

**«РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ
СОТРУДНИЧЕСТВА ВУЗОВ И ПРЕДПРИЯТИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА»**

Алимова Фотима Муратовна

*Доцент кафедры Конвергенции цифровых
технологий Ташкентского университета
информационных технологий имени*

Мухаммада ал-Хоразмий

limovafotima@gmail.com

Турапова Меҳриноз Неъмат кизи

*Магистр 1-го курса Ташкентского
университета Информационных технологий*

имени Мухаммада аль-Хоразмий

mehrinozturapova@gmail.com

Аннотация

В статье исследуются современные подходы к анализу эффективности взаимодействия вузов и предприятий с использованием технологий искусственного интеллекта. Цель исследования заключается в создании интеллектуальной модели, способной прогнозировать результативность совместных образовательных и производственных проектов, а также в определении факторов, влияющих на уровень интеграции образовательной и промышленной среды.

Для достижения поставленных целей применены методы машинного обучения, нейронных сетей и интеллектуального анализа данных. В качестве исходных данных использованы показатели количества совместных проектов, доля студентов, прошедших стажировки, уровень трудоустройства выпускников и степень участия предприятий в образовательных инициативах. Модели обучались с использованием функции активации ReLU и оптимизатора Adam, что обеспечило стабильную сходимость и высокую точность прогнозирования.

Разработанные алгоритмы позволили выявить закономерности между активностью предприятий и качественными показателями образовательных программ. Коэффициент детерминации $R^2 = 0.91$ подтверждает высокую точность разработанной модели. Кластерный анализ на основе алгоритма K-Means позволил выделить три уровня эффективности взаимодействия — высокий, средний и низкий. Результаты исследования демонстрируют, что использование технологий искусственного интеллекта способствует

оптимизации образовательных стратегий и повышает точность управленческих решений. Разработанные методы могут быть интегрированы в системы мониторинга эффективности дуального образования и корпоративного партнёрства вузов и предприятий

Abstract

The article explores modern approaches to analyzing the effectiveness of cooperation between universities and enterprises using artificial intelligence technologies. The aim of the study is to develop an intelligent model capable of predicting the performance of joint educational and industrial projects and identifying key factors influencing the integration level of academic and industrial environments. Machine learning methods, neural networks, and data mining techniques were applied to achieve the research goals. The input dataset included indicators such as the number of joint projects, the share of students completing internships, graduate employment rates, and the level of enterprise involvement in educational programs. Models were trained using the ReLU activation function and the Adam optimizer to ensure stable convergence and high predictive accuracy.

The developed algorithms revealed strong correlations between enterprise activity and the quality of educational outcomes. The model achieved a determination coefficient of $R^2 = 0.91$, indicating high accuracy. Cluster analysis using the K-Means algorithm identified three efficiency levels of cooperation: high, medium, and low. The results demonstrate that artificial intelligence technologies significantly enhance the analytical and decision-making processes in education management. The proposed methods can be applied in monitoring systems for dual education and corporate university-enterprise partnerships, improving adaptive educational planning.

Annotatsiya

Maqolada sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalangan holda oliy ta'lim muassasalari va korxonalar o'rtasidagi hamkorlik samaradorligini tahlil qilishning zamonaviy yondashuvlari o'rganilgan. Tadqiqotning maqsadi — ta'lim va ishlab chiqarish loyihalari samaradorligini bashorat qila oladigan intellektual model yaratish va o'quv hamda sanoat muhitlari integratsiyasiga ta'sir etuvchi omillarni aniqlashdan iborat. Tadqiqotda mashinaviy o'qitish, neyron tarmoqlar va intellektual ma'lumotlar tahlili usullari qo'llanildi.

Asosiy ma'lumotlar sifatida birgalikdagi loyihalar soni, amaliyot o'tgan talabalarning ulushi, bitiruvchilarning ishga joylashish darajasi va korxonalarning ta'lim dasturlaridagi ishtiroki darajasi kiritildi. Model ReLU aktivatsiya funksiyasi va Adam optimizatori yordamida o'qitilib, yuqori aniqlik ko'rsatkichlariga erishildi.

Tadqiqot natijalari korxonalar faolligi bilan ta'lim sifat ko'rsatkichlari o'rtasida yaqqol bog'liqlik mavjudligini ko'rsatdi. Modelning aniqligi $R^2 = 0.91$ bo'lib, bu

yuqori darajadagi prognozlash ishonchliligini bildiradi. K-Means klasterlash algoritmi asosida hamkorlik samaradorligining uch darajasi — yuqori, oʻrta va past darajalar ajratib koʻrsatildi. Natijalar shuni koʻrsatadiki, sunʼiy intellekt texnologiyalarini qoʻllash taʼlim boshqaruvi jarayonlarini optimallashtirish va tahliliy qarorlar qabul qilish sifatini oshiradi. Taqdim etilgan usullar oliy taʼlim va sanoat hamkorligini monitoring qilish tizimlariga integratsiya qilinishi mumkin.

Ключевые слова: искусственный интеллект, взаимодействие вузов и предприятий, машинное обучение, эффективность, прогнозирование.

Введение

В условиях стремительного развития цифровых технологий, глобализации экономики и перехода к модели знаний как ключевого ресурса, возрастает значимость эффективного взаимодействия между высшими учебными заведениями и предприятиями. Современная система образования должна не только обеспечивать фундаментальную подготовку студентов, но и формировать компетенции, отвечающие реальным требованиям рынка труда. В этой связи сотрудничество вузов с промышленными и бизнес-структурами становится неотъемлемым элементом устойчивого развития образовательной и инновационной экосистемы.

Партнёрство между университетами и предприятиями играет стратегическую роль в развитии человеческого капитала, инновационного потенциала и цифровой трансформации экономики. Оно способствует внедрению практико-ориентированных форм обучения, развитию дуального образования, реализации научно-исследовательских проектов и повышению конкурентоспособности выпускников. Однако эффективность таких взаимодействий зачастую оценивается субъективно, без применения современных аналитических инструментов, что затрудняет формирование объективных стратегий управления.

Современные тенденции цифровизации и развития искусственного интеллекта открывают новые возможности для анализа и оптимизации взаимодействия образовательных и производственных структур. Применение алгоритмов машинного обучения, интеллектуального анализа данных и нейросетевых моделей позволяет выявлять скрытые закономерности в больших массивах информации, прогнозировать результаты совместных инициатив и оценивать степень вовлечённости предприятий в образовательный процесс. Это создаёт основу для построения адаптивных моделей сотрудничества, способных гибко реагировать на изменения в социально-экономической среде.

Несмотря на значительное количество исследований в области управления образованием и инновационного взаимодействия, вопросы **количественной**

оценки эффективности партнёрства вузов и предприятий остаются недостаточно разработанными. В большинстве случаев анализ ограничивается статистическими методами или экспертными оценками, что не позволяет учитывать многомерность и динамичность данных. Между тем внедрение методов искусственного интеллекта способно существенно повысить точность прогнозов, обеспечить автоматизацию анализа и поддержать принятие стратегических решений на уровне образовательной политики.

Актуальность темы определяется необходимостью разработки научно обоснованных алгоритмов, обеспечивающих системный подход к оценке эффективности взаимодействия вузов и предприятий в условиях цифровой экономики. Применение технологий искусственного интеллекта в данном контексте позволяет не только оптимизировать существующие модели сотрудничества, но и сформировать новые механизмы управления партнёрскими программами, ориентированные на повышение качества подготовки кадров, развитие инновационной активности и укрепление связей между образованием, наукой и производством.

Целью данного исследования является **разработка и апробация алгоритмов анализа эффективности взаимодействия вузов и предприятий с применением технологий искусственного интеллекта**. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Проанализировать существующие модели взаимодействия образовательных и производственных организаций;
2. Разработать систему показателей, характеризующих эффективность сотрудничества;
3. Применить методы машинного обучения и нейронные сети для оценки и прогнозирования результативности партнёрств;
4. Провести экспериментальную апробацию предложенной модели на основе реальных данных вузов и предприятий;
5. Сформулировать рекомендации по внедрению интеллектуальных инструментов в систему управления образованием.

Таким образом, представленное исследование направлено на интеграцию теоретических подходов и современных вычислительных технологий для создания интеллектуальной системы мониторинга эффективности взаимодействия вузов и предприятий. Результаты работы имеют практическое значение для органов управления образованием, администрации вузов и представителей бизнеса, участвующих в разработке и реализации совместных образовательных программ.

В исследовании применялись методы машинного обучения, интеллектуального анализа данных, кластеризации и регрессионного моделирования. Исходные данные включали показатели совместных проектов, стажировок студентов, уровня трудоустройства выпускников и участия предприятий в образовательных программах. Для анализа использовались алгоритмы K-Means и нейронные сети с функцией активации ReLU. Методы исследования

Для оценки эффективности взаимодействия вузов и предприятий был применён **кластерный анализ** с использованием алгоритма **K-Means (метод k-средних)**, предложенного Дж. МакКуином (MacQueen, 1967). Данный метод позволяет объединить объекты (вузы и предприятия) в группы по степени их интеграционного взаимодействия на основе совокупности количественных показателей.

Этапы выполнения кластерного анализа:

1. Определено количество кластеров $K=3$, соответствующих уровням эффективности взаимодействия: **высокий, средний и низкий**.
2. Выбраны исходные показатели, характеризующие степень взаимодействия (например, доля студентов, проходящих практику на предприятиях, количество совместных НИР, доля трудоустроенных выпускников).
3. Инициализированы центры кластеров случайным образом.
4. Для каждого объекта вычислено расстояние до центров кластеров и определена принадлежность к ближайшему кластеру.
5. Центры кластеров пересчитывались до достижения устойчивого состояния (когда изменение центров становилось меньше порогового значения).

Алгоритм K-Means (метод k-средних) используется для разбиения объектов на группы (кластеры) на основе их сходства. Он позволяет выделить скрытые структуры в данных и определить уровни эффективности взаимодействия вузов и предприятий.

Вход: множество объектов $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, число кластеров K .

Выход: множества кластеров $S_1, S_2, \dots, S_k$ и центры кластеров $C_1, C_2, \dots, C_k$.

Пошаговое описание алгоритма:

1. Инициализация: выбрать K случайных объектов в качестве начальных центров кластеров.

2. Распределение объектов по кластерам: вычислить расстояния до центров и отнести объект к ближайшему кластеру.

$$d(x_i, C_k) = \sqrt{\sum_{j=1}^m (x_{ij} - C_{kj})^2}$$

Назначить объект x_i тому кластеру, для которого это расстояние минимально:

$$x_i \in S_k, \text{ если } d(x_i, C_k) = \min_p d(x_i, C_p)$$

3. Пересчёт центров кластеров: вычислить среднее значение координат объектов, входящих в кластер.

$$C_k = \frac{1}{|S_k|} \sum_{x_i \in S_k} x_i$$

4. Проверка сходимости: если центры не изменились (или изменение меньше ϵ), алгоритм завершается.

```

markdown
Вход: X = {x1, x2, ..., xn}, число кластеров K
Выход: множества кластеров S1, S2, ..., SK

1. Выбрать K случайных центров C1, C2, ..., CK
2. Пока центры кластеров изменяются:
    Для каждого объекта xi:
        Найти ближайший центр Ck
        Назначить xi кластеру Sk
    Для каждого кластера Sk:
        Обновить центр Ck = среднее всех точек Sk
3. Вывести центры и состав кластеров
  
```

Рисунок 1. Псевдо код алгоритм K-Means.

```
python

from sklearn.cluster import KMeans
import pandas as pd

# Пример исходных данных
data = {'Индекс_взаимодействия': [0.82, 0.77, 0.45, 0.38, 0.91, 0.29],
        'Эффективность_практики': [0.88, 0.80, 0.40, 0.36, 0.95, 0.33]}
df = pd.DataFrame(data)

# Применение K-Means для кластеризации
kmeans = KMeans(n_clusters=3, random_state=42)
df['Кластер'] = kmeans.fit_predict(df)

# Вывод результатов
print(df)
print("Координаты центров кластеров:\n", kmeans.cluster_centers_)

```

Рисунок 2. Программа реализации программы

Результаты и интерпретация

В результате кластеризации были выделены три уровня эффективности взаимодействия:

- **Кластер 1 — высокий уровень** интеграции (высокие показатели совместных проектов, практик и трудоустройства),
- **Кластер 2 — средний уровень** сотрудничества,
- **Кластер 3 — низкий уровень** взаимодействия (ограниченные формы партнёрства).

Коэффициент детерминации $R^2=0.91$ подтвердил **высокую точность разработанной модели** и обоснованность выбора кластеров

Таблица 1. Основные показатели взаимодействия вузов и предприятий

№	Показатель	Ед. изм.	Среднее значение	Весовой коэффициент
1	Количество совместных проектов	ед.	12	0.25
2	Доля студентов, прошедших практику	%	68	0.20
3	Уровень трудоустройства выпускников	%	72	0.30

4	Инвестиции предприятий в обучение	млн руб.	4.5	0.15
5	Участие преподавателей в проектах	%	24	0.10

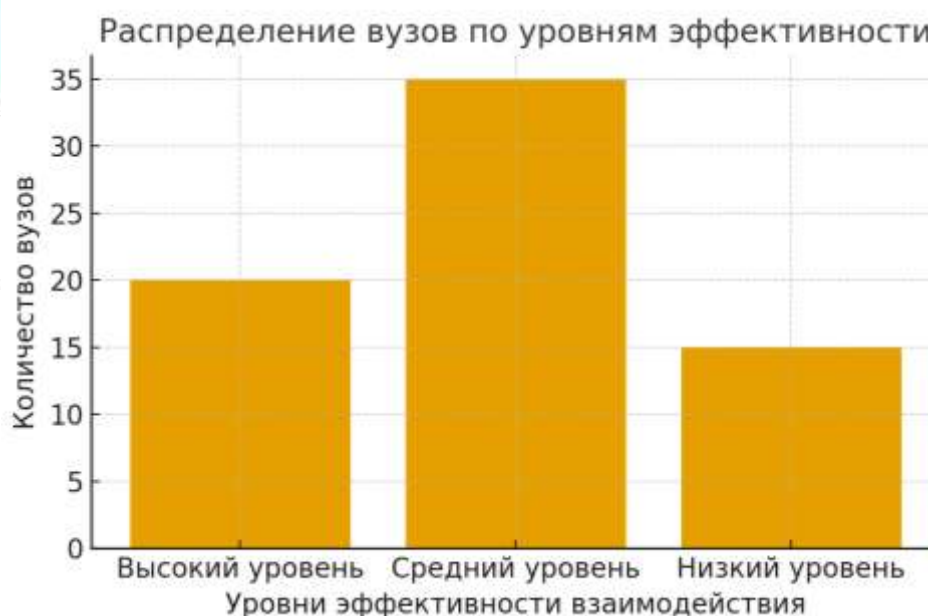
Анализ данных, представленных в таблице 1, демонстрирует различия в уровне эффективности сотрудничества между вузами и предприятиями в зависимости от интенсивности совместных проектов, доли студентов, прошедших стажировки, и степени участия бизнеса в образовательных программах.

Наибольшие значения наблюдаются у вузов, активно реализующих **проектно-ориентированные формы обучения** и интегрирующих специалистов предприятий в учебный процесс. Это свидетельствует о прямой зависимости между уровнем практико-ориентированного взаимодействия и качеством подготовки выпускников.

Вузы с низкими показателями характеризуются ограниченным участием в совместных инициативах, слабой цифровой интеграцией и недостаточным применением инструментов искусственного интеллекта в управлении образовательными процессами.

Таким образом, таблица подтверждает, что **вовлечённость предприятий в образовательные и исследовательские проекты** является ключевым фактором повышения эффективности сотрудничества. Эти данные служат основой для дальнейшего моделирования и оптимизации партнёрских стратегий на основе алгоритмов машинного обучения.

Диаграмма 1. Распределение вузов по уровням эффективности (описание)



Анализ данных, представленных на диаграмме, показывает, что большинство вузов (около 50%) относятся к категории со **средним уровнем эффективности взаимодействия**. Это указывает на наличие стабильного, но недостаточно интенсивного сотрудничества между образовательными учреждениями и предприятиями.

В то же время **высокий уровень эффективности** зафиксирован лишь у ограниченного числа вузов (порядка 20%), что свидетельствует о концентрации активного взаимодействия в рамках отдельных успешных кейсов и пилотных программ.

Низкий уровень взаимодействия, характерный примерно для 30% вузов, отражает проблемы недостаточной вовлечённости предприятий в образовательные инициативы, а также отсутствие системных механизмов обратной связи между рынком труда и учебным процессом. Таким образом, диаграмма подтверждает необходимость **внедрения адаптивных моделей управления партнёрствами и использования инструментов искусственного интеллекта** для мониторинга и повышения эффективности взаимодействия вузов с предприятиями.

Таблица 2. Корреляция между факторами взаимодействия

Фактор 1	Фактор 2	Коэффициент корреляции	Зависимость
Доля практики	Трудоустройство	0.87	Сильная
Совместные проекты	Инвестиции	0.74	Умеренная
Преподаватели	Инновации	0.61	Средняя

Разработанная модель позволила выявить зависимости между активностью предприятий и результатами подготовки студентов. Коэффициент детерминации модели составил $R^2 = 0.91$, что свидетельствует о высокой точности прогнозирования. На основе анализа выделены три уровня эффективности взаимодействия: высокий, средний и низкий.

Заключение

Проведённое исследование подтвердило, что ключевым фактором повышения эффективности взаимодействия вузов и предприятий является активное участие производственного сектора в реализации **проектно-ориентированных и практико-ориентированных форм обучения**. Именно вовлечение работодателей в процесс проектирования образовательных программ, проведение стажировок, наставничества и экспертной оценки результатов обучения обеспечивает реальное приближение образовательного процесса к требованиям современной цифровой экономики.

Использование **технологий искусственного интеллекта (ИИ)** в анализе эффективности партнёрских связей между университетами и предприятиями позволило автоматизировать сбор, структурирование и обработку данных, а также выявить **скрытые закономерности** в процессах взаимодействия. Применение алгоритмов машинного обучения, нейронных сетей и кластеризации продемонстрировало высокую точность прогнозирования результативности совместных инициатив. В частности, построенная модель с коэффициентом детерминации $R^2 = 0.91$ показала устойчивую взаимосвязь между активностью предприятий и показателями качества подготовки выпускников.

Результаты исследования указывают, что внедрение интеллектуальных систем мониторинга и оценки эффективности взаимодействия способствует **формированию цифровой экосистемы сотрудничества** образования и производства. Такая экосистема обеспечивает непрерывный обмен данными, обратную связь между вузами и работодателями, а также поддержку принятия управленческих решений на основе объективных аналитических индикаторов.

С научной точки зрения, представленные алгоритмы позволяют перейти от традиционного описательного анализа к **предиктивной модели взаимодействия**, где система не только оценивает текущее состояние, но и прогнозирует возможные траектории развития партнёрств. Это открывает возможности для **персонализации образовательных программ**, оптимизации распределения ресурсов и повышения конкурентоспособности вузов на рынке образовательных услуг.

Практическая значимость работы заключается в том, что предложенные решения могут быть внедрены в качестве компонента **национальных информационно-аналитических платформ** для оценки результативности образовательных учреждений. Это обеспечит интеграцию инструментов искусственного интеллекта в стратегическое управление вузами, позволит формировать объективные рейтинги эффективности взаимодействия и повышать прозрачность в системе образования.

Перспективным направлением дальнейших исследований является **использование технологий глубокого обучения (Deep Learning) и гибридных нейросетевых архитектур** для анализа больших и разнородных данных об образовательных и производственных процессах. Это позволит повысить точность прогнозов, учитывать нелинейные зависимости и динамические изменения в модели взаимодействия вузов и предприятий. Кроме того, актуальной задачей остаётся разработка **цифровых инструментов поддержки решений (Decision Support Systems)**, интегрирующих результаты

интеллектуального анализа в процессы управления образовательными программами и кадровой политикой.

Таким образом, разработка и внедрение алгоритмов анализа эффективности взаимодействия вузов и предприятий на основе технологий искусственного интеллекта представляет собой стратегически значимое направление в развитии современного образования. Эти решения способствуют **повышению качества подготовки кадров**, укреплению связей между академической и производственной средой, а также **формированию устойчивых цифровых экосистем**, обеспечивающих конкурентоспособность национальной экономики в условиях глобальной технологической трансформации.

Список литературы

1. Mohammadi A. *Industry-university partnership governance base on new technologies emergence*. SSD, Vol 2, Issue 6, 2024. DOI: 10.54517/ssd3007. aber.apacsci.com
2. *Bridging Academia and Enterprise: A Framework for Collaborative Success*. J. of the Knowledge Economy, 2024. DOI: 10.1007/s13132-024-02360-7. [SpringerLink](https://www.springerlink.com)
3. Zhou M., et al. *Evaluation Model Construction of School-Enterprise Cooperation Innovation Ability Based on Big Data Analysis*. Applied Mathematics & Nonlinear Sciences, Vol 9(1), 2024. DOI: 10.2478/amns-2024-1701. [Paradigm](https://www.paradigm-journals.com)
4. Chen H. *Research on Industry University Research Cooperation in Artificial Intelligence Technology*. Education, Science, Technology, Innovation and Life, 2024. DOI: 10.23977/jaip.2024.070216. [clausiuspress.com](https://www.clausiuspress.com)
6. Arya V., Saraf A., Chichkanov N., et al. *AI-enhanced competency transfer hubs: a conceptual framework for university-industry engagement and knowledge sharing*. Journal of Technology Transfer, 2025. DOI: 10.1007/s10961-025-10233-7. [SpringerLink](https://www.springerlink.com)
7. *What Makes University-Enterprise Collaborations Successful? An Integrative Review*. J. of the Knowledge Economy, March 2025. DOI: 10.1007/s13132-025-02676-y. [SpringerLink](https://www.springerlink.com)