

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

INFORMATION TECHNOLOGIES IN EDUCATIONAL ACTIVITIES

Научная статья
УДК 004.021
<https://doi.org/10.24143/2072-9502-2026-3-111-122>
EDN LVNVSQ

Поддержка принятия решений в рекомендательной системе выбора образовательной траектории с применением метода анализа иерархий

Артём Юрьевич Свешников

*Тамбовский государственный технический университет,
Тамбов, Россия, saprwebtech@yandex.ru*

Аннотация. В современном мире вопрос развития компетенций, удовлетворяющих рынку труда, охватывает все этапы профессионального развития, начиная от самоопределения и выбора правильного направления подготовки, заканчивая периодическим обучением специалистов предприятий, поскольку со временем часть знаний устаревает, в связи с чем возникает необходимость повышения квалификации, а иногда и переподготовки. Высшие учебные заведения становятся базовым звеном, отвечающим за формирование компетенций. У абитуриентов, не прошедших этап самоопределения, возникает сложность выбора направления подготовки при поступлении в вуз. Многообразие направлений подготовки в вузе порождает у абитуриентов неопределенность и эмоциональное напряжение. В такой ситуации зачастую происходит случайный выбор пути обучения, что впоследствии может привести к снижению уровня вовлеченности в учебный процесс, а также к высокой вероятности отчисления из-за неуспеваемости. Подробное описание каждого направления подготовки представлено в методических документах, изучение которых представляет собой трудоемкий процесс для людей, поступающих в вуз впервые. Решить данную проблему поможет математическое моделирование. Рассматривается возможность применения метода анализа иерархий для решения задачи поддержки принятия решений по выбору индивидуальной образовательной траектории (ИОТ), которая позволит обеспечить соответствие интересов у будущих студентов компетенциям направления подготовки. В качестве альтернатив для ИОТ были рассмотрены направления подготовки, участвующие при выборе абитуриентом. Приведена иерархическая схема, состоящая из трех уровней: цель, критерии и альтернативы. Также приведены результаты расчетов парных сравнений и обоснование выбора лучшей траектории.

Ключевые слова: достижения, компетенции, метод анализа иерархий, образовательная траектория, принятие решений, цифровое портфолио

Благодарности: автор благодарит руководителя научного проекта А. Д. Обухова, доктора технических наук, профессора кафедры «Системы автоматизированной поддержки принятия решений» ФГБОУ ВО «ПГТУ» за организацию научно-исследовательского процесса.

Для цитирования: Свешников А. Ю. Поддержка принятия решений в рекомендательной системе выбора образовательной траектории с применением метода анализа иерархий // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2026. № 3. С. 111–122. <https://doi.org/10.24143/2072-9502-2026-3-111-122>. EDN LVNVSQ.

Original article

Supporting decision-making in a recommendation system for choosing an educational trajectory using the method of hierarchy analysis

Artem Yu. Sveshnikov

Tambov State Technical University,
Tambov, Russia, saprwebtech@yandex.ru

Abstract. In the modern world, the issue of developing competencies that meet the labor market is acute. This issue covers all stages of professional development, starting from self-determination and choosing the right training area, ending with periodic training of enterprise specialists, since some of the knowledge becomes obsolete over time. In this regard, there is a need for advanced training, and sometimes retraining. Today, higher education institutions are an important part of modern society. They are the basic link responsible for the formation of competencies. Applicants who have not passed the stage of self-determination have difficulty choosing a course of study when applying to a university. The wide variety of areas of study at the university creates uncertainty and emotional tension among applicants. In such a situation, there is often a random choice of the learning path, which can subsequently lead to a decrease in the level of involvement in the learning process, as well as the likelihood of expulsion due to academic failure. A detailed description of each area of training is provided in the methodological documents: curricula and work programs of disciplines, the study of which is a laborious process. Mathematical modeling can help solve this problem. This paper considers the possibility of applying the hierarchy analysis method to solve the problem of decision support for the selection of an individual learning trajectory (IOT). Such a learning trajectory will ensure that the interests of future students correspond to the competencies of the training area. As alternatives for IOT, the areas of study involved in the applicant's choice were considered. A hierarchical scheme is presented, consisting of three levels: goal, criteria and alternatives. The results of calculations of pairwise comparisons and the rationale for choosing the best trajectory are also presented.

Keywords: achievements, competencies, analytic hierarchy process, educational trajectory, decision making, digital portfolio

Acknowledgments: the author thanks the head of the scientific project, A. D. Obukhov, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Automated Decision Support Systems at TSTU for organizing the research process.

For citation: Sveshnikov A. Yu. Supporting decision-making in a recommendation system for choosing an educational trajectory using the method of hierarchy analysis. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Management, computer science and informatics*. 2026;3:111-122. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2072-9502-2026-3-111-122>. EDN LVNVSQ.

Введение

В настоящее время большое внимание уделяется инженерным специальностям, поскольку специалисты данной направленности вносят существенный вклад в развитие экономической составляющей государства. С каждым годом на рынке труда возрастают требования, предъявляемые к профессиональной подготовке соискателей. Актуальной проблемой является трудоустройство выпускников университетов после освоения программы подготовки и получения определенного набора компетенций [1]. При традиционном подходе к выбору индивидуальной образовательной траектории (ИОТ) к существенным недостаткам можно отнести отсутствие комплексного учета индивидуальных особенностей и имеющихся достижений. Индивидуальная образовательная траектория подразумевает максимальное соответствие компетенций кандидата требованиям работодателя/университета, что является важным условием повышения эффективности функционирования рекомендательной системы [2].

В работах [3, 4] приводится описание попытки

реализации ИОТ на направлении «Прикладная математика, современное программирование и искусственный интеллект». Суть данной реализации заключается в том, что с начала второго семестра первого курса предусмотрена возможность формирования групп для углубленного изучения тех или иных предметов. Такой отбор происходит на конкурсной основе: учитываются баллы, указанные при поступлении, результаты экзаменационной сессии, достижения и собеседование. В зависимости от полученных оценок студенты снова проходят рейтинговый отбор по результатам весенних сессий на 1 и 2 курсах. Затем вычисляется средний балл, который не должен быть меньше порогового значения [3]. В случае невыполнения данного условия студент возвращается в стандартную группу или на другую специальность. Данная процедура выполняется после каждой сессии. Таким образом, за счет персонализированного подхода в настройке учебных планов можно добиться высокого качества подготовки будущих специалистов.

Анализ данного опыта показывает сложный многоуровневый и многокритериальный механизм формирования ИОТ, который содержит ряд трудностей:

- субъективность оценок: непрозрачность процедуры ранжирования, собеседования и оценки имеющихся достижений;

- вычислительная сложность: ручной подсчет проходных баллов, отсутствие автоматизированного прогнозирования, отсутствие динамики изменения показателей;

- высокие затраты на обработку разнородных данных: анализ портфолио и иных материалов о достижениях выполняется экспертом вручную, что может занимать от одного до нескольких часов на человека, не позволяя оперативно обрабатывать большие объемы заявок;

- ограниченный учет индивидуальных особенностей: на практике зачастую учитывается лишь ограниченный набор формальных критериев (баллы, количество сертификатов), в то время как когнитивные предпочтения, мотивационные стимулы и имеющиеся дефициты компетенций остаются за пределами анализа.

Актуальность проблемы

Следует отметить, что профессиональное образование должно удовлетворять кадровые потребности промышленных предприятий, эффективно использовать финансовые ресурсы (государственные, корпоративные, личные средства обучающихся), а также своевременно адаптировать содержание и формы подготовки к изменениям требований рынка труда, что предполагает оперативный пересмотр образовательных программ и методов обучения с учетом актуальных запросов работодателей [5, 6].

Проблематика, описываемая в работе, касается не столько поддержки выбора глобальной «большой» группы профессий (не выбор между юридическими, экономическими науками или врачебным делом), сколько поддержки в выборе среди многообразия соседствующих специальностей. В качестве наглядного примера рассмотрим направления подготовки ИТ-области.

Согласно Приложению № 2 к приказу Министерства науки и высшего образования РФ № 169 от 25 февраля 2025 г. в перечень специальностей и направлений подготовки высшего образования, отнесенных к ИТ-направлениям, внесено 23 специальности [7]. Абитуриенту, в силу опыта не сильно знакомому со структурой образования РФ, многие из этих специальностей могут показаться очень похожими. Основной проблемой является высокая степень пересечения компетенций между ИТ-направлениями. Следовательно, у абитуриента, которому представлено на выбор 23 ИТ-направления подготовки, резко снизится вероятность успешного принятия решения из-за имеющихся семантически близких названий, что приведет к информационной избыточности. По причине того, что названия

многих дисциплин, структура рабочих программ дисциплин (РПД) и учебных планов не всегда бывают ясны и прозрачны, абитуриент может не увидеть различий между такими направлениями подготовки, как, например, «Информатика и вычислительная техника» (09.03.01), «Информационные системы и технологии» (09.03.02), «Прикладная информатика» (09.03.03) и «Программная инженерия» (09.03.04).

При работе с абитуриентами приемная комиссия не всегда уделяет достаточное внимание анализу портфолио абитуриента из-за высокой загруженности. С другой стороны, подобный анализ неструктурированной информации (грамот, дипломов и сертификатов о различных курсах) может выявить, например, наличие повышенного интереса именно к технологиям виртуальной реальности путем выявления следующих факторов:

- наличие призовых мест в конкурсах, связанных с виртуальной реальностью, в то время как конкурсы, связанные с классическим программированием, ограничиваются участием лишь в отборочных этапах;

- участие в конкурсах по выбранной тематике (виртуальная реальность) не только в своем городе, что указывает на дополнительный интерес и прилагаемые усилия по выбранному направлению. Участие в менее интересных конкурсах для абитуриента обычно ограничивается отборочным этапом в его городе, т. к. требует гораздо меньше усилий, чем поездка в другой регион.

Данный интерес должен учитываться как желаемая компетенция и сопоставляться с дисциплинами, преподаваемыми на конкретной специальности. Концентрация конкретной компетенции в специальности проверяется с помощью как мнения экспертов (преподавателей, работающих с данными дисциплинами), так и вхождениями этой компетенции в каждую лабораторную работу и тему, расписанную в РПД.

Таким образом, возникает необходимость разработки автоматизированной системы, которая обеспечит максимальное соответствие интересов абитуриента направлениям его подготовки.

Целью данной работы является разработка программного комплекса, обеспечивающего поддержку принятия решений многокритериальной задачи на основе комплексной оценки информационного профиля кандидата.

Для решения поставленной задачи было принято решение использовать разработанный Томасом Саати метод анализа иерархий [8].

Методология математического аппарата

Процесс выбора направления подготовки представляет собой многокритериальную оптимизационную задачу при ограничениях (например, временных или финансовых).

В основе метода анализа иерархий (МАИ) лежит иерархический подход, который заключается в построении структуры с последующим попарным сравнением элементов на каждом уровне. Данный метод состоит из следующих этапов:

1. Построение иерархической структуры. На данном этапе осуществляется декомпозиция проблемы. На первом уровне определяется цель, затем выбираются критерии, подкритерии и альтернативы.
2. Вычисление попарных сравнений. Здесь осу-

ществляется оценка важности между элементами.

3. Расчет относительных весов – определяются векторы приоритетов для каждого уровня.

4. Проверка согласованности – оценка непротиворечивости суждений.

5. Получение результатов.

Иерархическая модель системы поддержки принятия решений (СППР) по выбору ИОТ представлена на рис. 1.

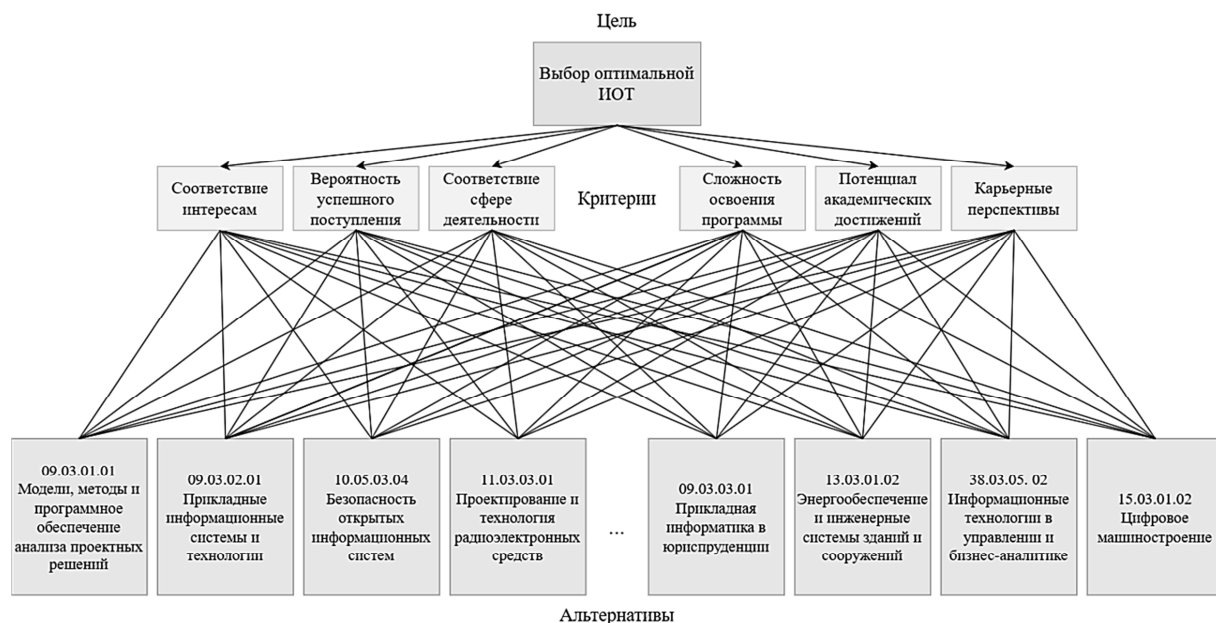


Рис. 1. Графическое изображение модели МАИ для системы по выбору ИОТ

Fig. 1. Graphical representation of the MAI model for the IOT selection system

На первом уровне располагается цель. Целью выступает выбор оптимальной индивидуальной образовательной траектории. На следующем уровне

располагаются критерии. Описание используемых в работе критериев представлено в табл. 1.

Таблица 1

Table 1

Критерии для метода МАИ

Criteria for the MAI method

Критерий	Описание
Соответствие интересам	Насколько имеющиеся у кандидата компетенции соответствуют компетенциям профильных дисциплин
Вероятность успешного поступления	Рассчитывается на основе академических показателей пользователя системы (баллы ЕГЭ, оценки аттестата, приложения диплома с оценками)
Соответствие сфере деятельности	Насколько интересующая сфера деятельности кандидата соответствует ИОТ
Сложность освоения программы	Сложность образовательной программы (совокупность и интерпретация данных о соотношении количества поступивших к количеству успешно выпустившихся с анализом информации о баллах поступивших)
Потенциал академических достижений	Анализ портфолио, вычисление имеющихся компетенций
Карьерные перспективы	Перспективы карьерного роста

Последний уровень – альтернативы. Альтернативами выступают образовательные программы.

Для попарных сравнений формируется матрица $A = \{a_{ij}\}$, которая отражает оценку степени значимости одного критерия над другим. Для вычисления значений элементов матрицы A используется формула

$$a_{ij} = 1, \quad i = j; \quad (1)$$

$$a_{ij} = 1 / a_{ji}, \quad \text{если } i \neq j, \quad (2)$$

где a – элемент матрицы сравнений; i – номер строки; j – номер столбца.

В результате попарного сравнения диагональные элементы матрицы примут значения, равные 1, поскольку элементы будут сравниваться между собой. Затем происходит расчет весовых коэффициентов w . Для этого необходимо вычислить значения среднего геометрического g для каждой i -й строки матрицы A по формуле

$$g_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}, \quad (3)$$

где n – количество элементов в матрице (число сравниваемых критериев).

Весовые коэффициенты рассчитываются как от-

ношение среднего геометрического на суммарную величину средних геометрических:

$$w_i = \frac{g_i}{\sum_{i=1}^n g_i}. \quad (4)$$

На следующем шаге находится максимальное собственное значение $\lambda_{\max}$ как сумма произведений следующих элементов: суммы значений по каждому столбцу и значения весового коэффициента:

$$\lambda_{\max} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n a_{ij} w_i. \quad (5)$$

Также в МАИ необходимо произвести расчет индекса согласованности (ИС) и отношения согласованности (ОС). Для расчета ОС необходимо получить значение индекса случайной согласованности (СС). Для расчета этих показателей следует воспользоваться представленными ниже формулами:

$$\text{ИС} = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1); \quad (6)$$

$$\text{ОС} = \text{ИС} / \text{СС}. \quad (7)$$

Коэффициент СС выбирается из таблицы коэффициентов (табл. 2).

Таблица 2

Table 2

Значения коэффициентов

Coefficient values

Размер матрицы n	Значение СС
1	0
2	0
3	0,58
4	0,9
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49
11	1,51

Полученное значение должно быть меньше 0,10. Это означает, что матрица попарных сравнений является согласованной. После этого можно определять значения глобальных приоритетов. Если коэффициент СС больше 0,10, необходимо пересмотреть матрицу сравнений.

По данному алгоритму выполняется попарное сравнение по каждому критерию для каждой альтернативы.

Реализация алгоритма принятия решений

Рассмотрим описанную в данной работе проблему на конкретном примере. Имеется абитуриент М, которому по результатам выпускных экзаменов (математика – 82 балла, русский язык – 92

балла, информатика – 62 балла) приемная комиссия рекомендует рассмотреть следующие направления подготовки: «Информатика и вычислительная техника» (09.03.01), «Информационные системы и технологии» (09.03.02), «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (11.03.02) и «Мехатроника и робототехника» (15.03.06).

Для реализации подсистемы принятия решений были использованы такие источники данных, как:

- анкетирование – с использованием web-интерфейса для получения сведений об академических показателях, интересах;

- цифровое портфолио – анализ загруженных в систему документов (грамот, дипломов, сертификатов) [9];

– база данных образовательных программ.

После получения всех данных от пользователя на первом этапе происходит отбор образовательных программ, которые подходят для дальнейшего анализа, а именно по вступительным предметам, которые пользователь сдавал для поступления и выбора направления подготовки, а также по баллам ЕГЭ. Таким образом, можно отсеять образовательные программы, которые не удовлетворяют вступительным предметам и проходным баллам. После того как были подготовлены образова-

тельные программы для анализа путем отсекаания заведомо неудовлетворяющих, осуществляется переход непосредственно к выполнению МАИ.

Матрица попарных сравнений является фундаментом МАИ, позволяя вычислить количественную оценку важности критериев. Данная матрица имеет размерность $N \times N$, где N – количество сравниваемых элементов.

Алгоритм, ядром математического аппарата которого является МАИ, представлен на рис. 2.

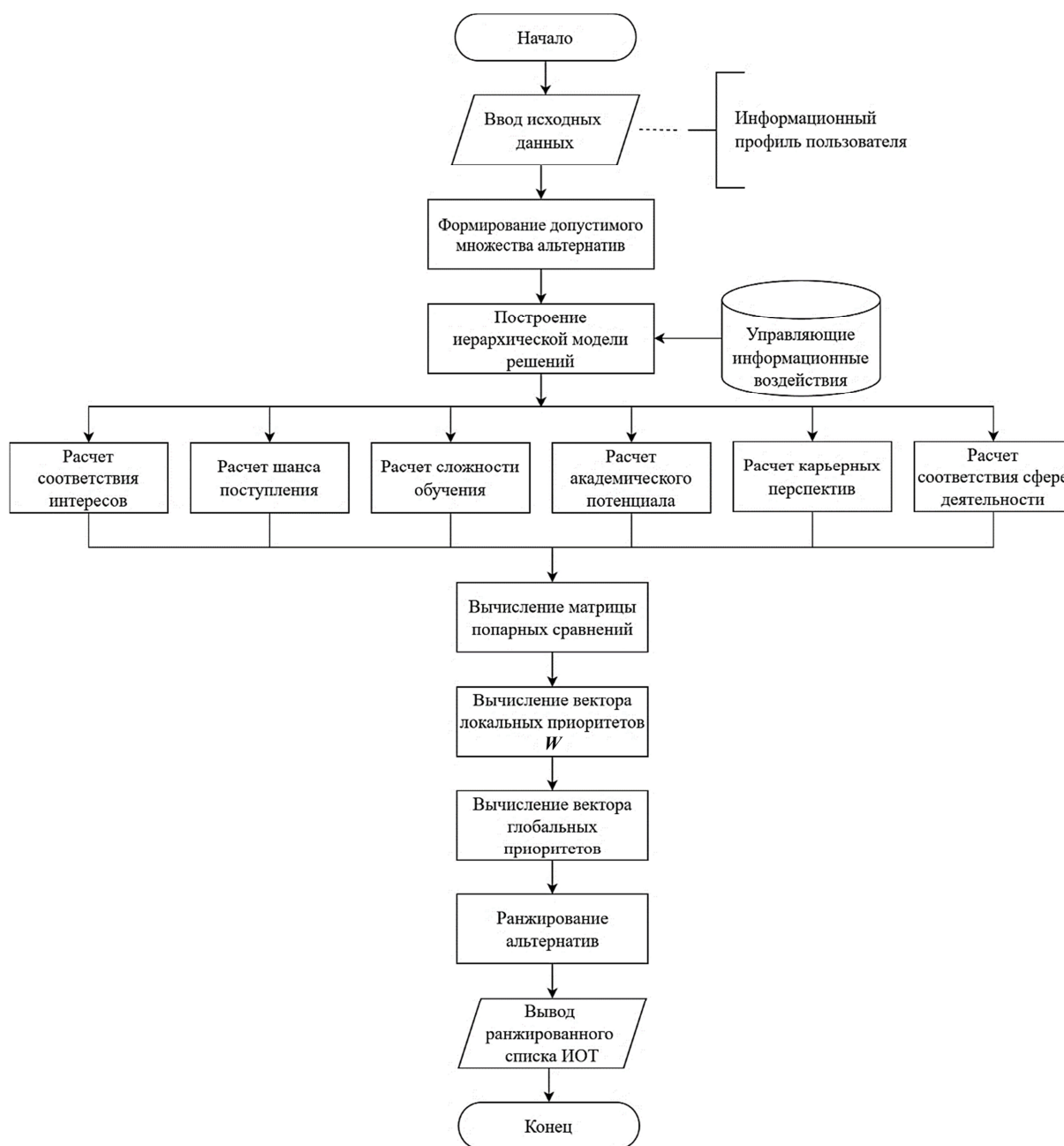


Рис. 2. Алгоритм принятия решений на основе метода анализа иерархий

Fig. 2. Decision-making algorithm based on hierarchy analysis method

Рассмотрим попарное сравнение альтернатив по критериям.

Критерий 1 (K1) – соответствие интересам. В данном сравнении используются интересы, введенные в форме анализа пользователем, с характеристиками, отражающими компетенции по каждой дисциплине анализируемого направления подготовки. Для определения степени соответствия интересов кандидата программам подготовки была использована метрика «косинусное сходство»:

$$\cos(x) = \frac{SP_C DC}{\|SP_C\| \|DC\|},$$

где SP_C – вектор интересов кандидата; DC – вектор характеристик направления.

Косинусное сходство – мера сходства двух векторов, которая отражает косинус угла между ними [10]. Значение данного сходства варьирует от 0 до 1. Значение «1» свидетельствует об идеальном соответствии, т. е. полном совпадении. Значение «0» говорит об отсутствии связи – перпендикулярность векторов. Чем больше рассчитанное значение, тем выше сходство.

В основе сравнения интересов лежит комбинированный подход, сочетающий в себе такой подход, как косинусное сходство, а также комбинированный анализ важности (TF - IDF). TF - IDF позволяет преобразовать текстовую информацию в числовую, необходимую для осуществления анализа. Векторизация при помощи TF - IDF позволяет определить вес каждого элемента массива интересов. В основе подсчета веса лежит частота его встречаемости, что позволяет понизить вес часто встречаемых элементов [10]. За частоту встречаемости слова отвечает компонент TF . Так, например, для интересов пользователя «моделирование, программирование, алгоритмы, разработка» будет определена следующая частота TF (безразмерная величина) как отношение количества отдельных слов коллекции к общему числу слов в коллекции компетенций:

- $TF(\text{«моделирование»}) = 1/4 = 0,25$;
- $TF(\text{«программирование»}) = 1/4 = 0,25$;
- $TF(\text{«алгоритмы»}) = 1/4 = 0,25$;
- $TF(\text{«разработка»}) = 1/4 = 0,25$.

За редкость слова во всей коллекции отвечает компонент IDF по формуле [11]

$$IDF(x) = \log(N / DF(x)),$$

где N – количество коллекций компетенций; DF – частота компетенций; x – компетенция.

Глобальная формула расчета компонента TF - IDF выглядит следующим образом:

$$w(x, y) = TF(x, y) IDF(x),$$

где y – профиль пользователя.

Следовательно, весовой коэффициент примет мак-

симальное значение при максимальном значении TF и высоком значении IDF .

Интересы кандидата извлекаются из полученной структуры данных от пользователя путем взаимодействия через интерфейс программного продукта. Слова, характеризующие направления подготовки, извлекаются из базы данных «educational_programs.db». Полученная текстовая информация проходит следующие этапы обработки:

- преобразование в нижний регистр;
- удаление стоп-слов (союзы, предлоги).

После обработки текстовой информации создается упорядоченный список из уникальных слов, который впоследствии преобразуется в вектор многомерного пространства для расчета косинусного сходства.

Критерий 2 (K2) – вероятность успешного поступления. После проведения семантического анализа интересов производится расчет вероятности поступления для каждого анализируемого направления подготовки. В основе данного расчета лежат академические показатели, которые играют ключевую роль. Необходимо оценивать не только проходные баллы, но и соответствие профильных предметов, которые были сданы. Вероятность поступления определяется как взвешенная сумма баллов ЕГЭ к минимальным проходным баллам прошлых лет, которые извлекаются из БД. Данный механизм используется вместо жестких рамок «проходит / не проходит». В данном случае осуществляется плавный переход, который позволяет оценить степень принадлежности к прохождению.

Критерий 3 (K3) – соответствие сфере деятельности. Значения о сфере деятельности по каждому направлению подготовки хранятся в БД. Пользователь, в свою очередь, вносит данную информацию через пользовательский интерфейс, отмечая те сферы деятельности, которые ему интересны.

Критерий 4 (K4) – сложность освоения программы. Значения по данному критерию являются результатом оценки экспертов и хранятся в БД.

Критерий 5 (K5) – потенциал академических достижений. Является результатом анализа загруженных пользователем подтвержденных достижений (грамот, сертификатов, дипломов) через web-интерфейс. После того как файлы будут загружены, они поступают в подсистему обработки данных, механизм которой осуществляет распознавание разноформатных файлов (PDF или любых изображений (JPEG, PNG)) с применением технологии компьютерного зрения [12]. Реализованный механизм позволяет осуществить семантический анализ, а также извлечь ключевые токены для последующей классификации. В основе семантического анализа лежит механизм компьютерного зрения Tesseract-OCR [12, 13]. Для извлечения ключевых данных из файлов была использована многопоточность (до 8 одновременных потоков),

что позволило сократить время анализа. Основными извлекаемыми критериями являются предмет, занимаемое место, год. На основе полученных данных рассчитываются взвешенные баллы, учитывая давность достижения, с последующей агрегацией и выделением 3-х лидирующих предметов по набранным баллам. Затем происходит сравнение по каждому направлению подготовки на наличие имеющихся подтвержденных компетенций с последующим суммированием взвешенной суммы найденного достижения.

Для работы с файлами достижений были определены словари категорий по сферам деятельности, состоящие из пары «сфера деятельности : массив ключевых слов», а также словарь словоформ ключевых слов. Также был определен словарь SCORES, содержащий значения баллов по занимаемым местам. В результате работы с загружаемыми файлами формируется таблица значений, которая содержит следующую информацию:

- *subject* – название предмета;
- *place* – место;
- *year* – год достижения;
- *base_score* – результат определяется по занятому месту из словаря SCORES (базовый балл);
- *recency_weight* – весовой коэффициент давности, рассчитывающийся как результат экспоненци-

ального затухания по формуле

$$recence_weight = e^{-0.15 * (now_year - year)},$$

где *now_year* – текущий год; *year* – год достижения.

Таким образом, если достижение было получено в текущем году, весовой коэффициент давности примет значение 1.

После обработки загруженных файлов и получения таблицы значений необходимо осуществить агрегацию. Процесс агрегации выполнялся по предметам («subject»). Для этого были определены следующие параметры:

- *doc_count* – число документов, содержащих данный предмет;
- *sum_base_score* – сумма базовых баллов;
- *sum_weighted_score* – сумма взвешенных баллов;
- *avg_weighted_score* – среднее значение взвешенного балла.

Критерий 6 (K6) – карьерные перспективы. Также рассчитываются экспертом и хранятся в БД (значения от 1 до 5).

По формулам (1)–(7) был осуществлен расчет попарных сравнений и рассчитан вектор глобальных приоритетов. Результаты метода анализа иерархий представлены в табл. 3 (все значения являются безразмерными).

Таблица 3

Table 3

Попарное сравнение критериев

Pairwise comparison of criteria

Критерий	K1	K2	K3	K4	K5	K6	w
K1	1	7	1	7	5	9	0,4
K2	0,14	1	0,2	1	0,33	3	0,06
K3	1	5	1	5	3	7	0,31
K4	0,14	1	0,2	1	0,33	3	0,06
K5	0,2	3	0,33	3	1	7	0,14
K6	0,11	0,33	0,14	0,33	0,14	1	0,03

Сумма весовых коэффициентов $w(K1)–w(K6)$ равна 1. Полученную матрицу решений можно считать согласованной, а рассчитанные весовые коэффициенты корректными, поскольку отношение согласованности, равное 0,04, меньше 0,10.

Далее проводится попарное сравнение альтернатив. Рассмотрим на примере альтернатив A1–A4

(табл. 4–9):

- A1: информатика и вычислительная техника;
- A2: информационные системы и технологии;
- A3: инфокоммуникационные технологии и системы связи;
- A4: мехатроника и робототехника.

Таблица 4

Table 4

Попарное сравнение альтернатив A1–A4 по критерию K1

Pairwise comparison of A1-A4 alternatives according to the K1 criterion

K1	A1	A2	A3	A4	w
A1	1	9	9	9	0,68
A2	0,11	1	1	1	0,24
A3		0,11	1	0,5	0,03
A4			2	1	0,05

Таблица 5

Table 5

Попарное сравнение альтернатив A1–A4 по критерию K2

Pairwise comparison of alternatives A1-A4 according to criterion K2

K2	A1	A2	A3	A4	w
A1	1	1	1	1	0,25
A2					
A3					
A4					

Таблица 6

Table 6

Попарное сравнение альтернатив A1–A4 по критерию K3

Pairwise comparison of alternatives A1-A4 according to the K3 criterion

K3	A1	A2	A3	A4	w
A1	1	1	7	7	0,44
A2					
A3	0,14	0,14	1	1	0,06
A4					

Таблица 7

Table 7

Попарное сравнение альтернатив A1–A4 по критерию K4

Pairwise comparison of alternatives A1-A4 according to the K4 criterion

K4	A1	A2	A3	A4	w
A1	1	1	1	1	0,25
A2					
A3					
A4					

Таблица 8

Table 8

Попарное сравнение альтернатив A1–A4 по критерию K5

Pairwise comparison of alternatives A1-A4 according to the K5 criterion

K5	A1	A2	A3	A4	w
A1	1	9	9	9	0,76
A2	0,11	1	1	1	0,08
A3					
A4					

Таблица 9

Table 9

Попарное сравнение альтернатив A1–A4 по критерию K6

Pairwise comparison of alternatives A1-A4 according to criterion K6

K6	A1	A2	A3	A4	w
A1	1	1	1	1	0,25
A2					
A3					
A4					

Осуществим расчет вектора глобальных приоритетов для альтернатив по данным, полученным в табл. 3–9.

По результатам проведенных расчетов были получены следующие глобальные критерии:

- глобальный приоритет A1 («Информатика и вычислительная техника») = 0,5523;
- глобальный приоритет A2 («Информационные системы и технологии») = 0,2811;
- глобальный приоритет A3 («Инфокоммуникационные технологии и системы связи») = 0,0793;

– глобальный приоритет A4 («Мехатроника и робототехника») = 0,0873.

Таким образом, альтернатива «Информатика и вычислительная техника» является наилучшей, поскольку имеет максимальное значение в векторе глобального приоритета.

На рис. 3 представлено графическое отображение трех лучших траекторий обучения, полученных в результате выполнения МАИ, на рис. 4 приведен пример вывода данных пользователю о лучшей траектории обучения.

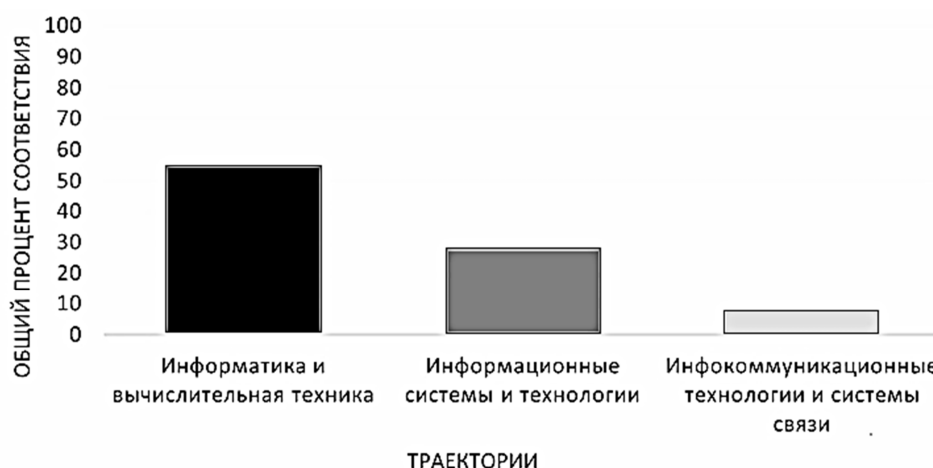


Рис. 3. Столбчатая диаграмма трех лучших направлений подготовки

Fig. 3. A bar chart of the three best training areas

Анализ образовательных программ

Результаты получены по вашим интересам и достижениям

Общий балл ЕГЭ: 232

Проанализировано программ

по указанным критериям

4

Лучшее соответствие

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

55.23 %

Обработано достижений

12

Рис. 4. Пример вывода результатов пользователю

Fig. 4. Example of output results to the user

Таким образом, наиболее подходящей траекторией обучения является «Информатика и вычислительная техника».

Заключение

В ходе проведенной работы был разработан тематический аппарат системы поддержки принятия решений по оказанию помощи в выборе индивидуальной траектории обучения. Разработана структура критериев для метода анализа иерархий, состоящая из шести критериев. Для каждого критерия были

реализованы методы количественной оценки. Так, например, для оценки соответствия интересов были использованы векторное преобразование и косинусное сходство, для других критериев (например, сложность обучения) использовано прямое сравнение. Разработанный алгоритм по выбору ИОТ позволит получить наиболее подходящую траекторию обучения, сократив время обработки данных экспертами, а также делая процесс принятия решения прозрачным. Использование программного продукта по выбору ИОТ позволит обеспечить эффектив-

ность процесса обучения и трудоустройства за счет обеспечения персонализированного подхода к развитию и повышению уровня компетенций.

Необходимо отметить, что предложенный подход, апробированный на примере ИТ-направлений, планируется к внедрению в рамках всего университета для более эффективного распределения абитуриентов по всем направлениям подготовки, что в условиях большого количества смежных спе-

циальностей и профилей подготовки является актуальным направлением исследований. С учетом возможности абитуриентов подавать заявления в несколько вузов по различным направлениям в удаленном режиме, реализация подобной СППР позволит им осуществить более объективный выбор перечня направлений, что снизит общую нагрузку на сотрудников приемных комиссий в сфере высшего образования.

Список источников

1. Ключарев Г. А. О подготовке инженерных кадров для наукоемких производств (взгляд работодателей) // Социологические исследования. 2020. № 3. С. 51–59. DOI 10.31857/S013216250008820-5.
2. Шепель Э. В. Индивидуальные траектории обучения в структуре государственных стандартов образования // Вестн. МГГУ им. М. А. Шолохова. Сер.: Педагогика и психология. 2012. № 3 (II). С. 95–99.
3. Кузнецов Н. В., Алексеева Т. А., Кудряшова Е. В., Мокаев Р. Н., Мокаев Т. Н. Создание первого специалитета в области математики искусственного интеллекта на математико-механическом факультете СПбГУ на базе анализа школьного ФГОС и программ ведущих университетов России // Дифференциальные уравнения и процессы управления. 2025. № 3. С. 163–216.
4. Кузнецов Н. В. Подготовка высококвалифицированных специалистов в области кибернетики, ИТ-технологий и искусственного интеллекта на базе фундаментальной математики: опыт кафедры прикладной кибернетики СПбГУ // Профессорский форум «Наука и технологии в XXI веке: тренды и перспективы», 2021. URL: <https://arcyb.spbu.ru/wp-content/uploads/2021-ProForum.pdf> (дата обращения: 02.12.2025).
5. Попов А. И., Обухов А. Д. Концептуальные подходы к автоматизированному управлению эффективностью профессионального образования // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. 2018. Т. 24. № 2. С. 246–257. DOI 10.17277/vestnik.2018.02.
6. Краснянский М. Н., Попов А. И., Обухов А. Д. Математическое моделирование адаптивной системы управления профессиональным образованием // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. 2017. Т. 23. № 2. С. 196–208. DOI 10.17277/vestnik.2017.02.
7. О реализации проекта «Цифровые кафедры» образовательными организациями высшего образования – участниками программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» (вместе с «Концепцией реализации проекта «Цифровые кафедры» образователь-

- ными организациями высшего образования – участниками программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030»): приказ Минобрнауки России от 25 февраля 2025 г. № 169. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_501153/?ysclid=mn4ir6v5b733816102 (дата обращения: 25.01.2026).
8. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 316 с.
9. Истомина О. Б. Электронное портфолио обучающегося как средство оценки сформированности общих и профессиональных компетенций // Подготовка кадров для силовых структур: современные направления и образовательные технологии: сб. материалов XXII Всерос. науч.-метод. конф.: в 2-х т. (Иркутск, 02–03 марта 2017 г.). Иркутск: Изд-во Восточ.-Сиб. ин-та Мин. внутр. дел РФ, 2017. Т. 1. С. 184–187.
10. Оськина К. А. Оптимизация метода классификации текстов, основанного на tf-idf, за счет введения дополнительных коэффициентов // Вестн. Моск. гос. лингвист. ун-та. Гуманитарные науки. 2016. № 15 (754). С. 175–187.
11. Родионов Д. Г., Конников Е. А., Голиков Г. И. Контекстуально-диффузионный метод обогащения TF-IDF матрицы для целей повышения семантической когерентности тематических моделей корпусов новостных текстов // Инженер. вестн. Дона. 2025. № 10. URL: <https://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n10y2025/10440> (дата обращения: 29.01.2026).
12. Akhil S. An overview of tesseract OCR engine // A seminar report. Department of Computer Science and Engineering National Institute of Technology, Calicut Monsoon. 2016. URL: https://www.academia.edu/32328825/An_over-view_of_Tesseract_OCR_Engine (дата обращения: 01.02.2026).
13. Минзаяев Р. Ш., Дыганов С. А., Гумеров И. Р., Перухин М. Ю. Разработка сервиса для идентификации полей сканированного документа с использованием библиотеки машинного распознавания Tesseract-OCR // Вестн. Казан. технолог. ун-та. 2018. Т. 21. № 9. С. 132–135.

References

1. Klyucharev G. A. O podgotovke inzhenernykh kadrov dlya naukoemkikh proizvodstv (vzglyad rabotodatelej) [On the training of engineering personnel for high-tech industries (employers' view)]. *Sociologicheskie issledovaniya*, 2020, no. 3, pp. 51–59. DOI 10.31857/S013216250008820-5.
2. Shepel' E. V. Individual'nye traektorii obucheniya v strukture gosudarstvennykh standartov obrazovaniya [Individual learning paths in the structure of state education standards]. *Vestnik MGGU im. M. A. Sholohova. Seriya: Pe-*

- dagogika i psihologiya*, 2012, no. 3 (II), pp. 95–99.
3. Kuznecov N. V., Alekseeva T. A., Kudryashova E. V., Mokaev R. N., Mokaev T. N. Sozdanie pervogo specialiteta v oblasti matematiki iskusstvennogo intellekta na matematiko-mekhanicheskom fakul'tete SPbGU na baze analiza shkol'nogo FGOS i programm vedushchih universitetov Rossii [Creation of the first specialty in the field of mathematics of artificial intelligence at the Faculty of Mathematics and Mechanics of St. Petersburg State University based on

the analysis of the school Federal State Educational Standard and programs of the lead-ing universities of Russia]. *Differencial'nye uravneniya i processy upravleniya*, 2025, no. 3, pp. 163-216.

4. Kuznecov N. V. Podgotovka vysokokvalificirovannykh specialistov v oblasti kibernetiki, IT-tehnologii i iskusstvennogo intellekta na baze fundamental'noj matematiki: opyt kafedry prikladnoj kibernetiki SPbGU [Training of highly qualified specialists in the field of cybernetics, IT technologies and artificial intelligence based on fundamental mathematics: the experience of the Department of Applied Cybernetics of St. Petersburg State University]. *Professorskij forum «Nauka i tekhnologii v HKHI veke: trendy i perspektivy»*, 2021. Available at: <https://apcyb.spbu.ru/wp-content/uploads/2021-ProffForum.pdf> (accessed: 02.12.2025).

5. Popov A. I., Obuhov A. D. Konceptual'nye podhody k avtomatizirovannomu upravleniyu effektivnost'yu professional'nogo obrazovaniya [Conceptual approaches to automated performance management of vocational education]. *Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2018, vol. 24, no. 2, pp. 246-257. DOI 10.17277/vestnik.2018.02.

6. Krasnyanskij M. N., Popov A. I., Obuhov A. D. Matematicheskoe modelirovanie adaptivnoj sistemy upravleniya professional'nym obrazovaniem [Mathematical modeling of the adaptive management system of vocational education]. *Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2017, vol. 23, no. 2, pp. 196-208. DOI 10.17277/vestnik.2017.02.

7. O realizacii proekta «Cifrovye kafedry» obrazovatel'nyimi organizacijami vysshego obrazovaniya – uchastnikami programmy strategicheskogo akademicheskogo liderstva «Prioritet-2030» (vmeste s «Konceptiej realizacii proekta «Cifrovye kafedry» obrazovatel'nyimi organizacijami vysshego obrazovaniya – uchastnikami programmy strategicheskogo akademicheskogo liderstva «Prioritet-2030»): prikaz Mino-brnauki Rossii ot 25 fevralya 2025 g. № 169 [On the implementation of the Digital Chairs project by educational institutions of higher education participating in the Priority 2030 Strategic Academic Leadership program (together with the “Concept for the Implementation of the Digital Chairs project by educational institutions of Higher Education participating in the Priority 2030 Strategic Academic Leadership Program”): order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation dated February 25, 2025, No. 169].

Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_501153/?ysclid=mn4ir6v5b733816102 (accessed: 25.01.2026).

8. Saati T. L. *Prinyatie reshenij. Metod analiza ierarhij* [Decision-making. Analytic hierarchy process]. Moscow, Radio i svyaz' Publ., 1993. 316 p.

9. Istomina O. B. Elektronnoe portfolio obuchayushchegosya kak sredstvo ocenki sformirovannosti obshchih i professional'nyh kompetencij [Student's electronic portfolio as a means of assessing the formation of general and professional competencies]. *Podgotovka kadrov dlya silovykh struktur: sovremennye napravleniya i obrazovatel'nye tekhnologii: sbornik materialov XXII Vserossijskoj nauchno-metodicheskoy konferencii: v 2-h t (Irkutsk, 02–03 marta 2017 g.)*. Irkutsk, Izd-vo Vostoch.-Sib. in-ta Min. vnutr. del RF, 2017. Vol. 1. Pp. 184-187.

10. Os'kina K. A. Optimizaciya metoda klassifikacii tekstov, osnovannogo na tf-idf, za schet vvedeniya dopolnitel'nykh koefficientov [Optimization of the tf-idf text classification method by introducing additional coefficients]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo lingvisticheskogo universiteta. Gumanitarnye nauki*, 2016, no. 15 (754), pp. 175-187.

11. Rodionov D. G., Konnikov E. A., Golikov G. I. Kontekstual'no-diffuzionnyj metod obogashcheniya TF-IDF matricy dlya celej povysheniya semanticheskoy kogerentnosti tematiceskikh modelej korpusov novostnykh tekstov [Contextual diffusion method of enriching TF-IDF matrix for the purpose of increasing the semantic coherence of thematic models of news text bodies]. *Inzhenernyj vestnik Dona*, 2025, no. 10. Available at: <https://www.ivdon.ru/rumagazine/archive/n10y2025/10440> (accessed: 29.01.2026).

12. Akhil S. An overview of tesseract OCR engine. *A seminar report. Department of Computer Science and Engineering National Institute of Technology, Calicut Monsoon*. 2016. Available at: https://www.academia.edu/32328825/An_overview_of_Tesseract_OCR_Engine (accessed: 01.02.2026).

13. Minzyaev R. Sh., Dyganov S. A., Gumerov I. R., Peruhin M. Yu. Razrabotka servisa dlya identifikacii polej skanirovannogo dokumenta s ispol'zovaniem biblioteki mashinnogo raspoznavaniya Tesseract-OCR [Development of a service for identifying fields of a scanned document using the Tesseract-OCR machine recognition library]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, 2018, vol. 21, no. 9, pp. 132-135.

Статья поступила в редакцию 12.02.2026; одобрена после рецензирования 25.04.2026; принята к публикации 07.07.2026
The article was submitted 12.02.2026; approved after reviewing 25.04.2026; accepted for publication 07.07.2026

Информация об авторе / Information about the author

Артем Юрьевич Свешников – ассистент кафедры систем автоматизированной поддержки принятия решений; Тамбовский государственный технический университет; saprwebtech@yandex.ru

Artem Yu. Sveshnikov – Lecturer of the Department of Automated Decision Support Systems; Tambov State Technical University; saprwebtech@yandex.ru

