

УДК 371.3:519.237

Кластерный анализ как инструмент образовательной технологии

Юрьев Дмитрий Андреевич

yuda20b201@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены возможности применения кластерного анализа в системе образовательных технологий. Представлены основные методы кластеризации данных (К-средние, иерархическая кластеризация), используемые для группировки обучающихся и анализа образовательных систем. Показано, что кластерный анализ как инструмент позволяет автоматизировать процессы прогнозирования учебных достижений, оптимизировать дифференцированное обучение и реализовать персонализированный подход к образованию. Сделаны выводы о том, что интеграция кластерного анализа с современными образовательными технологиями способствует повышению качества обучения, обеспечивает более точное выявление потребностей обучающихся и позволяет создавать адаптивные образовательные среды для различных групп обучающихся.

Ключевые слова: кластерный анализ, образовательные технологии, дифференцированное обучение, кластеризация данных, К-средние, персонализация

Cluster analysis as a tool of educational technology

Yuryev Dmitriy Andreyevich

yuda20b201@bmstu.ru

BMSTU, Moscow, Russia

Abstract. The possibilities of applying cluster analysis in the system of educational technologies are considered. The main methods of data clustering (K-means, hierarchical clustering) used for grouping students and analyzing educational systems are presented. It is shown that cluster analysis as a tool allows automating the processes of predicting student achievement, optimizing differentiated learning, and implementing a personalized approach to education. Conclusions are drawn that the integration of cluster analysis with modern educational technologies contributes to improving the quality of education, provides more accurate identification of student needs, and allows creating adaptive educational environments for various student groups.

Keywords: cluster analysis, educational technologies, differentiated learning, data clustering, K-means, personalization

Введение. В современной образовательной системе одной из актуальных проблем является необходимость индивидуализации процесса обучения при сохранении возможности работы с группами обучающихся [1]. Традиционный фронтальный подход к обучению часто не учитывает разнообразие способностей, темпов обучения и стилей познания отдельных обучающихся. Это приводит к неэффективности образовательного процесса, снижению мотива-

ции слабоуспевающих обучающихся и недостаточному вызову для высокоспособных студентов.

Кластерный анализ предоставляет инструмент для автоматического разбиения совокупности обучающихся на группы (кластеры) на основе их сходства по различным параметрам [2]. Применение математических методов обработки информации, в частности кластеризации, открывает новые возможности для решения педагогических задач и повышения эффективности образовательных технологий.

Цель исследования — изучить роль кластерного анализа в структуре образовательных технологий и показать его практическое применение для оптимизации дифференцированного и персонализированного обучения.

Основные задачи: 1) проанализировать основные методы кластеризации, применяемые в образовании; 2) рассмотреть связь между кластерным анализом и технологиями дифференцированного обучения; 3) выявить возможности использования кластеризации для создания адаптивных образовательных сред; 4) определить практическое значение кластерного анализа для повышения качества образования.

Методы и материалы; результаты. Исследование проведено на основе анализа научной литературы и практических примеров применения кластерного анализа в образовательных системах. Методологическим основанием служит систематический обзор публикаций, посвященных использованию методов кластеризации и машинного обучения в образовании.

Кластерный анализ определяется как совокупность методов разбиения совокупности объектов на непересекающиеся подмножества (кластеры) с целью выделения групп схожих объектов [1]. При работе с образовательными данными кластеризация может производиться как по количественным параметрам (оценки, результаты тестирования, количество попыток), так и по качественным показателям (тип профиля обучения, категория обучающихся).

Основные методы кластеризации, применяемые в образовании, включают алгоритм К-средних, иерархическую кластеризацию и двухэтапную кластеризацию [3]. Метод К-средних представляет собой алгоритм, разбивающий данные на k кластеров путем итеративного перемещения центров кластеров к среднему значению назначенных им точек данных [4]. Иерархическая кластеризация начинается с того, что каждому объекту назначается собственный кластер, а затем близкие кластеры объединяются до получения иерархической структуры [3].

Процесс кластеризации обучающихся в образовательной системе предполагает следующие этапы: 1) выбор набора переменных для кластеризации; 2) нормализация данных (преобразование в условные баллы); 3) определение метрики расстояния между объектами; 4) выбор алгоритма кластеризации; 5) интерпретация полученных кластеров.

На основе проведенного анализа выявлены следующие практические применения кластерного анализа в образовательных технологиях.

1. Оптимизация дифференцированного обучения. Кластеризация позволяет автоматически выделять группы обучающихся с близкими характеристиками (уровень знаний, скорость обучения, стиль познания), что обеспечивает научно обоснованное разделение на группы для дифференцированного обучения [1]. Это гарантирует более точный подход по сравнению с произвольным делением на группы, так как основано на анализе реальных данных о каждом учащемся.

2. Реализация персонализированного подхода. Кластеры, полученные методом кластеризации, служат основой для разработки адаптивных образовательных траекторий [5]. Обучающимся каждого кластера предлагаются задания, темп обучения и методы преподавания, соответствующие их уровню развития, что повышает мотивацию и эффективность обучения.

3. Прогнозирование учебных достижений. На основе анализа данных о текущем состоянии обучающегося его кластеризация позволяет предсказывать вероятность достижения успеха в обучении [1]. Это дает возможность преподавателю проактивно принимать педагогические решения и вносить коррективы в образовательный процесс.

4. Анализ образовательных учреждений. Кластерный анализ применяется для группировки образовательных учреждений по показателям качества образования [2]. Такой подход позволяет выявлять образцовые учреждения, анализировать причины их успеха и распространять эффективные практики.

5. Выявление поведенческих паттернов. При использовании систем дистанционного обучения кластеризация помогает выделять различные типы поведения обучающихся (например, в форумах обсуждений, при взаимодействии с контентом), что способствует более глубокому пониманию процесса обучения [3].

Обсуждение полученных результатов. Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности кластерного анализа как инструмента для автоматизации и оптимизации образовательного процесса. Однако его применение требует учета ряда факторов.

1. Выбор переменных. Критически важно правильно выбрать параметры для кластеризации, так как они должны релевантно отражать характеристики, значимые для образовательных целей.

2. Определение оптимального количества кластеров. Выбор числа кластеров влияет на качество результатов и требует баланса между детальностью группировки и практической применимостью.

3. Динамичность кластеров. Кластеры не должны быть статичными; они требуют периодического пересчета по мере развития обучающихся и изменения их характеристик.

4. Интеграция с человеческим суждением. Результаты кластеризации должны интерпретироваться с учетом контекста, профессионального опыта педагогов и особенностей конкретного учебного учреждения.

Таким образом, кластерный анализ наиболее эффективен при комбинировании с традиционными педагогическими методами и экспертным суждением преподавателей.

Заключение. Кластерный анализ представляет собой мощный инструмент, который может значительно улучшить эффективность современных образовательных технологий. Применение методов кластеризации (K-средних, иерархической кластеризации) позволяет решить критические задачи образования: оптимизировать дифференцированное обучение, реализовать персонализированный подход, прогнозировать учебные достижения и анализировать системные проблемы образовательных учреждений.

Интеграция кластерного анализа с адаптивными образовательными технологиями и искусственным интеллектом открывает новые перспективы для развития индивидуализированного образования. Однако для успешного внедрения необходимо обучение преподавателей работе с данными и использованию инструментов анализа, а также разработка методических рекомендаций по применению этих подходов в различных образовательных контекстах. Кластерный анализ должен стать неотъемлемым компонентом современных информационных систем управления образованием и основой для разработки новых адаптивных образовательных платформ.

Список источников

- [1] *Кластерный анализ в структуре интеграции педагогических и информационных технологий*. URL: <https://natural-sciences.ru/article/view?id=8855> (дата обращения 24.09.2025).
- [2] *Возможности и ограничения кластерного анализа в образовании*. URL: <https://adu.by/images/2019/11/Pronin.pdf> (дата обращения 24.09.2025).
- [3] 8 Dissimilarity-based Cluster Analysis of Educational Data. URL: <https://lamethods.org/book1/chapters/ch08-clustering/ch8-clus.html> (accessed 24.09.2025).
- [4] Арефьев В.П., Михальчук А.А., Филипенко Н.М. Кластерный анализ результатов оценивания знаний в системе заочного обучения с использованием дистанционных образовательных технологий. *Современные проблемы науки и образования*, 2013, № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=9506> (дата обращения 24.09.2025).
- [5] Liu R. Data Analysis of Educational Evaluation Using K-Means Clustering Method. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, vol. 7, pp. 1–10. <https://doi.org/10.1155/2022/3762431>

Содержание

<i>Абедалхуссайд А.А., Ляпунова Е.В.</i> Методы классификации вредоносных программ на основе машинного обучения	3
<i>Амирханян Л.Г.</i> Обнаружение дефектов на изображениях изделий в условиях Индустрии 4.0	7
<i>Балдин П.В.</i> Роль искусственного интеллекта и цифровых технологий в формировании компетенций инженеров будущего	11
<i>Баранова Н.В., Песоцкий Ю.С., Павлютенкова О.А.</i> Сквозной подход в подготовке выпускной квалификационной работы бакалавров направления «Инноватика»	14
<i>Бардаенко А.Д.</i> Современные теоретические подходы и практики использования ИИ-агентов для корпоративного обучения и развития персонала	17
<i>Борисова Е.В.</i> Рынок труда инженерных кадров в России	20
<i>Вдовиченко М.М.</i> Формирование предпринимательского мышления через онлайн-образование: роль программ для преподавателей и студентов ...	24
<i>Власова В.В.</i> Проблема доверия к «черному ящику» в современных медицинских системах искусственного интеллекта	29
<i>Гапонов В.Р.</i> Модели рефлексивного мышления в персональных рекомендательных системах	35
<i>Демига Ю., Ляпунова Е.В.</i> Платформы на базе CNN для автоматизированной аннотации вызванных двигательных потенциалов: существующие системы прогнозирования моторных вызванных потенциалов	38
<i>Кемхашвили Т.А.</i> Управление бизнес-процессами в малом и среднем бизнесе при внедрении принципов устойчивого развития (ESG)	43
<i>Ковалева Д.Р., Моисеенко В.В., Ляпунова Е.В.</i> Развитие навыков проектной деятельности в рамках студенческих конструкторских бюро	47
<i>Крутина Е.В., Ниткин Н.М.</i> Роль общественных организаций в развитии комфортной среды для работников и обучающихся в рамках инженерного образования	51
<i>Ляпунова Е.В., Арм А.А.С.</i> Системы обнаружения вторжений на основе искусственного интеллекта: обнаружение аномалий для современной киберзащиты	55
<i>Ляtifов Р.Э., Косыгин Е.В., Кондрашов Т.С.</i> Когнитивное развитие в Reinforcement Learning через Curriculum Learning	59
<i>Мусина О.В., Светкина И.А.</i> Ключевая роль инженеров-экономистов в обеспечении экономической безопасности предприятия	64
<i>Мутхана А.С.А., Ляпунова Е.В.</i> Распознавание болезней листьев с помощью методов глубокого обучения	66
<i>Новикова Т.А.</i> Разработка алгоритма составления расписания ремонтных работ оборудования с помощью методов программирования в ограничениях	69

<i>Ноговицын М.А.</i> Этапы разработки SMART-стандарта цифровой устойчивости предприятия	74
<i>Сахарова О.В., Семенюта А.Н.</i> Риски инновационных проектов: понятия, классификация, методы определения	78
<i>Семенюта А.Н.</i> Когнитивное моделирование в оценке профессиональных компетенций: интегративный подход в рамках междисциплинарных исследований	84
<i>Серебряков И.А., Горнак И.В., Невертович В.Д., Фалей П.А.</i> Разработка электрической движущей части для интеграции в различные типы транспортных средств	89
<i>Тарасенко В.В.</i> Полиморфизм, инкапсуляция, абстракция и наследование как принципы микросервисной архитектуры современного научно-технического знания	93
<i>Шестакова Д.Н.</i> Стратегическое чанкирование как механизм формализации бизнес-сущностей в корпоративных системах управления знаниями	97
<i>Юнаев Ю.Д.</i> Применение инструментов искусственного интеллекта для повышения эффективности продаж	101
<i>Юрьев Д.А.</i> Кластерный анализ как инструмент образовательной технологии	105

Научное издание

III Международный конгресс
«Русский инженер»

**Вызовы и возможности
подготовки будущих инженеров
с предпринимательским
мышлением**

VII Международная
научно-практическая конференция

(Москва, 29–30 октября 2025 года)

Сборник статей

Том 8

Художник *Э.Ш. Мурадова*
Компьютерная верстка *С.А. Серебряковой*

Оригинал-макет подготовлен
в Издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана.

В оформлении использованы шрифты
Студии Артемия Лебедева.

Подписано в печать 26.06.2026. Формат 70×100/16.
Усл. печ. л. 9,10. Тираж 70 экз.

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана.
105005, г. Москва, улица 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1.
press@bmstu.ru
<https://press.bmstu.ru>

Отпечатано в типографии МГТУ им. Н.Э. Баумана.
105005, г. Москва, улица 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1.

