

Аналитика сотрудничества в высшем образовании и профессиональной среде: систематический обзор подходов и теоретических оснований

Научная статья

DOI: 10.31992/0869-3617-2025-34-11-81-107

Кутузов Антон Игоревич – аспирант¹, Институт образования, директор центра маркетинга²,
ORCID: 0009-0007-8712-6018, aikutuzov@hse.ru

¹ Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия

Адрес: 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20;

² Тольяттинский государственный университет, Тольятти, Россия

Адрес: 445020, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Белорусская, д. 14

Богданова Анна Владимировна – канд. пед. наук, начальник отдела технологий онлайн-образования, ORCID: 0000-0002-3553-2272, Reseacher ID: GRO-7042-2022, a.bogdanova@tltu.ru

Тольяттинский государственный университет, Тольятти, Россия

Адрес: 445020, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Белорусская, д. 14

Аннотация. Статья посвящена обзору исследований в области аналитики сотрудничества (Collaboration Analytics) и их применению для анализа совместного обучения в высшем образовании. На основе систематического поиска и сопоставления работ выявлены ключевые конструкторы сотрудничества – участие, координация и когнитивная регуляция, а также подходы к их теоретической интерпретации. Показано, что в университетской практике наиболее востребованы данные об активности студентов в цифровых платформах (логи сообщений, временные метки, сетевые связи), результаты содержательного анализа коммуникации (кодирование дискурса, семантические карты), а также мультимодальные индикаторы взаимодействия (например, временные ряды действий и распределение ролей в группах). Для их обработки активно применяются методы сетевого анализа, эпистемической сетевой аналитики (ENA), машинного обучения и визуализации цифровых следов. Эти подходы позволяют преподавателям диагностировать командную динамику, формировать более точную обратную связь и поддерживать развитие метакомпетенций студентов. В качестве сравнительного контекста рассмотрены исследования корпоративной аналитики, что позволило выявить модели мониторинга и визуализации вклада участников, потенциально применимые в университетской среде. Практическая значимость результатов состоит в том, что обзор даёт преподавателям и исследователям в области образования инструменты для осмысленного выбора анали-

тических методов и индикаторов, а также очерчивает направления возможного переноса корпоративных практик в университетские модели совместного обучения. Для читателей интерес статьи заключается в систематизации разрозненных исследований и выявлении перспективных подходов, которые могут повысить качество групповой работы студентов и её оценки.

Ключевые слова: аналитика сотрудничества, совместное обучение с компьютерной поддержкой, CSCL, совместная работа с компьютерной поддержкой, CSCW, обратная связь

Для цитирования: Кутузов А.И., Богданова А.В. Аналитика сотрудничества в высшем образовании и профессиональной среде: систематический обзор подходов и теоретических оснований // Высшее образование в России. 2025. Т. 34. № 11. С. 81–107. DOI: 10.31992/0869-3617-2025-34-11-81-107

Collaboration Analytics in Higher Education and Professional Contexts: A Systematic Review of Approaches and Theoretical Foundations

Original article

DOI: 10.31992/0869-3617-2025-34-11-81-107

Anton I. Kutuzov – Ph.D. Student¹, Institute of Education, Director of the Center for Educational Marketing², ORCID: 0009-0007-8712-6018, aikutuzov@hse.ru

¹ National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russian Federation

Address: 20 Myasnitskaya str., Moscow, 101000, Russian Federation;

² Togliatti State University, Togliatti, Russian Federation

Address: 14 Belorusskaya str., Samara region, Togliatti, 445020, Russian Federation

Anna V. Bogdanova – Ph.D. (Pedagogical Sciences), Head of Online Education Technologies Department, ORCID: 0000-000-0002-3553-2272, Researcher ID: GRO-7042-2022, a.bogdanova@tltsu.ru

Togliatti State University, Togliatti, Russian Federation

Address: 14 Belorusskaya str., Samara region, Togliatti, 445020, Russian Federation

Abstract. The article presents a review of studies in the field of Collaboration Analytics and their application to the analysis of collaborative activities in higher education. Based on a systematic search and comparison of works, key constructs of collaboration we identified – participation, coordination, and cognitive regulation – as well as approaches to their theoretical interpretation. The findings show that, in university practice, the most in-demand data include records of student activity on digital platforms (message logs, timestamps, relational links), results of content analysis of communication (discourse coding, semantic mapping), and multimodal indicators of interaction (e.g., time series of actions and distribution of roles within groups). To process these data, methods of network analysis, epistemic network analysis (ENA), machine learning, and digital trace visualization are actively employed. These approaches enable instructors to diagnose team dynamics, provide more accurate feedback, and support the development of students' metacompetencies. As a comparative context, studies of corporate analytics were examined, which made it possible to

identify models of monitoring and visualization of participants' contributions that can potentially be transferred to the university setting. The practical significance of the results lies in providing educators and educational researchers with tools for the informed selection of analytical methods and indicators, as well as in outlining the possibilities of adapting corporate practices to university models of collaborative learning. For readers, the value of the article consists in systematizing fragmented research and identifying promising approaches that may enhance the quality of student group work and its assessment.

Keywords: collaboration analytics, cooperative analytics, computer-supported collaborative learning, CSCL, computer-supported cooperative work, CSCW, feedback

Cite as: Kutuzov, A.I., Bogdanova, A.V. (2025). Collaboration Analytics in Higher Education and Professional Contexts: A Systematic Review of Approaches and Theoretical Foundations. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 34, no. 11, pp. 81-107, doi: 10.31992/0869-3617-2025-34-11-81-107 (In Russ., abstract in Eng.).

Введение

Сотрудничество (кооперация, коллаборация) как характеристика совместной деятельности играет важную роль в образовании и признано одним из наиболее важных навыков XXI века, необходимых для успешного обучения и профессиональной эффективности¹, способствующим генерации идей, поддержанию инновации, усилению конкурентоспособности и повышению качества выполнения профессиональных задач. Исследования в области совместного обучения охватывают как обучение *в процессе сотрудничества*, так и обучение *сотрудничеству* [1]. Такая двойственность задаёт методологические рамки анализа совместного обучения, требуя учитывать как когнитивные результаты взаимодействия, так и развитие метанавыков сотрудничества при выборе индикаторов и интерпретации данных. На этом фоне формируется и активно развивается аналитика сотрудничества (АС; *Collaboration Analytics*), призванная средствами анализа цифровых следов изучать, описывать и улучшать процессы взаимодействия в образовательной и профессиональной средах. Её становление стало возмож-

ным благодаря распространению цифровых технологий фиксации и анализа данных о коммуникации, распределении ролей, активности и характере сотрудничества.

Впервые понятие *Collaboration Analytics* упоминается в 2015 году в работе А.Р. Анайи с соавторами в рамках изучения социальных сетей, образующихся в массовых открытых онлайн-курсах², где эти данные использовались, чтобы предупреждать преподавателей о студентах, испытывающих трудности. В более системной форме термин был применён Р. Мартинесом-Мальдонадо с соавторами [2] в исследованиях очной групповой коллаборации. Тогда АС была определена как «специальные техники и подходы, необходимые для автоматического (или полуавтоматического) сбора, анализа, обнаружения и выделения данных о взаимодействиях участников» [2]. В 2021 году авторы формально вводят понятие *Collaboration Analytics* как новый термин и предлагают рассматривать АС как «совокупность вычислительных методов, направленных на выявление значимых аспектов сотрудничества на основе разнородных данных о групповых

¹ Eblers U.D. Future skills and the future of higher education. URL: https://www.academia.edu/83459048/Future_Skills_and_the_Future_of_Higher_Education (дата обращения: 14.10.2025).

² Anaya A.R., Boticario J., Letón E., Hernández-del-Olmo F. An Approach of Collaboration Analytics in MOOCs Using Social Network Analysis and Influence Diagram. URL: https://www.educationaldatamining.org/EDM2015/uploads/papers/paper_234.pdf (дата обращения: 14.10.2025).

взаимодействиях, с целью предоставления учащимся, преподавателям и другим заинтересованным сторонам аналитических инсайтов, способствующих принятию обоснованных и педагогически целесообразных решений» [3]. Именно тогда была предложена концептуальная модель и описаны ключевые элементы нового направления, включая сбор и преобразование низкоуровневых «следов» в конструкты высшего порядка через теоретически обоснованные методы: АС сфокусирована на том, чтобы с помощью технологий зафиксировать различные характеристики групповой работы и преобразовать их в понятные интерпретируемые показатели. Некоторые исследователи [4] подчёркивают, что отличительной чертой АС является ориентация не только на описание и понимание коллективных процессов, но и на активную поддержку сотрудничества в реальных условиях на основе данных, определяя её цель не только как анализ того, как происходит взаимодействие, но и как разработку систем, которые помогут участникам и наставникам улучшить совместные процессы на основе объективной информации.

В университетском контексте аналитика сотрудничества приобретает особую значимость, поскольку позволяет отслеживать и развивать навыки, выходящие за пределы усвоения учебного содержания, способствует формированию у студентов умений работать в команде, распределять роли, аргументировать позицию и принимать коллективные решения – то есть тех метакомпетенций, которые определяют готовность к профессиональной деятельности. Для преподавателей АС становится инструментом, позволяющим оперативно выявлять трудности во взаимодействии студентов, корректировать задания и обеспечивать прозрачную обратную связь, что особенно актуально в условиях перехода университетов к цифровым и гибридным моделям образования.

АС комбинирует два подхода: анализ цифровых следов в платформенно-ориентированных средах (одномодальный анализ) и мультимодальную аналитику. В обоих случаях целью выступает генерация «действенных инсайтов» (*actionable insights*) – интерпретируемых аналитических выводов, которые не только описывают поведение участников, но и позволяют принять обоснованные педагогические и/или организационные решения. Такие инсайты способствуют рефлексии, обучению и оптимизации группового взаимодействия [3; 5; 6], представляют собой аналитические выводы, которые напрямую указывают на возможные шаги для оптимизации образовательного процесса и отличаются от традиционной обратной связи, которая преимущественно информирует участников о текущем состоянии или результатах их деятельности.

Трактовка АС варьируется в зависимости от исследовательского контекста. В высшем образовании, в частности в совместном обучении с компьютерной поддержкой (*Computer-Supported Collaborative Learning, CSCL*), акцент делается на анализ взаимодействия учащихся в процессе обучения. В этом случае АС можно понимать как расширение учебной аналитики (*Learning Analytics, LA*) на уровень группы: сбор и анализ данных о действиях нескольких учащихся для понимания и оптимизации их совместного обучения [6]. Согласно П. Дилленбургу [7], в области CSCL под совместным обучением понимаются любые ситуации, где двое или более учащихся учатся или пытаются учиться вместе. Соответственно, АС в образовании фокусируется на небольших группах учеников, работающих над общими задачами, и на том, как с помощью данных поддержать их взаимодействие и обучение. Напротив, в исследованиях командной работы и сотрудничества в профессиональной среде (например, в области CSCW – *Computer-Supported Cooperative Work* и науке о командах) акцент смещается на бизнес-контекст (группы в

организациях и производственных коллективах) и цифровые следы, собираемые в системах совместной работы (например, *Atlassian*³, *SharePoint*⁴) [8]. Мы рассматриваем АС как единое исследовательское поле, что предполагает переносимость идей и возможность взаимного обогащения подходов. Расширение фокуса представляется полезным для развития АС в высшем образовании, поскольку позволяет интегрировать успешные практики и методы из профессиональных контекстов.

Аналитика сотрудничества в высшем образовании зачастую выступает вне устойчивых концептуальных рамок, что ограничивает интерпретацию цифровых следов и снижает их применимость [6]. Отсутствие теоретической опоры порождает проблему ошибочной интерпретации корреляций как причинно-следственных связей, а локальных паттернов – как универсальных моделей обучения [9]. Рост доступности цифровых следов и широкое распространение новых методов анализа сопровождается возникновением новых форм предвзятости: исследователи сосредотачиваются на признаках, которые легко извлекаются, но не отражают существенные аспекты кооперации («эффект фонаря») [10]. Растёт применение непрозрачных моделей («чёрных ящиков»), обученных на ограниченных или нерепрезентативных выборках, что может приводить к искажённым выводам. Отсутствуют стандартизированные практики сбора, обработки данных и представления отчётности, что затрудняет сопоставление и воспроизводимость исследований [11]. Не существует согласованного определения качества сотрудничества и общепринятых индикаторов его успешности, что затрудняет кумуляцию знаний и сопоставление эмпирических результатов в области АС.

Систематические обзоры литературы, посвящённые АС, фокусируются на отдельных

аспектах и отражают растущий интерес к пониманию и поддержке сотрудничества на основе данных. С. Прахарадж и его коллеги [12] провели обзор 88 исследований, касающихся АС с применением мультимодальных данных. Авторы предложили концептуальную модель, основанную на сценарном подходе, которая, как они отмечают, носит предварительный характер и не является полной в рамках заведомо узкого фокуса и охватывает исключительно очные взаимодействия и мультимодальные данные. Схожим образом Б. Шнайдер и его соавторы [13] выполнили обзор 74 экспериментальных исследований (2010–2020 гг.), посвящённых мультимодальной АС с применением высокочастотных сенсорных данных. В систематическом обзоре М. Гуитерт Катакус и её коллег [5] проанализированы 87 статей за 2018–2022 гг. с фокусом на анализ методологии исследований этических аспектов и прав и возможностей педагогов и учащихся. Обзор не систематизирует литературу, где конструируются взаимодействия участников (кооперация, координация, регуляция) и теоретические рамки являются основным объектом анализа. В исследовании С. Хуанга и К. Очоа [6] проведён целевой обзор существующих систем АС, предназначенных для развития навыков сотрудничества в очном обучении без рассмотрения контекстов удалённого/онлайн-взаимодействия.

Отдельно следует упомянуть обзорную статью П. Шуберт [8], которая обращается к АС в корпоративных и организационных контекстах. В отличие от рассмотренных выше исследований, сосредоточенных на образовательной сфере, Шуберт провела углублённый обзор публикаций, изучающих использование корпоративных систем для совместной работы (*Enterprise Collaboration Systems, ECS*) и методов анализа цифровых следов взаимодействия. На основе обзора предложена классификация исследований

³ URL: <https://www.atlassian.com/ru> (дата обращения: 14.10.2025).

⁴ URL: <https://microsoft.sharepoint.com/> (дата обращения: 14.10.2025).

по шести тематическим направлениям, названным «областями аналитики сотрудничества», актуализирован и расширен ранее предложенный тем же автором концептуальный каркас, призванный обеспечить более стандартизированный и долгосрочный мониторинг совместной работы в организациях. В отечественной практике можно найти примеры, перекликающиеся с логикой АС: от изучения коллегиального оценивания до попыток зафиксировать и интерпретировать цифровые следы командного взаимодействия, например, у Н.Н. Дацун [14], П.А. Балышева [4], С.К.У. Рузибова и А.В. Демидова [15], Т.В. Сухановой [16].

Каждая из работ внесла вклад в обобщение знаний в своём сегменте. Однако их ограничения указывают на существенный пробел: до сих пор не предпринималось попытки интегрировать результаты исследований сотрудничества из разных доменов в единой рамке. Отсутствие единой теоретической модели делает особенно важным осмысление и обобщение зарубежного и российского опыта, а систематизация наработок позволит сформировать траекторию развития аналитики сотрудничества. Настоящее исследование направлено на систематизацию существующих исследований АС, классификацию используемых конструктов, единиц анализа и контекстов, изучение способов интеграции теоретических рамок в применяемые аналитические подходы с целью формирования целостной концептуальной модели аналитики сотрудничества.

Цель нашего обзора – выявить и осмыслить ключевые конструкты сотрудничества в высшем образовании, определить их теоретические интерпретации и сопоставить с практиками профессиональной среды как продолжения университетской подготовки. Особое внимание уделяется типам данных, индикаторам и методам анализа, а также потенциалу переноса

подходов из корпоративного контекста в университетскую практику. Исходя из поставленной цели, были сформулированы исследовательские вопросы:

1) Какие ключевые конструкты сотрудничества выделяются в исследованиях АС в высшем образовании, и как они соотносятся с подходами, применяемыми в корпоративной среде как естественном продолжении образовательной подготовки?

2) Как особенности университетского обучения влияют на выбор аналитических подходов и интерпретацию результатов?

3) Как результаты исследований АС в высшей школе соотносятся с практиками корпоративной аналитики, и какие элементы профессионального опыта могут быть адаптированы для усиления университетских моделей совместного обучения, чтобы обеспечить преемственность между подготовкой студентов и их будущей профессиональной практикой?

4) Как соотносятся применяемые в АС типы данных и методы анализа с практиками предоставления обратной связи участникам образовательного процесса в университетах?

5) Как цели совместной обучения в высшем образовании определяют выбор индикаторов и способов представления данных, и каким образом эти индикаторы используются далее в профессиональном контексте?

Данные и методы

Систематический обзор литературы проводился по стандарту *PRISMA*⁵ с элементами библиометрического анализа и методологии синтеза.

Поиск статей осуществлялся в апреле – мае 2025 г. в научных базах *Scopus*, *Web of Science*, *Google Scholar*, *eLibrary.ru* (для отечественных исследований). Использовались следующие поисковые запросы (в различных комбинациях), позволяющие охватить всю область АС и разные контексты:

⁵ URL: <https://www.prisma-statement.org/> (дата обращения: 14.10.2025).

Таблица 1

Критерии включения и исключения исследований

Table 1

Inclusion and Exclusion Criteria for Studies

Критерий	Критерии включения	Критерии исключения
Тип публикаций	Рецензируемые статьи, обзоры, доклады конференций	Главы книг, отчёты по выполнению грантов
Наличие эмпирической базы	Исследования содержат количественные, качественные или смешанные данные, подтверждающие выводы	Обзорные и теоретические исследования
Тематика	Исследования, в которых изучается групповое взаимодействие (collaboration) на основе цифровых следов, включая AC, LA с групповым фокусом, CSCL, CSCW и др.	Отсутствие группового фокуса, отсутствие цифровых следов взаимодействия
Контекст	Исследования в высшем образовании и профессиональном контексте	Дошкольное, школьное, дополнительное образование детей; неформальное обучение, онлайн-сообщества без образовательной или профессиональной направленности
Период публикации	2015–2025 гг. (с момента первого явного упоминания термина AC)	
Язык	Русский и английский	

• *collaboration analytics OR collaborative learning analytics OR multimodal collaboration analytics OR group learning analytics OR team learning analytics*;

• *team learning OR collaborative learning OR enterprise collaboration OR group collaboration AND learning analytics*.

После удаления дубликатов аннотации статей оценивались на предмет релевантности в соответствии с критериями, приведёнными в таблице 1.

Были проведены отбор публикаций по заголовкам и аннотациям, чтение полного текста и экспертная оценка релевантности содержания, по итогам которой была сформирована итоговая выборка.

Данные, выгруженные из поисковых систем в формате RIS⁶, были обработаны с использованием библиографического менеджера Zotero⁷ и загружены в программное обеспечение VOSviewer⁸, предназначенное для построения и визуализации библиометрических карт.

Для содержательного анализа и интерпретации результатов эмпирических статей в качестве концептуального ориентира использовался подход, предложенный Р. Мартинесом-Мальдонадо с соавторами [3]. Предложенная модель ориентирована на создание «мостов» между низкоуровневыми данными и педагогическими теориями и включает следующие ключевые компоненты:

- теоретические основания и дизайн обучения (задачи кооперации);
- типы данных и следов (например, действия в LMS, коммуникация в форумах, сенсорные данные);
- конструкции более высокого порядка, интерпретируемые на основе цифровых следов (например, участие, равенство, координация);
- единицы анализа (индивидуальный, групповой, межгрупповой уровни);
- получатели обратной связи (студенты, преподаватели, исследователи, проектировщики).

⁶ URL: <https://docs.fileformat.com/misc/ris/> (дата обращения: 14.10.2025).

⁷ URL: <https://www.zotero.org/> (дата обращения: 14.10.2025).

⁸ URL: <https://www.vosviewer.com/> (дата обращения: 14.10.2025).

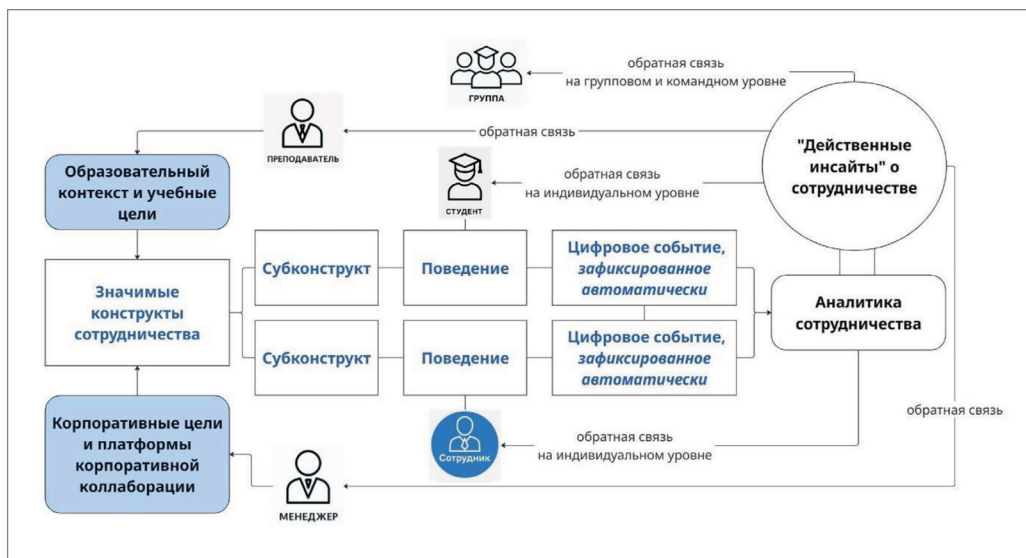


Рис. 1. Концептуальная модель аналитики сотрудничества, адаптированная к корпоративному контексту на основе работ Р. Мартинеса-Мальдонадо с соавт. [5], А. Уайз с соавт. [11]
 Fig. 1. Conceptual Model of Collaboration Analytics Adapted to the Corporate Context Based on the Works of R. Martinez-Maldonado et al. [5], A. Wise et al. [11]

Выбранный подход (Рис. 1) позволил структурировать систематический обзор по нескольким аналитическим осям (данные – конструкты – уровни анализа – контексты – обратная связь) и обеспечил основу для сопоставления исследований из различных дисциплин, включая как высшее образование, так и корпоративные среды.

Руководствуясь предложенной концептуальной моделью, авторы независимо друг от друга заполняли таблицы экстракции, анализируя полный текст статей по критериям, соответствующим исследовательским вопросам, с последующим сравнительным анализом по осям: контекст – конструкты сотрудничества – данные – уровни анализа – обратная связь.

На финальном этапе были выполнены группировка статей по типу среды (образовательная/профессиональная), выделение типичных и уникальных сочетаний данных, методов и конструктов, оценка степени интеграции теоретических рамок, выявление существующих пробелов и направлений для развития АС.

Результаты

В систематический обзор вошло 41 исследование, посвящённое аналитике сотрудничества (Рис. 2). Около половины всех исследований вышло после 2019 г., пика их количество достигло к 2024 г., что отражает рост интереса к АС.

Большинство исследований выполнено в образовательном контексте – 3/4 статей рассматривает уровень высшего образования (бакалавриат и магистратура) и различные подходы: проектное обучение, проблемно-ориентированное обучение, смешанное обучение (*blended learning*), групповые онлайн-дискуссии и др. Несколько исследований [2; 17; 18] посвящены специализированным учебным сценариям: симуляционное обучение (например, обучение медсестёр с использованием симуляций), игровые среды для совместного решения задач, хакатон-мероприятия и т. п.

Контекст оказывает влияние на проблематику исследований: в высшем образовании аналитика сотрудничества традиционно нацелена на улучшение учебных результатов

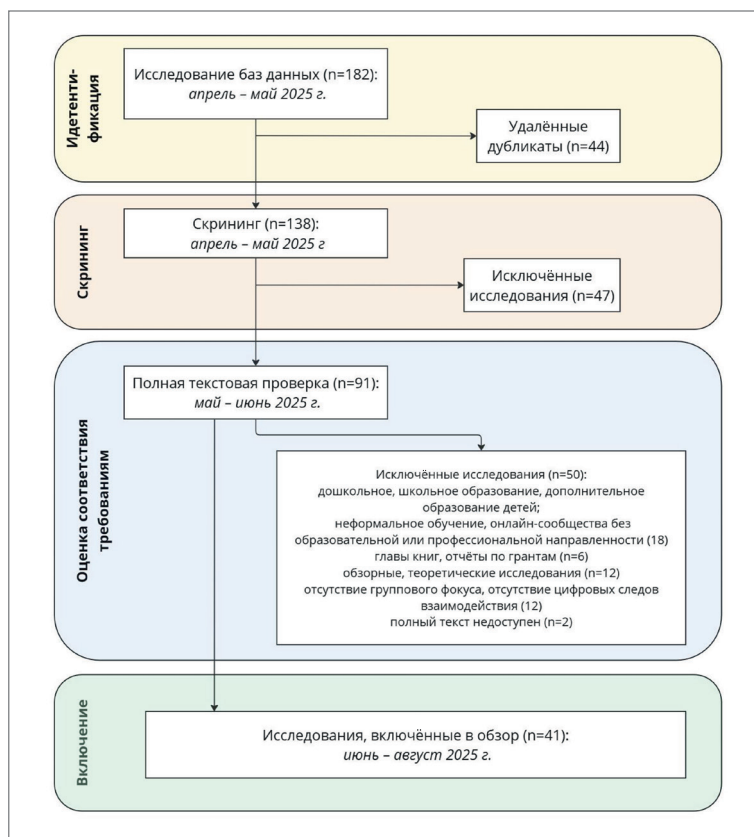


Рис. 2. Этапы включения исследований в обзор: от идентификации до окончательного отбора (апрель – август 2025 года)

Fig. 2. Stages of Study Inclusion in the Review: From Identification to Final Selection (April – August 2025)

и развитие навыков командного взаимодействия студентов, тогда как в корпоративной среде упор делается на повышение эффективности совместной работы и управления знаниями в организациях [19]. Лишь немногие работы можно отнести к «смешанному» контексту, объединяющему обучение и профессиональную деятельность [20]. Модели, построенные для одного контекста, часто не работают при переносе в другой, если не учитывать специфику целей и условий [21]. Обзор охватывает оба домена применения аналитики сотрудничества, что позволяет выявить как её общие основания, так и контекстуально обусловленные различия.

Библиометрическое картирование области аналитики сотрудничества

С целью тематического анализа области с помощью специализированного программного продукта VOSviewer⁹ нами была построена карта ключевых слов (Рис. 3), организованная следующим образом: цвета обозначают смысловые группы понятий, автоматически сгруппированные на основе тематической близости; размер узлов показывает, насколько часто то или иное слово встречалось в проанализированных статьях; толщина линий между словами отражает, насколько часто они упоминаются вместе.

⁹ URL: <https://www.vosviewer.com/> (дата обращения: 14.10.2025).

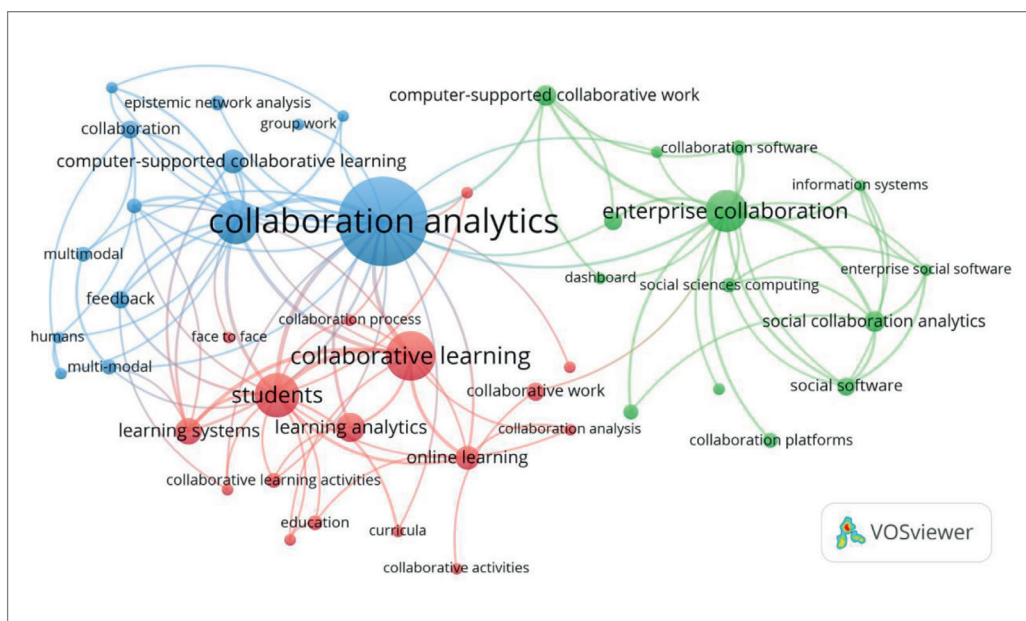


Рис. 3. Карта ключевых слов исследований АС (минимальное количество упоминаний в библиографической базе – 4)

Fig. 3. Keyword Map of Collaboration Analytics Studies (Minimum Number of Mentions in the Bibliographic Database – 4)

Красный кластер связан с обучением, синий – с аналитическими методами, зелёный – с корпоративными системами. Центральное положение термина *collaboration analytics* подчёркивает его объединяющую роль. В кластере, обобщающем исследования АС в высшем образовании, заметна тесная связь между терминами *feedback* и *multimodal*, отражающая интерес к использованию мультимодальных данных для персонализированной обратной связи. Термин *students* связан как с обучением, так и с цифровыми форматами, что указывает на фокус исследований на онлайн-среде. Кластеры корпоративного и образовательного сотрудничества слабо пересекаются, подчёркивая разрыв между академическим и бизнес-контекстами. Наличие термина *humans* указывает на сохранение внимания к человеческому фактору, тогда как такие категории, как *curricula* и *education*, отнесены к периферии, что может свидетельствовать о смещении акцента на поведенческие и технические аспекты.

Чтобы охватить более широкий понятийный спектр и обнаружить менее частотные, но значимые термины, мы визуализировали карту ключевых слов с пониженным порогом включения (3 упоминания) (Рис. 4).

Красный кластер – исследования мультимодальной аналитики сотрудничества, а также анализ пространственных и поведенческих паттернов групповой работы и обратной связи. Зелёный кластер соответствует корпоративной и социальной коллаборации. Синий отражает исследования онлайн-обучения и смешанных форматов, сосредоточенные на анализе цифровых следов и паттернов взаимодействия. Фиолетовый кластер выполняет роль методологического ядра, объединяя фундаментальные концепты АС, CSCL и методы искусственного интеллекта. Оранжевый кластер включает подходы когнитивного и сетевого анализа, в частности сетевой анализ эпистемических структур (ЕНА) и проектирование совместного обучения (*learning design*), направлен-

- иное: встречаются ссылки на коннективизм, методологию *Scrum* (в учебных проектах по разработке ПО) [29], поведенческие модели взаимодействия [31; 32] и др.

Отдельные исследования комбинируют несколько теорий, создавая сложные рамки. Например, Р.О. Альшавабке и её соавторы [33] сочетают ресурсный подход с концепцией цифровой коллаборации, а З. Свицки [17] – концепцию межличностной взаимозависимости в совместном решении задач (*Collaborative Problem Solving, CPS*) и теорию общих ментальных моделей. Исследуемые аспекты включают: вовлечённость/участие (*engagement/participation*), координацию в группе (распределение ролей, согласованность действий), совместную регуляцию (совместное планирование, мониторинг и рефлексия), качество коммуникации (например, наличие взаимных вопросов, пояснений), распределение вклада участников, а также коллективные результаты (общие артефакты решения задач). Многие авторы формулируют свой целевой конструкт явно – например, «уровень вклада» [20], или вводят новые понятия – «тип рабочего пространства» [28] (для классификации паттернов взаимодействия в корпоративной сети). Вместе с тем не все исследователи чётко предъявляют теоретическую основу (рамку). Большая часть работ (51,2%) строится преимущественно на анализе данных с поверхностными ссылками на концепции сотрудничества.

Качество взаимодействия может проявляться в различных контекстуально зависимых индикаторах. Разные сценарии совместного обучения и работы требуют учёта разных признаков, состав которых определяется как структурой задач сотрудничества, так и его целями. Базовые параметры состава группы (например, наличие экспертов, инициативность участников) и характер поведения (например, доминирование, раппорт (взаимопонимание или чувство общности)) существенно влияют на качество кооперации. Так, группы с низким уровнем доминирования демонстрируют более сбалансиро-

ванное и продуктивное взаимодействие [34]. Таким образом, для осмысленного анализа необходимо определение и приоритизация специфических индикаторов, зависящих от конкретного контекста взаимодействия, а значит, операционализация конструктов сотрудничества должна быть теоретически обоснована и учитывать разнообразие сценариев, целей и структурных особенностей групповой работы. В статьях, вошедших в обзор, поднимается данная проблема: почти четверть работ (24,4%) обсуждает валидность и обобщаемость индикаторов сотрудничества. В области АС не сформировалось единое мнение, как, например, измерять «успешность» кооперации и коллаборации. Применительно к каждой конкретной ситуации предлагаются специфические метрики, функционирование которых не валидировано в отличных условиях [6]. Сопоставимость конструктов с индикаторами ограничена из-за различий в подходах к определению и теоретических основах.

Все изученные исследования опираются на цифровые следы, однако источники этих данных различаются (Рис. 5):

- лог-файлы и события в учебных платформах (*LMS*, форумы и пр.) – число просмотров ресурсов, сообщений в форумах, переходы по ссылкам, переписки и т. д.;
- мультимодальные данные – ряд работ выходит за рамки текстовых логов, собирая звуковые, визуальные и физиологические сигналы, например, Г. Корнид-Рейес и его соавторы [29] анализировали акустические данные совместной работы (кто и сколько говорит в группе, частота реплик), Ч. Го и Р. Бармаки [35] – данные взгляда / направления взгляда участников (с помощью видео- и нейросетевого анализа), Д. Спикол и его коллеги [36] комбинируют носимые сенсоры, жесты или перемещения, дополняя отражение оффлайн-аспектов сотрудничества;
- артефакты совместной деятельности, например, созданные в группе продукты – концептуальные карты, совместно написанные тексты, коды программ [37];

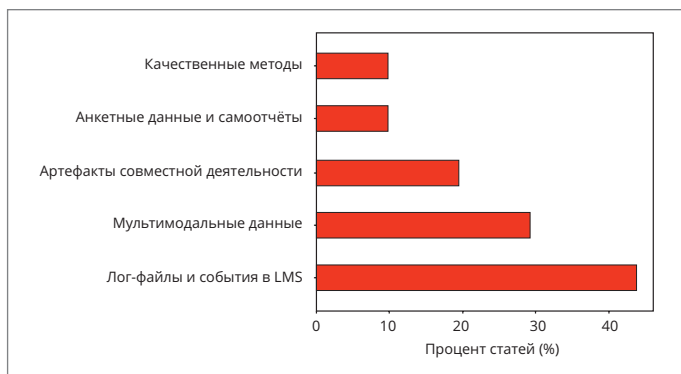


Рис. 5. Источники и типы данных в исследованиях АС
Fig. 5. Data Sources and Types in Collaboration Analytics Studies

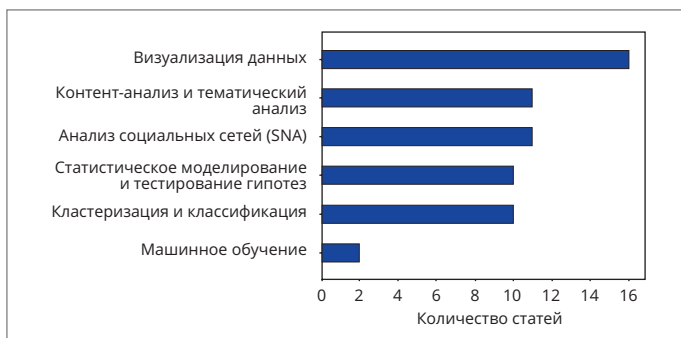


Рис. 6. Методы анализа данных в исследованиях АС
Fig. 6. Data Analysis Methods in Collaboration Analytics Studies

- анкетные данные и самоотчёты;
- качественные методы сбора данных (как дополнение к цифровым следам).

Методы анализа данных отражают междисциплинарный характер аналитики сотрудничества, сочетая статистические, вычислительные, количественные и качественные подходы. Среди основных методов выделены (Рис. 6):

- SNA – построение графов взаимодействия и вычисление метрик центральности, плотности сети и пр., на основании логов;
- алгоритмы кластеризации для группировки по паттернам взаимодействия;
- статистическое моделирование и гипотезное тестирование;
- машинное обучение (редко упоминаются, авторы отмечают риск ограниченной интерпретации моделей);

- контент-анализ и тематический анализ с привлечением экспертов;
- визуализация данных.

Из-за отсутствия единых стандартов (разные платформы, метрики) воспроизводимость и сопоставимость результатов между исследованиями остаётся низкой. Без согласованных практик сбора и обработки данных трудно напрямую сравнивать выводы разных авторов – эта проблема отражена и в отдельных рассмотренных статьях, где авторы часто вводят собственные метрики и ограничиваются контекстом своего эксперимента.

Большинство исследований анализируют сотрудничество на одном или нескольких уровнях:

- индивидуальный уровень важен для понимания, как характеристики отдельных

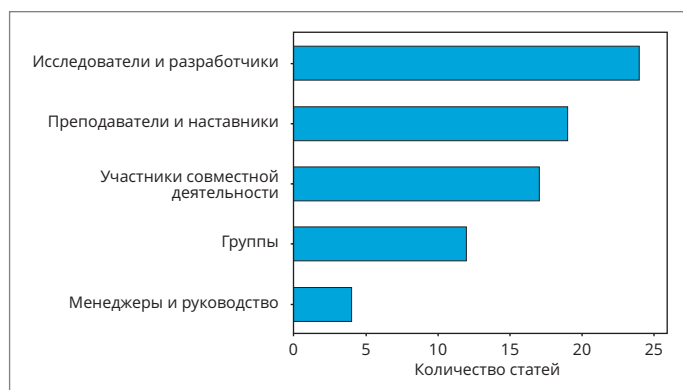


Рис. 7. Целевая аудитория обратной связи по результатам исследований
Fig. 7. Target Audience of Feedback Based on Research Findings

учащихся (их активность, навыки, роли) влияют на общий процесс, и рассмотрен почти во всех представленных работах (порядка 88%);

- групповой уровень, где единицей становится небольшая группа (команда, проектная группа, дискуссионная группа), анализируется в 62,5% исследований;
- сетевой (межгрупповой) уровень явно присутствует в 29% исследований.

Это позволяет видеть целостную картину, учитывая разные грани взаимодействия, в соответствии с современным пониманием, что АС должна охватывать и личный вклад, и групповую динамику, и контекст сообщества [38].

Конструкты выступают связующим звеном между исследованиями и практикой, делая возможной дальнейшую персонализацию анализа и применение результатов в реальном процессе сотрудничества, открывая путь к формированию целенаправленной обратной связи различным категориям участников совместной деятельности (Рис. 7):

- участники получают формирующую обратную связь в виде дашбордов, метрик и рекомендаций для осмысления и развития навыков сотрудничества;
- преподаватели и наставники получают аналитические сводки и визуализации, позволяющие отслеживать прогресс групп и адаптировать педагогические стратегии;

• группы получают коллективную обратную связь для совместной рефлексии и улучшения взаимодействия на основе объективных метрик;

• часть работ формирует рекомендации для научного сообщества и разработчиков аналитических инструментов, выявляя проблемы и направления исследований;

• менеджеры и руководство получают инсайты для оценки эффективности команд и принятия решений.

Для определения типовых конструктов, описывающих поведение участников кооперации в терминах фундаментальных теорий, проведён контент-анализ эмпирических исследований, включённых в обзор. Рассмотрены фрагменты, в которых авторы прямо формулировали ключевые концепты, используемые для интерпретации поведения обучающихся и указывали, какие действия и цифровые следы легли в основу для таких интерпретаций. Конструкты систематизировались по их смысловому содержанию и были сгруппированы по преобладающим теоретическим рамкам, сопоставлены с типами цифровых индикаторов, используемых в соответствующих работах. Результаты представлены в *таблице 3*, где отражены основные категории конструктов, их конкретные проявления в эмпирических данных и теоретический контекст, в рамках которого они осмысливаются. Эта таблица представляет

Таблица 3

Table 3

Обобщённые категории конструкторов и соответствующие им цифровые следы в обучающих и профессиональных средах

Generalized categories of constructs and their corresponding digital traces in educational and professional settings

Теоретический и методологический контекст	Значимые конструкторы и субконструкторы сотрудничества	Тип контекста	Фиксируемые цифровые события	Методы анализа и интерпретации	Примеры работ
СоР и ситуативное обучение	Тип рабочего пространства, поведенческая вовлечённость, сплочённость, социальные структуры, обмен знаниями	Образовательный, профессиональный	Действия пользователей, реплики, типы взаимодействий	Структурированные кейс-исследования, SNA, NLP, кластеризация	[23; 28]
Теории совместного обучения (CSCW), когнитивизм, когнитивное присутствие	Взаимопонимание, управление диалогом, обмен информацией, достижение консенсуса, эффективность сотрудничества, участие, уровень вклада	Образовательный	Действия с артефактами, лог-файлы, реплики	Статистика, кластеризация, визуализация, SNA, NLP, тематический анализ, классификация, машинное обучение	[19; 25]
CPS	Координация, взаимозависимость, взаимодействие, обмен, синхронизация	Образовательный, профессиональный	Реплики, типы взаимодействий	ENA, LMM; анализ корреляций, NLP, сегмент-анализ	[17]
Саморегулируемое обучение (Self-Regulated Learning) и совместная регуляция	Мотивация, вовлечённость, эмоциональный отклик, рефлексия, участие, обмен знаниями, социальная регуляция, когнитивная регуляция	Образовательный, профессиональный	Реплики, анкеты	Статистика, качественный анализ, кластеризация	[1; Worsley, Ochoa, 2020 ¹]
Сетевая теория	Лидерство, сплочённость, взаимодействие, участие	Образовательный	Графы взаимодействий, лог-файлы, реплики	Анализ логов, графов, аннотаций, визуализация, процесс-майнинг, SNA, валидация.	[22; 26]
CSCW и корпоративные рамки	Тип рабочего пространства, тип взаимодействия, корпоративное обучение, профессиональное сообщество, используемые системы, паттерны взаимодействия, обмен знаниями	Профессиональный	Действия пользователей, типы взаимодействий	Обзор, кейс-стади, интервью, наблюдение, анализ логов, визуализация, агрегирование метрик.	[28; 37]
Человеко-центричная аналитика	Коммуникация, координация, вовлечённость, сотрудничество, несогласие, взаимодействие, социальная регуляция, когнитивная регуляция	Образовательный	Видеозаписи, действия пользователей, реплики	Качественные методы, статистика	[45; Worsley, Ochoa, 2020]
MMLA	Коллаборация, коммуникация, продуктивность, качество сотрудничества, речевая активность, совместное внимание, активное слушание	Образовательный	Совместные действия над объектами, количество и частота сообщений, синхронность и согласованность, реплики и их количество	Качественные методы, анализ времени речи, количества вмешательств, показателей SNA, статистик, извлечение признаков из мультимедиа-данных	[30; 31]

¹ Worsley M., Ochoa X. Towards Collaboration Literacy Development through Multimodal Learning Analytics. URL: https://tiilt.northwestern.edu/assets/papers/towards_collaboration_literacy_2020.pdf (дата обращения: 14.10.2025).

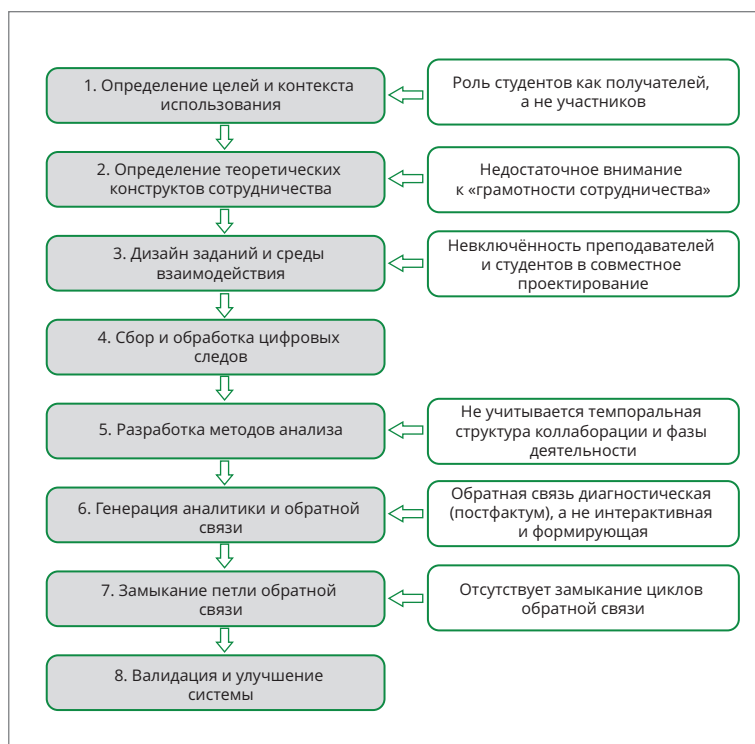


Рис. 8. Карта дефицитов в проектировании аналитики сотрудничества

Fig. 8. Map of Gaps in the Design of Collaboration Analytics

собой практическую реализацию логики, представленной на рисунке 1: здесь показано, как теоретические конструкторы (субконструкторы) интерпретируются через наблюдаемое поведение и конкретные цифровые события в данных, и какие аналитические методы применяются для их анализа.

Исследования в контексте высшего образования остаются основным полем применения АС, с разнообразием теоретических рамок и исследовательских акцентов. Так, АС используется для изучения взаимодействия, регуляции, вовлечённости, когнитивного присутствия и продуктивности групповой работы. Теоретические рамки *CSCW* и *CoP* акцентируют внимание на рабочих пространствах и типах взаимодействия. Отдельные исследования представлены в гибридном формате, подчёркивают универсальность конструкторов и инструментов АС и открывают возможности трансфера решений

и подходов между образовательными и профессиональными сценариями.

В 19,5% работ [4; 12; 18; 24; 36; 44; 45] подчёркивается, что эффективная обратная связь требует дизайна на основе педагогических принципов и теоретического обоснования, иначе даже правильные по сути метрики могут остаться невостребованными. Теоретические рамки позволяют перейти от сырых цифровых следов к осмысленным индикаторам сотрудничества, отражающим как поведенческие, так и когнитивные аспекты группового взаимодействия [46].

Однако для того, чтобы системы АС эффективно работали в реальных условиях, необходимо учитывать не только теоретические основы, но и практические этапы их формирования. Это подводит нас к необходимости выстраивания целостной логики проектирования инструментов аналитики

Таблица 4

Этапы разработки системы аналитики сотрудничества

Table 4

Stages in the Development of a Collaboration Analytics System

Этап	Перечень операций
1. Определение целей и контекста использования	1) выбор образовательного или профессионального контекста; 2) определение цели аналитики (диагностика качества коллаборации, формирование навыков совместной работы, предоставление обратной связи); 3) определение ключевых заинтересованных сторон;
2. Определение теоретических конструктов	4) определение высокоуровневых конструктов коллаборации в обозначенном контексте; 5) уточнение субконструктов, которые можно операционализировать на основе наблюдаемых индикаторов; 6) определение связи с образовательной теорией;
3. Дизайн заданий и среды взаимодействия	7) проектирование задач совместной деятельности (проектные, проблемные, симуляции), которые генерируют осмысленные цифровые следы; 8) конструирование структуры взаимодействия (роли участников, сценарии работы, последовательность задач, возможные коммуникативные паттерны); 9) включение скриптов или протоколов совместной деятельности участников, чтобы облегчить интерпретацию данных;
4. Сбор и обработка цифровых следов	10) определение источников данных в заданном контексте; 11) организация многоуровневого процесса обработки: сбор низкоуровневых следов; выделение поведенческих индикаторов; операционализация к образовательным конструктам;
5. Разработка методов анализа	12) определение статистических, аналитических и вычислительных методов, релевантных собранным данным; 13) обеспечение интерпретации данных в соответствии с теоретическими конструктами;
6. Генерация аналитики и обратной связи	14) формирование на основе методологии аналитики обратной связи (feedback analytics) интегрированных показателей, отражающих состояние сотрудничества; 15) формирование действенной обратной связи для всех участников совместной деятельности; 16) разработка визуализаций и дашбордов;
7. Замыкание петли обратной связи	17) обеспечение возможности педагогических/организационных решений на основе аналитики; 18) изменение ролей участников, структуры задач; 19) рекомендации по стратегии сотрудничества; 20) адаптивные подсказки, встраивающиеся в процесс сотрудничества в реальном времени с целью корректировки группового взаимодействия (и др.);
8. Валидация и улучшение системы	21) сопоставление аналитических выводов с качественной и экспертной оценкой; 22) проверка валидности соотнесения данных с образовательными конструкторами.

сотрудничества. С этой целью были выделены ключевые этапы и операции формирования системы АС с учётом двух исследовательских контекстов (Табл. 4), а также обозначены лакуны, проявляющиеся на каждом из этапов (Рис. 8).

Таким образом, систематизированы ключевые этапы и компоненты АС, что связывает источники цифровых следов с методами интерпретации и форматами обратной связи. Структурированная рамка позволяет рассматривать АС не как набор разрознен-

ных инструментов, а как целостный аналитико-педагогический механизм. В университетской среде её применение открывает новые возможности для согласованного проектирования обучения, мониторинга групповой динамики, персонализированной поддержки и управленческих решений, основанных на данных. Интеграция лучших практик корпоративной АС в эту рамку способствует переходу от локальной диагностики к стратегической поддержке совместной работы и программ подготовки, выстраивая на всех уровнях – от индивидуального до институционального – более осмысленную и целенаправленную аналитику.

Выводы и направления будущих исследований

Проведённый систематический обзор позволил оценить, насколько существующие исследования в области АС охватывают ключевые аспекты, отражённые в концептуальной модели, и выявить перспективы для дальнейшего развития этой междисциплинарной области. В результате поиска ответа на первый исследовательский вопрос было установлено, что, несмотря на наличие общепринятых понятий, лишь половина работ опирается на чётко артикулированные теоретические основания. Конструкты либо формулируются постфактум, на основе данных, либо используются интуитивно, без связи с педагогическими или организационными теориями, что ограничивает глубину интерпретации результатов и усложняет сравнение выводов между исследованиями. В исследованиях высшего образования АС чаще всего выделяются такие конструкты, как участие, координация, совместная и когнитивная регуляция, активное слушание, совместное внимание, распределение вклада и качество коммуникации. В профессиональных средах акцент делается на вовлечённость, обмен знаниями, паттерны взаимодействия и организационную эффективность. Для интерпретации цифровых следов применяются различные рамки: социальный

конструктивизм, *CSCL*, модели совместной регуляции, теория совместного решения задач (*CPS*), сообщества практики (*CoP*), *CSCW* и организационные теории.

Относительно ответа на второй поставленный вопрос, связанный с влиянием контекста на выбор аналитических подходов и интерпретацию результатов, было выявлено, что контекст существенно влияет как на выбор источников данных, так и на аналитическую составляющую. Несмотря на близость исследуемых явлений, практики редко переносятся между контекстами, что ограничивает обобщаемость результатов и потенциал межсредового обмена. В высшем образовании АС направлена на диагностику и развитие навыков сотрудничества студентов, поэтому акцент делается на цифровые и мультимодальные данные (речь, действия, логи *LMS*), анализ взаимодействий в группах и формирующую обратную связь.

Относительно ответа на третий вопрос о том, как между собой соотносятся или как взаимосвязаны исследования АС в высшем образовании и профессиональных контекстах, обзор показал, что в обоих доменах применяются схожие инструменты (*SNA*, мультимодальные данные, визуализации), но интерпретируют их по-разному: в высшем образовании – через призму развития навыков, в бизнесе – через призму эффективности. Несмотря на слабое пересечение исследовательских кластеров, наметились «мосты», например, использование дашбордов и аналитических панелей как в университетах, так и в корпоративных средах.

При рассмотрении четвёртого вопроса, связанного с типами данных и аналитических методов, применяемыми в АС, для предоставления обратной связи и их ролью в описании конструктов на разных уровнях анализа, обзор показал наличие широкой методологической палитры. Методы варьируются от базовых статистических процедур до продвинутых техник визуализации, *SNA*, *ENA* и машинного обучения. Однако только в части работ прослеживается про-

зрачная логика перехода от цифрового события к поведенческому паттерну и далее – к теоретически обоснованному субконструкту. Связь между данными, методами и уровнями анализа часто остаётся имплицитной. Источники данных варьируются, трансформируются в практики обратной связи: студентам – формирующие дашборды и рекомендации, преподавателям – аналитические отчёты и визуализации, менеджерам и *HR*-специалистам – метрики продуктивности и вовлечённости. Несмотря на декларируемую ориентацию на поддержку участников взаимодействия, большинство решений ориентированы на преподавателей и исследователей. Подходы, включающие элементы студентоцентричного дизайна или совместного анализа метрик, находятся в стадии становления.

Рассматривая пятый вопрос о влиянии целей сотрудничества на индикаторы и представление данных, мы выявили, что метрики и визуализации не разрабатываются универсально, а адаптируются под конкретные сценарии. При этом набор индикаторов варьируется от простых количественных показателей активности до сложных индексных конструкций, однако в ряде случаев отсутствует их эмпирическая проверка за пределами исходного контекста. В университетских сценариях индикаторы выбираются для оценки участия, баланса вклада и когнитивной регуляции; данные чаще представляются в наглядных формах для рефлексии. В корпоративных сценариях ключевыми становятся показатели вовлечённости, координации задач и *ROI*; представление данных чаще ориентировано на *BI*-дашборды и агрегированные отчёты. Таким образом, цели деятельности определяют, какие цифровые следы операционализируются в индикаторы и как они визуализируются.

Перспективным направлением для дальнейших исследований представляется смещение фокуса от диагностики к формирующей и адаптивной обратной связи, встроенной в образовательный процесс. Требуется

усиление методологической согласованности, разработка валидированных индикаторов, отражающих качество, а не только интенсивность взаимодействия, а также расширение исследований в гибридных средах. Важно также изучать, как применение аналитики влияет на результаты обучения и эффективность командной работы, обеспечивая тем самым обоснованность и полезность АС в различных контекстах.

Обсуждение и ограничения

Выявленные конструкты – участие, координация и когнитивная регуляция – напрямую соотносятся с ключевыми педагогическими теориями. В логике *CSCL* они отражают распределённую активность и совместное конструирование знаний; в модели *CoI* проявляются как социальное, когнитивное и преподавательское присутствие; в конструктивистском подходе – как инструменты построения общего смысла и опыта. Результаты подтверждают важность применения теоретических рамок к анализу совместного обучения студентов вузов и демонстрируют их ценность для разработки образовательных практик. В то же время исследования показывают ограниченность эмпирической базы: доминируют выборки небольшого объёма, в основном из курсов с активным цифровым сопровождением. Воспроизводимость результатов остаётся слабой, так как применяемые методы редко стандартизированы. Отмечается и перекося в сторону ориентации на преподавателей, а не студентов: аналитика используется скорее для отчётности и контроля, чем для поддержки самих участников взаимодействия. Это создаёт вызовы для высшей школы: как обеспечить масштабируемость и надёжность анализа, как сделать студентов активными пользователями обратной связи, а не объектами наблюдения.

Недостаточно внимания уделяется темпоральным характеристикам совместного обучения и их анализу. Несмотря на то, что данный аспект признан крайне важным

в функционировании групп и команд [39], нами обнаружено только 4 статьи [12; 20; 29; 40], в которых анализируются временные изменения, развитие взаимодействия или фазы сотрудничества, что можно трактовать как отслеживание сотрудничества в динамике. Описываемые подходы позволяют выявлять неочевидные закономерности, но большинство работ (>90%) по-прежнему фокусируются на статичных или агрегированных метриках, не учитывая динамический характер совместного обучения, что создаёт риск недооценки процессов группового развития, игнорирования моментов риска (например, падения активности или конфликта) и упускает возможности для своевременного направленного педагогического вмешательства. Потенциал анализа во времени – как инструмента для более точной диагностики, поддержки адаптивного обучения и повышения качества кооперации – ещё недостаточно раскрыт в литературе и требует систематической интеграции в исследования и практику.

В большинстве случаев (90,2%) обратная связь носит диагностический, а не формирующий (интерактивный) характер. То есть данные используются постфактум, а не в реальном времени или в цикле обучения. Это противоречит принципам, сформулированным С. Найтом и С. Бекингом, которые утверждают, что «ключевая особенность аналитики обучения заключается в её способности замыкать цикл обратной связи, обеспечивая автоматизированный анализ данных и предоставление участникам образовательного процесса своевременной информации для улучшения результатов» [41].

Несмотря на декларируемую в ряде работ ориентацию на развитие сотрудничества у студентов, принципы студентоцентричной аналитики в них практически не реализуются. Как отмечают Р. Мартинес-Мальдонадо с соавторами [2], «подлинно студентоцентричный подход предполагает не просто представление метрик, а включение студентов в процессы осмысления данных и при-

нятия решений» – чего в большинстве проанализированных исследований пока не наблюдается.

Остаются неучтёнными реальные потребности образовательных стейкхолдеров, вовлечение которых в проектирование может сыграть ключевую роль:

- в определении тех аспектов сотрудничества, которые действительно важно измерять [42];
- в интерпретации статистических и машинно-обученных зависимостей данных [11];
- в оценке уместности результатов анализа с учётом конкретной ситуации [42];
- и, самое главное, в преобразовании аналитических данных в понятные и значимые для пользователей образовательные конструкты.

Мы придерживаемся позиции, что эффективное внедрение методов АС невозможно без развития у участников совместного обучения «грамотности сотрудничества» (*collaboration literacy*) как ключевого конструкта, обеспечивающего формирование и совершенствование навыков совместной работы [43]. Она определяется как способность участников распознавать, интерпретировать и осмысленно реагировать на динамику и качество коллаборации, используя доступную аналитику и обратную связь, с целью улучшения собственного вклада и командных результатов. Лишь в двух исследованиях [30; 35] в явной форме рассматривается вопрос формирования данной способности.

Поскольку область АС находится в стадии формирования и представлена ограниченным числом эмпирических исследований, на данном этапе невозможно сформулировать окончательные и обобщаемые выводы. Некоторые индексы – измеримые характеристики сотрудничества, позволяющие судить о его качестве, – были операционализированы в единичных случаях, что ставит под сомнение их применимость для оценки коллаборации в более широком масштабе. Очевидна необходимость в новых эмпири-

ческих исследованиях, которые позволяют апробировать альтернативные индексы, теоретически обоснованные, но выявленные в прикладной практике. Это, в свою очередь, может способствовать формированию воспроизводимой и измеримой структуры для различных сценариев совместного обучения и работы.

Проведённый обзор также имеет собственные ограничения, обусловленные как выбором источников, так и методологией анализа. Использование ограниченного набора баз данных и ключевых слов могло сузить охват публикаций, особенно в кросс-дисциплинарных или прикладных исследованиях. Полученные выводы согласуются с наблюдениями в области *LA* и исследований командной работы, где также отмечаются проблемы с согласованностью операционализаций и слабая связь между теоретическими рамками и цифровыми метриками. Анализ публикаций показал, что связь между теоретическими подходами и интерпретацией цифровых данных во многих случаях остаётся недостаточно прозрачной. В одних работах аналитика строится исключительно на эмпирических характеристиках цифровых следов, без предварительной теоретической модели. В других конструируются постфактум, на основе кластеризации или анализа паттернов, но не всегда обоснованы в рамках педагогических или поведенческих теорий. Только в части публикаций удаётся проследить связь между концептуальной рамкой, наблюдаемым поведением и выбором аналитических методов.

Таким образом, данный обзор заложил основу для разработки более согласованной и гибкой рамки *АС*, подтвердив продуктивность предложенной модели для систематизации существующих подходов.

Заключение

Исследования по аналитике сотрудничества демонстрируют большое разнообразие контекстов, методов и целей, но одновременно отражают и общие вызовы поля. С одной

стороны, виден прогресс – появляются более сложные данные (мультимодальные), интеграция теорий и практическое использование результатов для улучшения обучения и работы в группах. С другой стороны, сохраняются разрозненность и методологические проблемы. Единые стандарты качества сотрудничества пока не выработаны, каждая статья опирается на собственный набор индикаторов, зачастую без достаточной валидации на других выборках. Прямое сравнение результатов разных исследований проблематично, поскольку они исходят из разных предпосылок и измеряют разные аспекты. Кроме того, немало работ ограничено узостью выборки (например, анализ одной учебной группы или одного кейса в компании), что затрудняет как обобщение выводов, так и накопление знаний. Авторы сами нередко отмечают эти ограничения и призывают к осторожности в интерпретации.

Обзор позволил увидеть целостную картину: аналитика сотрудничества развивается на пересечении технологий и педагогики, и на текущий момент наблюдается разрыв между быстротой внедрения технических средств и глубиной их теоретического осмысления. Для дальнейшего прогресса исследователи указывают на необходимость интегрированной концептуальной рамки, которая объединит различные подходы. Обзор закладывает основу для такой работы, выявляя ключевые аспекты, каждый из которых помогает структурировать разрозненные знания и приблизиться к формированию единой концептуальной основы аналитики сотрудничества в академическом и профессиональном контекстах. Несмотря на ограничения, потенциал инструментов *АС* для высшего образования очевиден. Преподаватели могут использовать их для диагностики групповой динамики при выполнении курсовых и проектных заданий, выявления «точек перегрузки» или пассивного участия студентов, более справедливого распределения ролей в командах. В симуляциях и проблемно-ориентированных курсах аналитика по-

может отслеживать равномерность вклада, качество аргументации и способность студентов договариваться. В онлайн-семинарах и дискуссиях АС позволяет выявлять не только количественные, но и качественные характеристики взаимодействия, формируя основу для конструктивной обратной связи. При этом опыт корпоративных систем – визуализация вклада участников, интеграция с панелями мониторинга, использование динамических индикаторов – может быть адаптирован для университетской среды, усиливая преемственность между обучением и будущей профессиональной практикой.

Литература

1. *Schneider B., Dowell, N., Thompson K.* Collaboration analytics – current state and potential futures // *Journal of Learning Analytics*. 2021. Vol. 8. No. 1. P. 1–12. DOI: 10.18608/jla.2021.7447
2. *Martinez-Maldonado R., Kay J., Shum S.B., Yacef K.* Collocated collaboration analytics: Principles and dilemmas for mining multimodal interaction data // *Human-Computer Interaction*. 2017. Vol. 34. No. 1. P. 1–50. DOI: 10.1080/07370024.2017.1338956
3. *Martinez-Maldonado R., Gašević D., Echeverria V., Fernandez Nieto G., Swiecki Z., Shum S.B.* What Do You Mean by Collaboration Analytics? A Conceptual Model // *Journal of Learning Analytics*. 2021. Vol. 8. No. 1. P. 126–153. DOI: 10.18608/jla.2021.7227
4. *Балышев П.А.* Универсальные психолого-педагогические механизмы формирования компетенции командной работы студентов вузов / П.А. Балышев // *Мир науки. Педагогика и психология*. 2023. Т. 11. № 6. EDN: NVJSFH.
5. *Guitert Catasús M., Romeu Fontanillas T., Raffagbelli J.E., Cerro Martínez J.P.* Collaborative Learning Analytics: Centring the Ethical Implications around Teacher and Student Empowerment. A Systematic Review // *Journal of Learning Analytics*. 2025. Vol. 12. No. 1. P. 201–214. DOI: 10.18608/jla.2025.8489
6. *Huang X., Ochoa X.* Charting the Development of Collaboration Skills through Collaborative Learning Analytics Systems // *Journal of Learning Analytics*. 2025. Vol. 12. No. 1. P. 338–366. DOI: 10.18608/jla.2025.8523
7. *Dillenbourg P., Järvelä S., Fischer F.* The evolution of research on computer-supported collaborative learning: From design to orchestration // *Technology-enhanced learning: Principles and products*. Dordrecht: Springer Netherlands, 2009. P. 3–19. DOI: 10.1007/978-1-4020-9827-7_1
8. *Schubert P.* Areas of Collaboration Analytics // *Procedia Computer Science*. 2025. Vol. 256. P. 458–471. DOI: 10.1016/j.procs.2025.02.142
9. *Gašević D., Dawson S., Siemens G.* Let's not forget: Learning analytics are about learning // *TechTrends*. 2015. Vol. 59. No. 1. P. 64–71. DOI: 10.1007/s11528-014-0822-x
10. *Ochoa X., Worsley M.* Augmenting learning analytics with multimodal sensory data // *Journal of Learning Analytics*. 2016. Vol. 3. No. 2. P. 213–219. DOI: 10.18608/jla.2016.32.10
11. *Wise A.F., Shaffer D.W.* Why theory matters more than ever in the age of big data // *Journal of Learning Analytics*. 2015. Vol. 2. No. 2. P. 5–13. DOI: 10.18608/jla.2015.22.2
12. *Prabharaj S., Scheffel M., Drachler H., Specht M.* Literature review on co-located collaboration modeling using multimodal learning analytics – Can we go the whole nine yards? // *IEEE Transactions on Learning Technologies*. 2021. Vol. 14. No. 3. P. 367–385. DOI: 10.1109/TLT.2021.3097766
13. *Schneider B., Sung G., Chng E., Yang S.* How can high-frequency sensors capture collaboration? A review of the empirical links between multimodal metrics and collaborative constructs // *Sensors*. 2021. Vol. 21. No. 24. P. 81–85. DOI: 10.3390/s21248185
14. *Дацин Н.Н.* Совместное оценивание деятельности обучающихся в массовых открытых онлайн-курсах: систематический обзор литературы // *Мир науки (электронный научный журнал)*. 2015. № 3. С. 10. EDN: VJVEXL.
15. *Рузибоев С.К.В., Демидов А.В.* Оценка академического поведения обучаемых в системах электронного обучения: систематический обзор литературы // *Академическая наука*. 2025. № 1 (январь – март). С. 135–140. DOI: 10.24412/3034-4042-2025-2-135-140
16. *Суханова Т.В.* Развитие цифровых образовательных ресурсов в зарубежных странах (США, Великобритания, Китай, Бразилия, Германия). Обзор // *Ценности и смыслы*. 2021. № 4 (74). С. 38–73. DOI: 10.24412/2071-6427-2021-4-38-73
17. *Swiecki Z.* Measuring the impact of interdependence on individuals during collaborative

- problem-solving // *Journal of Learning Analytics*. 2021. Vol. 8. No. 1. P. 75–94. DOI: 10.18608/JLA.2021.7240
18. Vujovic M., Tassani S., Hernández-Leo D. Motion capture as an instrument in multimodal collaborative learning analytics // *European Conference on Technology Enhanced Learning*. Cham : Springer International Publishing, 2019. P. 604–608. DOI: 10.1007/978-3-030-29736-7_49
 19. Just M., Schubert P., Blatt J., Delfmann P. Data Preprocessing for Cross-System Analysis: The DaProXSA Approach // *Procedia Computer Science*. 2024. Vol. 239. P. 1635–1644. DOI: 10.1016/j.procs.2024.06.340
 20. Zamecnik A., Kovanović V., Joksimović S., Grossmann G., Ladjal D., Pardo A. The perceptions of task cohesion in collaborative learning teams // *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*. 2024. Vol. 19. P. 369–393. DOI: 10.1007/s11412-024-09424-5
 21. Poquet O., Kitto K., Jovanović J., Dawson S., Siemens G., Markauskaite L. Transitions through lifelong learning: Implications for learning analytics // *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2021. Vol. 2. Article no. 100039. DOI: 10.1016/j.caeai.2021.100039
 22. Liu Z., Liu H., Tian Y., Nie X., Liu M. Relationships between interactive network patterns and students' cognitive and emotional processes: Evidence from the individual and group levels // *Computers & Education*. 2025. Vol. 232. P. 105–109. DOI: 10.1016/j.compedu.2025.105309
 23. Ouyang F., Zhang L., Wu M., Jiao P. Empowering collaborative knowledge construction through the implementation of a collaborative argument map tool // *The Internet and Higher Education*. 2024. Vol. 62. P. 100–146. DOI: 10.1016/j.iheduc.2024.100946
 24. Saqr M., López-Pernas S. The curious case of centrality measures: A large-scale empirical investigation // *Journal of Learning Analytics*. 2022. Vol. 9. No. 1. P. 13–31. DOI: 10.18608/jla.2022.7415
 25. Saqr M., López-Pernas S., Murphy K. How group structure, members' interactions and teacher facilitation explain the emergence of roles in collaborative learning // *Learning and Individual Differences*. 2024. Vol. 112. Article no. 102463. DOI: 10.1016/j.lindif.2024.102463
 26. Zhu X., Shui H., Chen B. Beyond reading together: Facilitating knowledge construction through participation roles and social annotation in college classrooms // *The Internet and Higher Education*. 2023. Vol. 59. Article no. 100919. DOI: 10.1016/j.iheduc.2023.100919
 27. Ferreira M.A.D., Mello R.F., Kovanović V., Nascimento A., Lins R., Gašević D. NASC: Network analytics to uncover socio-cognitive discourse of student roles // *LAK22: 12th International Learning Analytics and Knowledge Conference*. 2022. P. 415–425. DOI: 10.1145/3506860.3506978
 28. Bables S., Schwade F., Schubert P. A Workspace Typology for Enterprise Collaboration Systems // *Procedia Computer Science*. 2022. Vol. 196. P. 296–304. DOI: 10.1016/j.procs.2021.12.017
 29. Cornide-Reyes H., Riquelme F., Monsalves D., Noël R., Cechinel C. et al. A multimodal real-time feedback platform based on spoken interactions for remote active learning support // *Sensors*. 2020. Vol. 20. No. 21. Article no. 6337. DOI: 10.3390/s20216337
 30. Worsley M., Anderson K., Melo N., Jang J.Y. Designing analytics for collaboration literacy and student empowerment // *Journal of Learning Analytics*. 2021. Vol. 8. No. 1. P. 30–48. DOI: 10.18608/JLA.2021.7242
 31. Cornide-Reyes H., Noël R., Riquelme F., Gajardo M., Cechinel C. et al. Introducing low-cost sensors into the classroom settings: Improving the assessment in agile practices with multimodal learning analytics // *Sensors*. 2019. Vol. 19. No. 15. Article no. 3291. DOI: 10.3390/s19153291
 32. Charitopoulos A., Vassiliadis S., Rangoussi M., Koulouriotis D.E. E-learning and blended learning in textile engineering education: a closed feedback loop approach. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2017. Vol. 254. No. 22. Article no. 222002. DOI: 10.1088/1757-899X/254/22/222002
 33. Alsbawabkeh R.O., Abu Rumman A.R., Al-Abbad L.H. The nexus between digital collaboration, analytics capability and supply chain resilience of the food processing industry in Jordan // *Cogent Business & Management*. 2024. Vol. 11. No. 1. Article no. 2296608. DOI: 10.1080/23311975.2023.2296608
 34. Carvalho C.L., Pinto I.R., Costa-Lopes R., Páez D., Miranda M.P., Marques J.M. Social Dominance Orientation Boosts Collective Action Among Low-Status Groups // *Frontiers in Psychology*. 2021. Vol. 12. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.681302
 35. Guo Z., Barmaki R. Deep neural networks for collaborative learning analytics: Evaluating team

- collaborations using student gaze point prediction // *Australasian Journal of Educational Technology*. 2020. Vol. 36. No. 6. P. 53–71. DOI: 10.14742/AJET.6436
36. Spikol D., Li Z., Nolte A., Ohsaki A., Rapur K. Investigating Hackathons with Collaboration Analytics // *Proceedings of the 8th International Conference on Game Jams, Hackathons and Game Creation Events*. 2024. P. 1–8. DOI: 10.1145/3697789.3697797
 37. Le Q., Hui B., Putri A., Phan K. Using GitHub Analytics to Assess the Quality of Collaboration in Software Engineering Teams // *2024 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. IEEE, 2024. P. 1–9. DOI: 10.1109/FIE61694.2024.10892887
 38. Кутузов А.И. Инструменты оценки групповой и командной работы студентов в высшем образовании: систематический обзор литературы / А.И. Кутузов, А.В. Богданова // *Высшее образование в России*. 2025. № 4. С. 118–143. DOI: 10.31992/0869-3617-2025-34-4-118-143
 39. Oldeweme M., Konradt U., Brede M. The rhythm of teamwork: Discovering a complex temporal pattern of team processes // *Group Dynamics: Theory, Research, and Practice*. 2023. Vol. 27. No. 1. Article no. 50. DOI: 10.1037/gdn0000175
 40. Lämsä J., Uribe P., Jiménez A., Caballero D. Deep Networks for Collaboration Analytics: Promoting Automatic Analysis of Face-to-Face Interaction in the Context of Inquiry-Based Learning // *Journal of Learning Analytics*. 2021. Vol. 8. No. 1. P. 113–125. DOI: 10.18608/jla.2021.7118
 41. Lodge J.M., Knight S., Kitto K. Theory and Learning Analytics, a Historical Perspective // Bartimote K., Howard S.K., Gašević D. (eds) *Theory Informing and Arising from Learning Analytics*. Springer, Cham. 2024. P. 3–18. DOI: 10.1007/978-3-031-60571-0_1
 42. Kitto K., Shum S., Gibson A. Embracing imperfection in learning analytics // *Proceedings of the 8th international conference on learning analytics and knowledge*. 2018. P. 451–460. DOI: 10.1145/3170358.3170413
 43. Lockyer L., Heathcote E., Dawson S. Informing pedagogical action: Aligning learning analytics with learning design // *American Behavioral Scientist*. 2013. Vol. 57. No. 10. P. 1439–1459. DOI: 10.1177/0002764213479367
 44. Turvey K., Pachler N. Design principles for fostering pedagogical provenance through research in technology supported learning // *Computers & Education*. 2020. Vol. 146. Article no. 103736. DOI: 10.1016/j.compedu.2019.103736
 45. Zhou Q., Suraworachet W., Pozdniakov S., Martinez-Maldonado R., Bartindale T. et al. Investigating students' experiences with collaboration analytics for remote group meetings // *International Conference on Artificial Intelligence in Education*. Cham: Springer International Publishing, 2021. P. 472–485. DOI: 10.1007/978-3-030-78292-4_38
 46. Патафакин Е.Д., Вачкова С.Н. Сетевой анализ коллективных действий над цифровыми образовательными объектами // *Вестник МГПУ. Серия: Педагогика и психология*. 2019. № 4 (50). С. 101–112. DOI: 10.25688/2076-9121.2019.50.4.09

Благодарности. Авторы выражают признательность А.С. Буневу за участие в формировании корпуса статей из библиометрических баз данных.

Статья поступила в редакцию 08.08.2025

Принята к публикации 15.10.2025

References

1. Schneider, B., Dowell, N., Thompson, K. (2021). Collaboration Analytics – Current State and Potential Futures. *Journal of Learning Analytics*. Vol. 8, no. 1, pp. 1-12, doi: 10.18608/jla.2021.7447
2. Martinez-Maldonado, R., Kay, J., Shum, S.B., Yacef, K. (2017). Collocated Collaboration Analytics: Principles and Dilemmas for Mining Multimodal Interaction Data. *Human-Computer Interaction*. Vol. 34, no. 1, pp. 1-50, doi: 10.1080/07370024.2017.1338956
3. Martinez-Maldonado, R., Gašević, D., Echeverria, V., Fernandez Nieto, G., Swiecki, Z., Shum, S.B. (2021). What Do You Mean by Collaboration Analytics? A Conceptual Model. *Journal of Learning Analytics*. Vol. 8, no. 1, pp. 126-153, doi: 10.18608/jla.2021.7227
4. Balyshev, P.A. (2023). Universal Psychological and Pedagogical Mechanisms of Developing Teamwork Competence in University Students. *Mir nauki. Pedagogika i psikhologiya = World*

- of Science. *Pedagogy and Psychology*. Vol. 11, no. 6. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_63490007_16375863.pdf (accessed 14.10.2025). (In Russ., abstract in Eng.).
5. Guitert Catasús, M., Romeu Fontanillas, T., Raffaghelli, J.E., Cerro Martínez, J.P. (2025). Collaborative Learning Analytics: Centring the Ethical Implications Around Teacher and Student Empowerment. A Systematic Review. *Journal of Learning Analytics*. Vol. 12, no. 1, pp. 201-214, doi: 10.18608/jla.2025.8489
 6. Huang, X., Ochoa, X. (2025). Charting the Development of Collaboration Skills Through Collaborative Learning Analytics Systems. *Journal of Learning Analytics*. Vol. 12, no. 1, pp. 338-366, doi: 10.18608/jla.2025.8523
 7. Dillenbourg, P., Järvelä, S., Fischer, F. (2009). The Evolution of Research on Computer-Supported Collaborative Learning: From Design to Orchestration. In: N. Balacheff, S. Ludvigsen, T. de Jong, A. Lazonder, S. Barnes (Eds.). *Technology-Enhanced Learning: Principles and Products*. Dordrecht: Springer Netherlands. Pp. 3-19, doi: 10.1007/978-1-4020-9827-7_1
 8. Schubert, P. (2025). Areas of Collaboration Analytics. *Procedia Computer Science*. Vol. 256, pp. 458-471, doi: 10.1016/j.procs.2025.02.142
 9. Gašević, D., Dawson, S., Siemens, G. (2015). Let's Not Forget: Learning Analytics Are about Learning. *TechTrends*. Vol. 59, no. 1, pp. 64-71, doi: 10.1007/s11528-014-0822-x
 10. Ochoa, X., Worsley, M. (2016). Augmenting Learning Analytics with Multimodal Sensory Data. *Journal of Learning Analytics*. Vol. 3, no. 2, pp. 213-219, doi: 10.18608/jla.2016.32.10
 11. Wise, A.F., Shaffer, D.W. (2015). Why Theory Matters More Than Ever in the Age Of Big Data. *Journal of Learning Analytics*. Vol. 2, no. 2, pp. 5-13, doi: 10.18608/jla.2015.22.2
 12. Praharaj, S., Scheffel, M., Drachsler, H., Specht, M. (2021). Literature Review on Co-Located Collaboration Modeling Using Multimodal Learning Analytics – Can We Go the Whole Nine Yards? *IEEE Transactions on Learning Technologies*. Vol. 14, no. 3, pp. 367-385, doi: 10.1109/TLT.2021.3097766
 13. Schneider, B., Sung, G., Chng, E., Yang, S. (2021). How Can High-Frequency Sensors Capture Collaboration? A Review of the Empirical Links Between Multimodal Metrics and Collaborative Constructs. *Sensors*. Vol. 21, no. 24, article no. 8185, doi: 10.3390/s1248185
 14. Datsun, N.N. (2015). Joint Assessment of Student Activities in Massive Open Online Courses: A Systematic Literature Review. *Mir nauki (elektronnyi nauchnyi zhurnal)* [World of Science (Electronic Scientific Journal)]. No. 3, p. 10. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_25399409_91577279.pdf (accessed 14.10.2025). (In Russ., abstract in Eng.).
 15. Ruziboev, S.K.U., Demidov, A.V. (2025). Assessment of Learners' Academic Behavior in E-Learning Systems: A Systematic Literature Review. *Akademicheskaya nauka = Academic Science*. No. 1 (January–March), pp. 135-140, doi: 10.24412/3034-4042-2025-2-135-140 (In Russ., abstract in Eng.).
 16. Sukhanova, T.V. (2021). Development of Digital Educational Resources in Foreign Countries (USA, UK, China, Brazil, Germany): A Review. *Tsennosti i smysly* [Values and Meanings]. Vol. 4, no. 74, pp. 38-73, doi: 10.24412/2071-6427-2021-4-38-73 (In Russ.).
 17. Swiecki, Z. (2021). Measuring the Impact of Interdependence on Individuals during Collaborative Problem-Solving. *Journal of Learning Analytics*. Vol. 8, no. 1, pp. 75-94, doi: 10.18608/jla.2021.7240
 18. Vujovic, M., Tassani, S., Hernández-Leo, D. (2019). Motion Capture as an Instrument in Multimodal Collaborative Learning Analytics. In: *European Conference on Technology Enhanced Learning*. Cham: Springer International Publishing. Pp. 604-608, doi: 10.1007/978-3-030-29736-7_49
 19. Just, M., Schubert, P., Blatt, J., Delfmann, P. (2024). Data Preprocessing for Cross-System Analysis: The DaProXSA Approach. *Procedia Computer Science*. Vol. 239, pp. 1635-1644, doi: 10.1016/j.procs.2024.06.340

20. Zamecnik, A., Kovanović, V., Joksimović, S., Grossmann, G., Ladjal, D., Pardo, A. (2024). The Perceptions of Task Cohesion in Collaborative Learning Teams. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*. Vol. 19, pp. 369-393, doi: 10.1007/s11412-024-09424-5
21. Poquet, O., Kitto, K., Jovanović, J., Dawson, S., Siemens, G., Markauskaite, L. (2021). Lifelong Transitions: Implications for Learning Analytics. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. Vol. 2, article no. 100039, doi: 10.1016/j.caeai.2021.100039
22. Liu, Z., Liu, H., Tian, Y., Nie, X., Liu, M. (2025). Relationships Between Interactive Network Patterns and Students' Cognitive and Emotional Processes: Evidence from the Individual and Group Levels. *Computers & Education*. Vol. 232, pp. 105-109, doi: 10.1016/j.compedu.2025.105309
23. Ouyang, F., Zhang, L., Wu, M., Jiao, P. (2024). Empowering Collaborative Knowledge Construction Through the Implementation of a Collaborative Argument Map Tool. *The Internet and Higher Education*. Vol. 62, pp. 100-146, doi: 10.1016/j.iheeduc.2024.100946
24. Saqr, M., López-Pernas, S. (2022). The Curious Case of Centrality Measures: A Large-Scale Empirical Investigation. *Journal of Learning Analytics*. Vol. 9, no. 1, pp. 13-31, doi: 10.18608/jla.2022.7415
25. Saqr, M., López-Pernas, S., Murphy, K. (2024). How Group Structure, Members' Interactions and Teacher Facilitation Explain the Emergence of Roles in Collaborative Learning. *Learning and Individual Differences*. Vol. 112, article no. 102463, doi: 10.1016/j.lindif.2024.102463
26. Zhu, X., Shui, H., Chen, B. (2023). Beyond Reading Together: Facilitating Knowledge Construction Through Participation Roles and Social Annotation in College Classrooms. *The Internet and Higher Education*. Vol. 59, article no. 100919, doi: 10.1016/j.iheeduc.2023.100919
27. Ferreira, M.A.D., Mello, R.F., Kovanović, V., Nascimento, A., Lins R., Gašević, D. (2022). NASC: Network Analytics to Uncover Socio-Cognitive Discourse of Student Roles. *LAK22: 12th International Learning Analytics and Knowledge Conference*. Pp. 415-425, doi: 10.1145/3506860.3506978
28. Bahles, S., Schwade, F., Schubert, P. (2022). A Workspace Typology for Enterprise Collaboration Systems. *Procedia Computer Science*. Vol. 196, pp. 296-304, doi: 10.1016/j.procs.2021.12.017
29. Cornide-Reyes, H., Riquelme, F., Monsalves, D., Noël, R., Cechinel, C. et al. (2020). A Multimodal Real-Time Feedback Platform Based on Spoken Interactions for Remote Active Learning Support. *Sensors*. Vol. 20, no. 21, article no. 6337, doi: 10.3390/s20216337
30. Worsley, M., Anderson, K., Melo, N., Jang, J.Y. (2021). Designing Analytics for Collaboration Literacy and Student Empowerment. *Journal of Learning Analytics*. Vol. 8, no. 1, pp. 30-48, doi: 10.18608/jla.2021.7242
31. Cornide-Reyes, H., Noël, R., Riquelme, F., Gajardo, M., Cechinel, C. et al. (2019). Introducing Low-Cost Sensors into the Classroom Settings: Improving the Assessment in Agile Practices with Multimodal Learning Analytics. *Sensors*. Vol. 19, no. 15, article no. 3291, doi: 10.3390/s19153291
32. Charitopoulos, A., Vassiliadis, S., Rangoussi, M., Koulouriotis, D.E. (2017). E-Learning and Blended Learning in Textile Engineering Education: A Closed Feedback Loop Approach. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 254, no. 22, doi: 10.1088/1757-899X/254/22/222002
33. Alshawabkeh, R.O., Abu Rumman, A.R., Al-Abbadi, L.H. (2024). The Nexus Between Digital Collaboration, Analytics Capability and Supply Chain Resilience of the Food Processing Industry in Jordan. *Cogent Business & Management*. Vol. 11, no. 1, article no. 2296608, doi: 10.1080/23311975.2023.2296608
34. Carvalho, C.L., Pinto, I.R., Costa-Lopes, R., Páez, D., Miranda, M.P., Marques, J.M. (2021). Social Dominance Orientation Boosts Collective Action among Low-Status Groups. *Frontiers in Psychology*. Vol. 12, doi: 10.3389/fpsyg.2021.681302

35. Guo, Z., Barmaki, R. (2020). Deep Neural Networks for Collaborative Learning Analytics: Evaluating Team Collaborations Using Student Gaze Point Prediction. *Australasian Journal of Educational Technology*. Vol. 36, no. 6, pp. 53-71, doi: 10.14742/ajet.6436
36. Spikol, D., Li, Z., Nolte, A., Ohsaki, A., Rapur, K. (2024). Investigating Hackathons with Collaboration Analytics. In: *Proceedings of the 8th International Conference on Game Jams, Hackathons and Game Creation Events*. Pp. 1-8, doi: 10.1145/3697789.3697797
37. Le, Q., Hui, B., Putri, A., Phan, K. (2024). Using GitHub Analytics to Assess the Quality of Collaboration in Software Engineering Teams. In: *2024 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. Pp. 1-9, doi: 10.1109/FIE61694.2024.10892887
38. Kutuzov, A.I., Bogdanova, A.V. (2025). Tools for Assessing Group and Teamwork of Students in Higher Education: A Systematic Literature Review. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. No. 4, pp. 118-143, doi: 10.31992/0869-3617-2025-34-4-118-143 (In Russ., abstract In Eng.).
39. Oldeweme, M., Konradt, U., Brede, M. (2023). The Rhythm of Teamwork: Discovering a Complex Temporal Pattern of Team Processes. *Group Dynamics: Theory, Research, and Practice*. Vol. 27, no. 1, article no. 50, doi: 10.1037/gdn0000175
40. Lämsä, J., Uribe, P., Jiménez, A., Caballero, D. (2021). Deep Networks for Collaboration Analytics: Promoting Automatic Analysis of Face-To-Face Interaction in the Context of Inquiry-Based Learning. *Journal of Learning Analytics*. Vol. 8, no. 1, pp. 113-125, doi: 10.18608/jla.2021.7118
41. Lodge, J.M., Knight, S., Kitto, K. (2024). Theory and Learning Analytics, a Historical Perspective. In: K. Bartimote, S.K. Howard, D. Gašević (Eds.), *Theory Informing and Arising from Learning Analytics*. Cham: Springer. Pp. 3-18, doi: 10.1007/978-3-031-60571-0_1
42. Kitto, K., Shum, S., Gibson, A. (2018). Embracing Imperfection in Learning Analytics. In: *Proceedings of the 8th International Conference on Learning Analytics and Knowledge*. Pp. 451-460, doi: 10.1145/3170358.3170413
43. Lockyer, L., Heathcote, E., Dawson, S. (2013). Informing Pedagogical Action: Aligning Learning Analytics with Learning Design. *American Behavioral Scientist*. Vol. 57, no. 10, pp. 1439-1459, doi: 10.1177/0002764213479367
44. Turvey, K., Pachler, N. (2020). Design Principles for Fostering Pedagogical Provenance Through Research in Technology Supported Learning. *Computers & Education*. Vol. 146, article no. 103736, doi: 10.1016/j.compedu.2019.103736
45. Zhou, Q., Suraworachet, W., Pozdniakov, S., Martinez-Maldonado, R., Bartindale, T. et al. (2021). Investigating Students' Experiences with Collaboration Analytics for Remote Group Meetings. In: *International Conference on Artificial Intelligence in Education*. Cham: Springer. Pp. 472-485, doi: 10.1007/978-3-030-78292-4_38
46. Patarakin, E.D., Vachkova, S.N. (2019). Network Analysis of Collective Actions on Digital Educational Objects. *Vestnik MGPU. Seriya: Pedagogika i psikhologiya = Vestnik MGPU. Series: Pedagogy and Psychology*. Vol. 4, no. 50, pp. 101-112, doi: 10.25688/2076-9121.2019.50.4.09

Acknowledgment. The authors express their gratitude to A.S. Bunev for his contribution to the compilation of the corpus of articles from bibliometric databases.

The paper was submitted 08.08.2025

Accepted for publication 15.10.2025