на информацию, доступную в рамках цифровой образовательной среды. Факторы представлены с учетом возможности получения их значений с использованием иммерсивных технологий и цифровых образовательных продуктов. В рамках исследования получена обобщенная математическая модель, позволяющая представить выраженность ряда параметров и сопоставить их с дальнейшей профессиональной траекторией обучающегося. Для модели представлены индексы и оценки значимости рассматриваемых параметров при прогнозе, также предложены способы включения в систему поддержки принятия решений различных вариантов оценки выраженности. В группы параметров для модели включены как результаты психологической диагностики, так и результаты образовательной деятельности. Также представлено приложение обобщенной модели к профессии горнодобывающей отрасли на основе проведенных коллективом авторов тестирований, включая опорную группу представителей профессиональной среды.

Ключевые слова: системы поддержки принятия решений, прогнозирование, математическое моделирование, модель данных, цифровая среда, профориентация.

Для цитирования: Ступина А.А., Осипов В.С., Бобылева О.В., Яковлев Д.А. Математическая модель построения отраслевой профориентационной системы поддержки принятия решений. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2025;13(1). URL: <https://moitvivr.ru/ru/journal/pdf?id=1816> DOI: 10.26102/2310-6018/2025.48.1.033

Mathematical model for constructing an industry-specific career guidance decision support system

A.A. Stupina¹, V.S. Osipov², O.V. Bobyleva², D.A. Yakovlev^{1,2}

¹Siberian Federal University, Krasnoyarsk, the Russian Federation

²Khakass State University named after N.F. Katanov, Abakan, the Russian Federation

Abstract. The article addresses the challenges of developing an industry-specific decision support system for education and career guidance in engineering professions under conditions of limited data availability. The system aims to facilitate informed career choices by assessing students' aptitudes for engineering and technical fields. To formalize these aptitudes, the authors propose a set of key factors and evaluation metrics that enable data-driven conclusions using information extracted from digital educational environments. These factors are designed to leverage immersive technologies and digital educational tools for data acquisition. The study introduces a generalized mathematical model that quantifies the manifestation of multiple parameters and aligns them with potential professional

trajectories. The model incorporates weighted indices and significance assessments for predictive analytics, along with methods to integrate diverse evaluation approaches into the decision support framework. Parameters include psychological diagnostics and academic performance metrics. Additionally, the paper demonstrates the application of the generalized model to the mining industry, validated through empirical testing involving a control group of industry professionals. The results highlight the model's adaptability to sector-specific requirements and its capacity to enhance objectivity in career aptitude assessment. This research contributes to the development of scalable, data-informed tools for engineering career guidance, emphasizing the integration of emerging technologies into educational ecosystems.

Keywords: decision support systems, forecasting, mathematical modeling, data model, digital environment, career guidance.

For citation: Stupina A.A., Osipov V.S., Bobyleva O.V., Yakovlev D.A. Mathematical model for constructing an industry-specific career guidance decision support system. *Modeling, optimization and information technology*. 2025;13(1). (In Russ.). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1816> DOI: 10.26102/2310-6018/2025.48.1.033

Введение

Одним из наиболее значимых факторов, отвечающих за развитие отечественной экономики, является наличие кадровых ресурсов. При этом на современном этапе кадровые ресурсы должны, с одной стороны, обладать нужным уровнем профессиональных компетенций, с другой – иметь необходимый уровень мотивации для работы в выбранной отрасли профессиональной деятельности. Одним из ключевых видов деятельности, обеспечивающим сбалансированное достижение описанных выше задач, является профориентационная работа [1].

На современном этапе цифровизации для организации и управления процессом профориентации используются различные цифровые инструменты. Так, для повышения качества профориентационной работы используются профориентационные информационные системы поддержки принятия решений (СППР). Данные системы призваны обеспечить диагностику психоэмоциональных и других особенностей личности пользователей, оказывающих влияние на принятие решений, связанных с профессиональным выбором и предоставить им рекомендации, касающиеся профессионального выбора на различных этапах с учетом требований рынка труда.

Примерами отечественных профориентационных СППР могут служить: система ПРОФИ (в настоящий момент существуют 3 версии системы), программный комплекс Effecton Studio и программный комплекс ColourUnique Pro [2].

В зарубежной практике также предпринимаются активные попытки создания подобных систем. Примерами могут служить: Career Master DSS [3], разрабатываемая в Индии; CAM (Career Advice Model) [4], разрабатываемая в Китае и IBM Watson Career Coach, разработкой которого занимается компания IBM из США. Отдельно следует обратить внимание на систему VRChances [5], которая использует инструменты виртуальной и дополненной реальности для взаимодействия с пользователем.

Данные сравнительного анализ существующих профориентационных СППР приведены в Таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ существующих профориентационных СППР
Table 1 – Comparative analysis of existing career guidance DSS

Критерий	ПРОФИ СППР	Effecton Studio	Colour-Unique Pro	Career Master	CAM	IBM	VR Chances
Функциональность	Диагностика профессиональных склонностей, рекомендации по профессиям	Психологическое тестирование, оценка личности и способностей	Анализ цветовых предпочтений для определения профессий	СППР на основе данных, рекомендации по карьере	Модель советов по карьере, анализ навыков и интересов	Использование искусственного интеллекта для анализа данных и рекомендаций по карьере	Использование VR/AR для погружения в профессию и оценки интересов
Используемые технологии	Классические методы психологического тестирования	Комплексные тесты (батареи) и диагностика	Цветовые тесты, алгоритмы анализа предпочтений	Алгоритмы анализа данных, машинное обучение	Алгоритмы анализа данных, машинное обучение	Искусственный интеллект (IBM Watson), анализ больших данных	Виртуальная и дополненная реальность (VR/AR)
Методы взаимодействия	Интерфейс ПК	ПК и мобильные устройства	ПК и мобильные устройства	Веб-интерфейс	Веб-интерфейс	Веб-интерфейс, мобильное приложение	VR/AR гарнитуры
Доступность	Локальное использование, ограниченная интеграция	Локальное использование, ограниченная интеграция	Локальное использование, ограниченная интеграция	Онлайн-платформа, доступна в Индии	Онлайн-платформа, доступна в Китае	Онлайн-платформа, доступна глобально	Онлайн-платформа с поддержкой VR/AR, доступна глобально
Интеграция с другими системами	Ограниченная	Ограниченная	Ограниченная	Интеграция с образовательными платформами	Интеграция с образовательными и карьерными платформами	Интеграция с корпоративными системами и LinkedIn	Интеграция с образовательными платформами и VR/AR устройствами
Поддержка форматов данных	Ограниченная	Средняя (частичная)	Низкая (ограниченная)	Высокая	Полная	Полная	Средняя

Из представленных данных следует, что разработка профориентационных СППР является актуальной задачей. Попытки ее решения осуществляются специалистами разных стран. Анализ существующих профориентационных СППР показал, что разработчики зарубежных систем, обладая значительным объемом данных о пользователях и профессиях ввиду наличия у продуктов механизмов интеграции с другими платформами и онлайн доступа, активно используют технологии машинного обучения и искусственного интеллекта, что позволяет им предлагать более персонализированные и точные рекомендации.

Отечественные системы ориентированы на использование механизмов психологической диагностики и тестирование, но имеют ограниченную интеграцию с другими платформами и технологиями. Они ограничены в использовании больших объемов данных из-за отсутствия структурированных источников информации в необходимом объеме. Это существенно снижает их точность и адаптивность к

современным требованиям. Они больше подходят для локального использования и традиционных методов профориентации.

В связи с этим, перспективным направлением развития отечественных профориентационных систем является создание отраслевых СППР, основанных на механизмах математического моделирования. Такие системы смогут эффективно функционировать даже при ограниченном объеме данных, обеспечивая высокую точность рекомендаций. Отраслевая специализация позволит оперативно создавать и тестировать прототипы СППР, дающие конкретные, а не общие карьерные рекомендации. Это позволит значительно расширить возможности анализа и повысить качество профориентационных рекомендаций в условиях ограниченных данных.

Таким образом, для повышения конкурентоспособности отечественных СППР необходимо сосредоточиться на разработке систем, способных работать с ограниченными данными, но при этом обладающих высокой точностью за счет использования математического моделирования и интеграции с современными источниками информации.

Материалы и методы

Для выполнения поставленной задачи классические профориентационные СППР используют различные данные о пользователях и методы их обработки. Примерами данных могут служить:

1. Пол, возраст и результаты учебной деятельности пользователя. Для формализации описываемой группы параметров, характеризующей общие сведения о проходящем тестировании обучающемся, возможно представить пол – бинарно, возраст в диапазонах с шагом в год, усредненные оценки по профильным предметам в зависимости от года обучения. Под профильными предметами в настоящий момент подразумеваются математика, информатика, физика.

2. По мнению авторов при рассмотрении и интерпретации ретроспективных и текущих данных о результатах учебной деятельности (оценки) к данной группе параметров следует отнести результаты основного и итогового государственного экзамена, результаты участия пользователя в дополнительных учебных активностях, таких как олимпиады различного уровня.

Также следует учесть параметры, отражающие степень вовлеченности обучающегося в значимую внеурочную активность. В рамках настоящей статьи под такими активностями понимаются участие в профильных олимпиадах, проектной деятельности, а также участие в техническом творчестве посредством кружков или дополнительного образования. Для разрабатываемой модели участие в олимпиадах представлено бинарно, проектная деятельность делится на заочное участие и представление проекта на защиту, участие в кружках характеризуется продолжительностью вовлечения обучающегося [6].

3. Результаты выполнения психодиагностических тестов для определения общих свойств личности. К данным методикам относят тест Айзенка, тест «КОС», Мульти тест, тест MBTI, IQ тест и др. В данной группе насчитывается более 80 различных тестовых методик, которые могут быть использованы.

Однако для целей создания функционального прототипа отраслевой профориентационной СППР авторами предлагается использовать тест Айзенка на определение темперамента, тест механической понятливости Беннета и тест Белбина на роли в команде.

Внедрение теста Айзенка (EPI) в СППР позволяет оценить базовые свойства темперамента, такие как экстраверсия и нейротизм, которые коррелируют с адаптацией к монотонной или стрессогенной инженерной среде. Высокая надежность методики обеспечивает прогноз предрасположенности к индивидуальной или командной работе, что критично для специализаций в области проектирования или эксплуатации технических систем.

Тест Беннета на механическую понятливость предоставляет объективные данные о способности к пространственному мышлению и анализу физико-технических процессов – ключевых компетенций для инженерных специальностей. Методика обладает высокой конвергентной валидностью, подтвержденной корреляцией с успешностью в решении инженерных кейсов.

Тест Белбина выявляет предпочитаемые роли в группе, что оптимизирует распределение задач в проектных командах. Для инженерных профессий, где 80 % проектов реализуются коллаборативно, интеграция данных о ролевых предпочтениях минимизирует конфликты и повышает эффективность коллективной деятельности.

В модели каждый из тестов представлен с соответствующим тесту набором параметров с нормированием используемых шкал.

4. Результаты выполнения профориентационных психодиагностических тестов. Среди наиболее часто используемых общих методик следует выделить методики Д. Голланда, дифференциально-диагностический опросник Е.А. Климова. Авторы согласны с большинством исследователей в вопросе использования отечественных психодиагностических профориентационных методик, разработанных Е.А. Климовым и зарекомендовавших себя как достоверный профориентационный инструмент.

5. Результаты выполнения иммерсивной профессиональной пробы. По результатам выполнения пробы можно оценить мотивационную, деятельностную и когнитивную компоненты. Когнитивная компонента оценивает знания о профессии, представление о рабочих процессах, требования к квалификации и навыкам. Мотивационная компонента показывает изменение субъективного отношения пользователя к виду деятельности и учитывает интерес к профессии, готовность к обучению и развитию, личные цели и ожидания от участия в пробе. Оценка деятельностной компоненты показывает готовность пользователя к совершению осознанных действий для подтверждения профессионального выбора [7, 8].

Важно отметить, что большинство параметров следует оценивать дважды – до и после выполнения профессиональной пробы [9, 10]. Дополнительно в модели может быть учтено время выполнения пробы в сравнении с нормативом. Время выполнения понимаем как время, затраченное на выполнение предполагаемого объема профессиональной пробы. Факт выполнения отмечается программно в иммерсивном продукте. Текущий норматив выполнения профессиональной пробы – 20 минут.

Результаты построения функции принадлежности к диапазону профессиональных компетенций

Обобщив приведенные выше данные, составим математическую модель для построения отраслевой профориентационной СППР, основывающуюся на функции принадлежности, для оценки степени соответствия индивидуальных характеристик индивида требованиям определенных профессий:

$$\varphi(X) = \frac{a}{10} \left(k_1 b + g(X) + k_2 A(X) + k_3 \frac{B(X)}{10} + p_0 D(X) + p C(X) + Be(X) \right) + K(X), \quad (1)$$

где $\varphi(X)$ – функция, определяющая принадлежность значения «диапазону» определенной профессии; X – ученик (исследуемый объект); a – возраст (количество полных лет); b – средняя оценка по профильным предметам;

$$k_1 = \begin{cases} 0,2 \text{ для ученика 5, 6 класса} \\ 0,4 \text{ для ученика 7,8 класса} \\ 0,6 \text{ для ученика 9 класса} \\ 0,8 \text{ для ученика 10 класса} \\ 1 \text{ для ученика 11 класса и старше (студента);} \end{cases}$$

$$g(X) = l_1 + 0,3l_2 + 0,7l_3 + 0,3l_4 + 0,6l_5 + 0,8l_6 + 0,7l_7, \quad (2)$$

где $g(X)$ – функция, отражающая степень вовлеченности обучающегося в значимую внеурочную активность;

$l_i = \begin{cases} 0, \text{ если ученик не участвует в данном виде деятельности} \\ 1, \text{ если ученик участвует в данном виде деятельности} \end{cases}$ – функция достижений (промежуток принадлежности данной функции определяется интервально для каждой профессии на основе проведенных ранее исследований);

l_1 – участие в профильных олимпиадах, l_2 – участие в создании проектов с публичной очной защитой полученных результатов, l_3 – участие в создании проектов с заочной публикацией результатов, l_4 – закончил или в настоящее время обучается на курсах дополнительного образования инженерной направленности до 7 месяцев, l_5 – от 7 месяцев до 12 месяцев, l_6 – от 12 месяцев до 24 месяцев, l_7 – от 24 месяцев;

$A(X)$ – результаты выполнения теста Айзенка, $A(X) = Эк + Н$ (Эк – данные по шкале Экстраверсия / Интроверсия, Н – данные по шкале Нейротизм, если данные по контрольной шкале превышают значение 3, то следует считать полученный результат условно достоверным), из полученных при тестировании данных и рекомендаций по преобладающему типу темперамента для выбранной профессии определяется интервал принадлежности функции $A(X)$ и, исходя из этого, коэффициент $k_2 \in [0; 1]$;

$B(X)$ – результаты выполнения теста Беннета на механическую понятливость;

$$k_3 = \begin{cases} 0, B(X) < 26 \text{ для юношей, } B(X) < 17 \text{ для девушек} \\ 0,3 B(X) \in [26; 32] \text{ для юношей, } B(X) \in [17; 22] \text{ для девушек} \\ 0,6 B(X) \in [33; 38] \text{ для юношей, } B(X) \in [23; 27] \text{ для девушек} \\ 0,9 B(X) \in [39; 47] \text{ для юношей, } B(X) \in [28; 34] \text{ для девушек} \\ 1, B(X) > 47 \text{ для юношей, } B(X) > 34 \text{ для девушек;} \end{cases}$$

$$p(X) = \begin{cases} 0,1 - \text{ж} \\ 0,2 - \text{м} \end{cases} - \text{пол};$$

$o(X)$ – опыт (переменная будет определяться в зависимости от имеющегося опыта ученика в использовании технологий виртуальной реальности $[0; 1]$);

$D(X)$ – результат прохождения иммерсивной профессиональной пробы (промежуток принадлежности данной функции будет определяться интервально для каждой профессии на основе проводимых исследований);

$C(X)$ – функция тестирования мотивационной и деятельностной компоненты:

$$C(X) = \frac{M_k - M_n + D_k - D_n}{2}, \quad (3)$$

M_n, D_n – начальные данные, M_k, D_k – конечные данные функции тестирования мотивационной и деятельностной компоненты (промежуток принадлежности данной

функции будет определяться интервально для каждой профессии на основе проводимых исследований);

$Ve(X) = \sum_{i=1}^8 r_i r$ – результаты выполнения теста Командные роли Белбина, где r_i – коэффициенты, которые определяются для каждой профессии, r – набранный балл по каждой роли;

$K(X) = \sum_{i=1}^4 l_i l$ – результаты выполнения теста Климова, где l_i – коэффициенты, которые определяются для каждой профессии, l – набранный балл по каждой шкале;

Далее представлено применение обобщенной модели к категории профессий горнодобывающей промышленности, в рамках которого проведена верификация методики на примере профессии «Горный мастер». Эмпирической основой для расчета коэффициентов значимости показателей, определяющих степень соответствия индивида профессиональным требованиям, послужили данные психодиагностического тестирования сотрудников горнодобывающих предприятий, занимающих указанную должность. Группа из 39 испытуемых была продиагностирована с использованием тестов Айзенка, Беннета и Белбина. Также испытуемые оценили собственную удовлетворенность профессиональной деятельностью в выбранной области. Применение данного подхода обеспечивает формализацию процесса оценки профессиональной предрасположенности, минимизируя субъективизм традиционных методов отбора.

Сформируем неполную функцию $\varphi_1(X)$ на основе представленных диапазонов для определения принадлежности к профессии «Горный мастер». Для определения диапазонов принадлежности были выбраны референсные значения ответов испытуемых, оценивших уровень собственной удовлетворенности профессиональной деятельностью в выбранной области как высокий и очень высокий. Измерение проводилось с использованием шкалы Лайкерта с градацией «Очень низкий», «Низкий», «Средний», «Высокий» и «Очень высокий»:

$$\varphi_1(X) = k_1 A(X) + k_2 \frac{B(X)}{10} + k_3 K(X) + Ve(X). \quad (4)$$

Из полученных при тестировании данных и рекомендаций по преобладающему типу темперамента для выбранной профессии определяем:

1) коэффициент $k_1 = 1 - \frac{|Эк-15|+|Н-7|}{20}$, рекомендуемый промежуток $k_1 A(X) \in [9; 23]$, если результаты не принадлежат этому промежутку, то считать это слагаемое равным 0;

2) рекомендуемый промежуток $B(X) \in [2; 7]$ – для юношей, $B(X) \in [1,5; 7]$ – для девушек, если результаты не принадлежат этому промежутку, то считать это слагаемое равным 0;

3) $Ve(X) = 0,5 \cdot \left(1 - \frac{|Раб-15|}{15}\right) Раб + 0,3 \cdot \left(\left(1 - \frac{|Рук-10|}{10}\right) Рук + \left(1 - \frac{|Кон-10|}{10}\right) Кон \right) + 0,1 \left(\left(1 - \frac{|Мот-6|}{14}\right) Мот + \left(1 - \frac{|Ген-6|}{14}\right) Ген + \left(1 - \frac{|Ан-9|}{11}\right) Ан + \left(1 - \frac{|Сн-7|}{13}\right) Сн + \left(1 - \frac{|Вд-8|}{12}\right) Вд \right)$ (Раб – значение по шкале Рабочая пчелка; Рук – значение по шкале Руководитель, Кон – значение по шкале Контролер, Мот – значение по шкале Мотиватор, Ген – значение по шкале Генератор идей, Ан – значение по шкале Аналитик, Сн – значение по шкале Снабженец, Вд – значение по шкале Вдохновитель), рекомендуемый промежуток $Ve(X) \in [7,5; 16,5]$, если результаты не принадлежат этому промежутку, то считать это слагаемое равным 0;

4) $K(X) = 0,5 \cdot \left(\left(1 - \frac{|Ч-7|}{7} \right) Ч + \left(1 - \frac{|Т-7|}{7} \right) Т \right) + 0,3 \cdot \left(\left(1 - \frac{|П-5|}{7} \right) П + \left(1 - \frac{|З-5|}{7} \right) З \right) + 0,1 \cdot \left(1 - \frac{|X-4|}{8} \right) X$ (Ч – значение по шкале Человек, Т – значение по шкале Техника, П – значение по шкале Природа, З – значение по шкале Знаковая система, X – значение по шкале Художественный образ), рекомендуемый промежуток $K(X) \in [6,5; 10,5]$, если результаты не принадлежат этому промежутку, то слагаемое равно 0.

Диапазон принадлежности функции $\varphi_1(X)$ для профессии «Горный мастер» будет равным отрезку $[25, 57]$. Если при использовании отраслевой профориентационной СППР результаты пользователя будут принадлежать обозначенному промежутку, то степень общего соответствия пользователя профессии может быть оценена как высокая, и пользователю может быть рекомендовано дальнейшее развитие в рассматриваемой области профессиональной деятельности.

Обсуждение

Таким образом, предложенная математическая модель позволяет эффективно оценивать соответствие индивидуальных характеристик человека требованиям различных профессий в условиях ограниченных данных. Она учитывает достаточный спектр параметров, включая академическую успеваемость, личные интересы и психологические характеристики, имеющие высокую степень влияния в инженерной сфере деятельности. Доработанная модель может предоставлять рекомендации по выбору профессии на основе количественной оценки степени соответствия каждого индивида определенным профессиональным областям.

Для эффективного использования полученной модели необходимо обеспечить ее интеграцию в информационную систему поддержки принятия решений, включенную в единую цифровую образовательную среду. Это позволит формировать рекомендации для создания индивидуальных образовательных траекторий с использованием данных цифрового профиля учащегося.

Заключение

Таким образом, предложенная математическая модель позволяет эффективно оценивать соответствие индивидуальных характеристик испытуемого требованиям инженерных профессий. Она учитывает широкий спектр параметров, включая академическую успеваемость, личные интересы, тип темперамента. Модель может предоставлять рекомендации по выбору профессии на основе количественной оценки степени соответствия каждого индивида определенным профессиональным областям.

При построении модели были рассмотрены различные подходы, а также критерии оценки как компетентностных показателей, так и результатов психологического тестирования, что служит основой для формирования математической модели, которую возможно интегрировать в качестве базы отраслевой профориентационной СППР.

В результате исследования можно сформулировать следующие выводы:

1. Определены метрики, включаемые в отраслевую СППР в сфере инженерной профориентации, которые позволят сделать выводы о возможных перспективах обучающегося в инженерных профессиях.

2. Разработана обобщенная математическая модель, позволяющая на основе ограниченного количества собираемых данных и результатов тестирования, спрогнозировать степень успешности ведения профессиональной деятельности пользователя в инженерно-технической отрасли.

3. Получены результаты применения обобщенной математической модели к профессии «горный мастер» с верификацией результатов посредством обработки материалов тестирования представителей профессионального сообщества, что подтверждает эффективность модели и применимость полученной методики.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Макарова М.Ю. Принципы функционирования информационных систем поддержки профориентации. *Алгоритмы, методы и системы обработки данных*. 2012;(2):44–51.
2. Тарасова Ю.С., Чечин А.В., Андреев В.В. Автоматизация профориентационного тестирования с использованием программного комплекса ColourUnique Pro*. В сборнике: *CPT2019 Международная научная конференция Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета и Научно-исследовательского центра физико-технической информатики: CPT2019 Труды Международной научной конференции, 13–17 мая 2019 года, ЦарьГрад, Россия*. ЦарьГрад: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Научно-исследовательский центр физико-технической информатики; 2019. С. 231–236.
Tarasova Yu.S., Chechin A.V., Andreev V.V. Automatization of vocational guidance testing using the software package ColourUnique Pro*. In: *CPT2019 The International Scientific Conference of The Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering and of The Scientific and Research Center for Information in Physics and Technique: CPT2019 The Conference Proceedings, 13–17 May 2019, TzarGrad, Russia*. TzarGrad: Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, Scientific and Research Center for Information in Physics and Technique; 2019. pp. 231–236. (In Russ.).
3. Balogun V.F., Thompson A.F. Career Master: A Decision Support System (DSS) for Guidance and Counseling in Nigeria. *The Pacific Journal of Science and Technology*. 2009;10(2):337–354.
4. Mundra A., Soni A., Sharma S.K., Kumar P., Chauhan D.S. Decision Support System for Determining: Right Education Career Choice. In: *Computer Networks and Security: International Conference on Communication and Computing (ICC-2014), 12–14 June 2014, Bangalore, India*. 2014. pp. 8–17.
5. Holly M., Weichselbraun C., Wohlmuth F., Glawogger F., Seiser M., Einwallner P., Pirker J. VRChances: An Immersive Virtual Reality Experience to Support Teenagers in Their Career Decisions. *Multimodal Technologies and Interaction*. 2024;8(9). <https://doi.org/10.3390/mti8090078>
6. Simons A., Wohlgenannt I., Zelt S., Weinmann M., Schneider J., Vom Brocke Ja. Intelligence at play: Game-based assessment using a virtual-reality application. *Virtual Reality*. 2023;27(3):1827–1843. <https://doi.org/10.1007/s10055-023-00752-9>
7. Slavova Yo., Mu M. A Comparative Study of the Learning Outcomes and Experience of VR in Education. In: *2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR), 18–22 March 2018, Tuebingen/Reutlingen, Germany*. IEEE; 2018. pp. 685–686. <https://doi.org/10.1109/VR.2018.8446486>
8. Soliman M., Pesyridis A., Dalaymani-Zad D., Gronfula M., Kourmpetis M. The Application of Virtual Reality in Engineering Education. *Applied Sciences*. 2021;11(6). <https://doi.org/10.3390/app11062879>

9. Tanaka E.H., De Almeida L., De Freitas Gouveia G.S., Clerici R.P.S., Alves A.H.F., De Oliveira R.R. A collaborative, immersive, virtual reality environment for training electricians. *Journal on Interactive Systems*. 2023;14(1):59–71. <https://doi.org/10.5753/jis.2023.2685>
10. Zhao J., Lin L., Sun J., Liao Yu. Using the Summarizing Strategy to Engage Learners: Empirical Evidence in an Immersive Virtual Reality Environment. *The Asia-Pacific Education Researcher*. 2020;29(5):473–482. <https://doi.org/10.1007/s40299-020-00499-w>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ступина Алена Александровна, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой цифровых технологий управления, Сибирский федеральный университет, Красноярск, Российская Федерация.
e-mail: AStupina@sfu-kras.ru
ORCID: [0000-0002-5564-9267](https://orcid.org/0000-0002-5564-9267)

Alena A. Stupina, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department of Digital Management Technologies, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, the Russian Federation.

Осипов Вячеслав Сергеевич, аспирант, Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, Абакан, Генеральный директор ООО «Цифровые образовательные решения», Российская Федерация.
e-mail: osipowvs@gmail.com
ORCID: [0009-0005-6896-4433](https://orcid.org/0009-0005-6896-4433)

Vyacheslav S. Osipov, Postgraduate, Khakass State University named after. N.F. Katanov, Abakan, General Director of Digital Educational Solutions LLC, the Russian Federation.

Бобылева Оксана Владимировна, кандидат физико-математических наук, доцент, Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, Абакан, Российская Федерация.
e-mail: bobyleva_ov@khsu.ru
ORCID: [0000-0001-8713-3399](https://orcid.org/0000-0001-8713-3399)

Oksana V. Bobyleva, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Khakass State University named after. N.F. Katanov, Abakan, the Russian Federation.

Яковлев Дмитрий Александрович, старший преподаватель кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем, Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, Абакан, Российская Федерация.
e-mail: jakovlev_d_al@mail.ru
ORCID: [0009-0008-5568-4899](https://orcid.org/0009-0008-5568-4899)

Dmitry A. Jakovlev, Senior Lecturer of the Department of Computer Software and Automated Systems, Khakass State University named after N.F. Katanov, Abakan, the Russian Federation.

Статья поступила в редакцию 07.02.2025; одобрена после рецензирования 13.03.2025; принята к публикации 18.03.2025.

The article was submitted 07.02.2025; approved after reviewing 13.03.2025; accepted for publication 18.03.2025.