

Технологии смешанного обучения в преподавании дисциплин информационно-математического цикла в техническом вузе

Technologies of blended learning in teaching disciplines of information and mathematical cycle at a technical university

Авторы статьи

Моисеева Наталья Александровна,
кандидат педагогических наук, доцент кафедры прикладной математики и фундаментальной информатики ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет», г. Омск, Российская Федерация
ORCID: 0000-0002-9502-3891
nat_lion@mail.ru

Полякова Татьяна Анатольевна,
кандидат педагогических наук, доцент кафедры физики и математики ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)»; доцент кафедры прикладной математики и фундаментальной информатики ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет», г. Омск, Российская Федерация
ORCID: 0000-0002-9673-1750
ta_polyakova@mail.ru

Authors of the article

Natalya A. Moiseeva,
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Applied Mathematics and Fundamental Computer Science, Omsk State Technical University, Omsk, Russian Federation
ORCID: 0000-0002-9502-3891
nat_lion@mail.ru

Tatiana A. Polyakova,
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Physics and Mathematics, Siberian State Automobile and Highway University; Associate Professor, Department of Applied Mathematics and Fundamental Computer Science, Omsk State Technical University, Omsk, Russian Federation
ORCID: 0000-0002-9673-1750
ta_polyakova@mail.ru

Конфликт интересов

Конфликт интересов не указан

Conflict of interest statement

Conflict of interest is not declared

Для цитирования

Моисеева Н. А., Полякова Т. А. Технологии смешанного обучения в преподавании дисциплин информационно-математического цикла в техническом вузе // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2024. – № 11. – С. 130–149. – URL: <https://e-koncept.ru/2024/241182.htm> – DOI: 10.24412/2304-120X-2024-11182

For citation

N. A. Moiseeva, T. A. Polyakova, Technologies of blended learning in teaching disciplines of information and mathematical cycle at a technical university // Scientific-methodological electronic journal "Koncept". – 2024. – No. 11. – P. 130–149. – URL: <https://e-koncept.ru/2024/241182.htm> – DOI: 10.24412/2304-120X-2024-11182

Поступила в редакцию <i>Received</i>	19.08.24	Получена положительная рецензия <i>Received a positive review</i>	23.09.24
Принята к публикации <i>Accepted for publication</i>	23.09.24	Опубликована <i>Published</i>	30.11.24



Аннотация

Цифровизация, оказывающая существенное влияние на все сферы жизни современного экономического общества, диктует системе высшего образования новые требования к уровню подготовки специалистов инженерно-промышленной отрасли. Назревшая необходимость модернизации существующих моделей обучения приводит к поиску эффективных образовательных технологий для развития у будущих выпускников технических вузов цифровых компетенций, отвечающих современным реалиям. Одной из таких технологий выступает смешанное обучение, подразумевающее совместное применение форматов онлайн- и офлайн-обучения. В статье анализируется понятие «смешанное обучение», обозначена значимость данной образовательной технологии с точки зрения междисциплинарного подхода к осуществлению современной информационно-математической подготовки будущих специалистов инженерно-технического профиля. Важность взаимной интеграции знаний на уровне фундаментальных технических наук и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) обоснована на примере интеграции дисциплин информационно-математического цикла. При этом подчеркнута особая роль информационно-математического моделирования как системообразующего фактора интеграции знаний по рассматриваемым дисциплинам. Цель работы – выявить методические возможности применения технологий смешанного обучения в инженерном образовании при осуществлении междисциплинарной интеграции в преподавании дисциплин информационно-математического цикла. В исследовании применялись общенаучный диалектический метод, теоретико-методологический анализ и обобщение содержания математической, информационной, педагогической, методической, научно-технической литературы в области зарубежного и национального инженерного образования. На примере построения модели машинного обучения проиллюстрирован один из важных этапов исследовательского анализа данных – выявление выбросов и их обработка посредством современного стека цифровых технологий (языка программирования Python, библиотеки Pandas и Seaborn). Новизна настоящего исследования состоит в расширении научно-методического аппарата активизации деятельности студентов с целью развития соответствующих цифровых компетенций за счет реализации в учебном процессе технологий смешанного обучения при осуществлении междисциплинарной интеграции в преподавании дисциплин информационно-математического цикла. Теоретическая значимость исследования заключается в разработке методических рекомендаций к применению инструментария смешанного обучения при реализации информационно-математической подготовки студентов инженерных специальностей вузов, выявлении и обосновании основных преимуществ внедрения технологий смешанного обучения в образовательный процесс технического вуза, а также обозначении их роли в повышении качества образования и подготовки инженерных кадров для цифровой экономики. Практическая значимость исследования заключается в том, что предложенные методические приемы внедрения технологий смешанного обучения могут быть использованы профессорско-преподавательским составом информационных и математических кафедр технических вузов в своей научно-методической и практической работе в условиях цифровой трансформации образования.

Ключевые слова

цифровизация, цифровая трансформация образования, смешанное обучение, ИКТ, инженерное образование, информационно-математическое моделирование

Abstract

Digitalization, which has a significant impact on all spheres of life in modern economic society, dictates new requirements to higher education system for a level of training of specialists in the engineering and industrial sector. An urgent need to update existing training models leads to the search for effective educational technologies to develop digital competences in future graduates of technical universities that meet modern realities. One of these technologies is blended learning, which involves the joint use of online and offline learning formats. The article analyzes the concept of “blended learning” and outlines the significance of this educational technology from the point of view of an interdisciplinary approach to the implementation of modern information and mathematical training of future engineering and technical specialists. The importance of mutual integration of knowledge at the level of fundamental technical sciences, information and communication technologies (ICT) is substantiated by the example of the integration of disciplines of the information and mathematical cycle. At the same time, a special role of information and mathematical modeling is emphasized as a system-forming factor in the integration of knowledge in the disciplines under consideration. The aim of the work is to identify the methodological potential for using blended learning technologies in engineering education when implementing interdisciplinary integration in teaching disciplines of the information and mathematical cycle. The study used the general scientific dialectical method, theoretical and methodological analysis and generalization of the content of mathematical, informational, pedagogical, methodological, scientific and technical literature in the field of foreign and domestic engineering education. Using the example of building a machine learning model, one of the important stages of exploratory data analysis is illustrated – identifying outliers and their processing by means of a modern digital technology stack (Python programming language, Pandas and Seaborn libraries). The novelty of this research lies in the expansion of the scientific and methodological apparatus for enhancing student activity in order to develop relevant digital competences through the introduction of blended learning technologies in the educational process when implementing interdisciplinary integration in teaching information and mathematical disciplines. The theoretical significance of the study lies in the development of methodological recommendations for the use of blended learning tools in the implementation of information and mathematical training for students of engineering specialties at universities, the identification and justification of the main advantages of introducing blended learning technologies into the educational process of a technical university, as well as the designation of their role in improving the quality of education and training engineering personnel for the digital economy. The practical significance of the study lies in the fact that the proposed methodological techniques for introducing blended learning technologies can be used by the teaching staff of information and mathematics departments of technical universities in their scientific, methodological and practical work in the context of digital transformation of education.

Key words

digitalization, digital transformation of education, blended learning, ICT, engineering education, information and mathematical modeling

Благодарности

Авторы статьи выражают благодарность кафедре прикладной математики и фундаментальной информатики ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет» за предоставление площадки для практической реализации идей, изложенных в данной работе.

Acknowledgements

The authors of the article express their gratitude to the Department of Applied Mathematics and Fundamental Informatics of the Omsk State Technical University for providing a platform for the practical implementation of the ideas outlined in this work.

Введение / Introduction

Современный этап развития образования на всех его ступенях характеризуется широким и стремительным внедрением цифровых технологий наряду с информационно-коммуникационными технологиями (ИКТ), что не случайно, поскольку под влиянием процессов цифровизации оказались практически все сферы жизни современного информационного общества. Государство, в свою очередь, делает запрос на высококвалифицированных специалистов нового формата, которые обладают современными цифровыми компетенциями, позволяющими им работать с высокотехнологичным оборудованием и цифровыми системами в различных отраслях производства цифровой экономики. Соответствующие требования к специалистам различного инженерного профиля отражены в ряде нормативных документов, опубликованных на сайте Минтруда России [1]. Как отмечает Ю. С. Безрукавникова, для решения поставленной государством задачи «учреждения высшего образования должны в массовом порядке формировать исследовательские, аналитические и проектные компетенции студентов» [2].

Одним из трендов в условиях цифровой трансформации образования является внедрение технологий смешанного обучения (Blended Learning – BL), подразумевающего, в своем классическом понимании, совместное применение онлайн- и офлайн-обучения. Основы данного подхода к обучению, согласно исследованию О. Стрижко, были заложены еще в «60-х годах XX века, тогда как сам термин появился после выпуска первого программного обеспечения (ПО) для преподавания через Всемирную паутину Американским Интерактивным Учебным Центром» [3]. Как отмечает Н. Андреева, термин «смешанное обучение» впервые прозвучал в начале 1990-х, «когда одна из компаний, которая организовывала учебные курсы по компьютерной грамотности, написала, что будет применять смешанное обучение, и что ученики будут работать как за компьютерами, так и с учителем, и сочетать эти два подхода в процессе занятий. То было именно первое использование термина» [4].

В настоящее время, по мнению Н. В. Бордовской и Е. А. Кошкиной, данный подход к обучению не только не потерял своей актуальности, но и получил свое новое развитие [5]. Ряд нормативных документов, таких как Постановление Правительства Российской Федерации от 16.11.2020 № 1836 «О государственной информационной системе «Современная цифровая образовательная среда» [6], паспорт федерального проекта «Цифровая образовательная среда» [7] и другие, подтверждает необходимость внедрения и развития технологий BL в контексте реализации современного учебного процесса в цифровой образовательной среде. Во ФГОС ВО нового поколения отмечена «целесообразность применения BL и интерактивных технологий обучения в контексте электронного обучения» [8]. Стремительное развитие современных ИКТ как следствие процессов глобальной цифровизации способствует обновлению и модернизации уже имеющихся технологий обучения, их адаптации под новые требования подготовки будущих специалистов, особенно если речь идет о специалистах инженерной отрасли. Именно будущим инженерам предстоит работать со сложными техническими объек-

тами (ТО) и системами как на этапе их проектирования, разработки, так и непосредственно при их запуске в самых разнообразных отраслях производственно-промышленного комплекса в условиях цифровой экономики. Формирование и развитие соответствующих компетенций, как было отмечено авторами настоящей статьи в работе [9], во многом осуществляется в процессе информационно-математической подготовки студентов в период их обучения в техническом вузе. Огромную роль при этом играет междисциплинарная интеграция в преподавании дисциплин цикла «математика – информатика», взаимосвязи которых подробно изложены в нашей предыдущей статье [10]. По словам В. А. Далингера, «переход к межпредметной интеграции, в основу которой положено формирование целостного знания по изучаемым дисциплинам на студентоцентрированной основе», является одной из важнейших траекторий развития инженерного образования на современном этапе [11].

Эффективное осуществление подобной межпредметной интеграции в преподавании цикла информационно-математических дисциплин возможно с применением технологий ВЛ с целью повышения качества подготовки студентов инженерно-технического профиля.

Обзор литературы / Literature review

Анализ научной литературы по теме исследования позволил выделить следующие варианты трактовки понятия «смешанное обучение».

1. Л. Егоршина приводит следующее определение, предложенное Клейтоном Кристенсеном – автором теории «подрывных технологий» – в книге «Прорывной класс: как инновации изменят способ обучения в мире» (2008): «формат, когда школьники сочетают очную работу с учителем и самостоятельное прохождение программы онлайн, хотя темп и траектория учебы могут частично контролироваться взрослым» [12].

2. Н. Андреева приводит формулировку, предложенную институтом Клейтона Кристенсена в 2013 году: «образовательный подход, совмещающий онлайн-обучение с участием учителя лицом к лицу» [13].

3. Е. И. Чиркова, Е. М. Зорина под смешанным обучением понимают «интеграцию методов и форм дистанционного и общего образования, направленную на развитие внутренней мотивации обучающихся и их способности к самообразованию с учетом повышения скорости освоения учебного материала» [14]. По мнению авторов, такая модель обучения является «более гибкой и приспособленной к постоянно изменяющимся задачам общества в сфере образования» [15].

4. Б. Е. Стариченко, И. Н. Семенова, А. В. Слепухин обозначают смешанное обучение как «избранный подход, при котором главным ориентиром является степень применения в образовательном процессе цифровых (электронных) ресурсов, позволяющий унифицированно и корректно определить все существующие в современной высшей школе виды обучения (традиционное, дистанционное, электронное и смешанное), установить связь и показать разницу между ними» [16]. Именно это, по мнению авторов, способно обеспечить «разумный компромисс при моделировании в высшей школе вариантов подготовки специалистов» [17], что не случайно, поскольку учебный процесс при этом воспринимается как «совместный труд преподавателя и студента (тов), направленный на приобретение обучаемым знаний, способов деятельности и особенностей коммуникации, соответствующих требованиям будущей профессии, осуществляемый с применением учебных материалов информационного характера и необходимого оборудования» [18].

Подробный анализ существующих подходов к определению понятия «смешанное обучение» представлен в работе Т. Ю. Плетяго, А. С. Остапенко, С. Н. Антоновой. Авторы сопоставили соответствующие педагогические модели, выделив в качестве основных сравниваемых параметров «доминирующий функциональный признак, принципы проектирования и основные компоненты» [19]. На основе результатов проведенного сравнения указанным выше коллективом авторов предложена следующая классификация педагогических моделей смешанного обучения: «институциональные, технологические, дидактические и синергетические» [20]. Авторами также предложен свой подход к пониманию концепции BL, суть которой заключается в «актуализации механизмов согласования, сопровождения, интеграции и нелинейного сочетания традиционного и электронного форматов получения знаний» [21].

Педагогические аспекты BL стали предметом рассмотрения научной работы коллектива авторов В. И. Блинова, Е. Ю. Есениной, И. С. Сергеева. Авторами обоснован собственный подход к типологии моделей BL, реализуемый на различных уровнях: «учебного плана, учебного предмета, раздела или темы (в рамках учебного предмета), учебного занятия, внеаудиторной технологии обучения» [22]. По мнению авторов, BL следует рассматривать как сочетание трех различных способов организации обучения: «1) традиционного, или контактного (life); 2) дистанционного взаимодействия студентов и преподавателя, студентов друг с другом или студентов с сетевым интерактивным ресурсом (online); 3) автономного обучения студентов с использованием электронного ресурса (offline)» [23].

В процессе исследования, выполненного коллективом авторов во главе с Н. В. Бордовской, была «разработана методика изучения эффективности смешанных образовательных технологий, применяемых в современном высшем образовании, сформулированы ее концептуальные основы, определены основные этапы и описаны инструменты оценивания, проведены апробация и проверка этой методики на надежность и валидность» [24].

Циклическая модель BL, разработанная в русле технологического подхода, в основе которого лежит анализ сущностных характеристик BL, предложена в работе Н. Л. Байдиковой. Данная модель включает в себя три компонента: «1. Целевой компонент: (1) ознакомление с материалом; (2) его отработка; (3) контроль сформированности знаний, умений и навыков. 2. Средства обучения (электронные или не электронные). 3. Место обучения (в учебном заведении или вне его)» [25].

Виды BL, методические подходы к его организации, а также имеющийся практический опыт по его реализации представлены в работах ряда иностранных авторов. Так, Кертис Дж. Бонк, Чарльз Р. Грэм, Джей Кросс и Майкл Г. Мур в своей книге «Руководство по смешанному обучению: глобальные перспективы, местные проекты» описывают существующие передовые практики и тенденции в смешанном обучении, акцентируя внимание на реальных ситуациях их внедрения в образовательный процесс [26].

Авторы Хизер Стейкер и Майкл Б. Хорн в своей работе «Классификация смешанного обучения K-12» анализируют существующие определения смешанного обучения и предлагают их обновленные и расширенные формулировки в соответствии с современными инновационными процессами в развитии смешанных технологий. По мнению авторов, процесс обновления и расширения определений смешанного обучения основан на двух принципах: «1. Разработка гибких определений, чтобы они могли оставаться полезными, даже если в этой области продолжаются инновации. 2. Исключение нормативных требований» [27]. Также Хизер Стейкер и Майкл Б. Хорн приводят классификацию моделей BL.

Дж. Бергман является одним из авторов идеи такой модели BL, как «перевернутый класс (flipped classroom)», согласно которой изучение нового материала учащимися происходит в домашней обстановке с применением онлайн-курсов, а его дальнейшее обсуждение в формате дискуссий осуществляется в рамках занятий непосредственно с учителем. Ее соответствующее описание приводит Л. Егоршина [28]. К основателям данного подхода также справедливо относят С. Хана и А. Сэмса. Так, С. Ханом был создан «ресурс с краткими видеолекциями по разным дисциплинам, которыми могут пользоваться школьники и студенты по всему миру. Принцип удаленного просмотра краткой лекции, на котором основана вся идея С. Хана, и лежит в основе «перевернутого обучения», а его книга *Flip Your Classroom: Reaching Every Student in Every Class Every Day*, написанная в соавторстве, стала фундаментальным научным трудом для большинства западных педагогов, которые задумывались о том, стоит ли им «перевернуть класс»...» [29].

В работе А. Шевченко отмечено, что, помимо модели «перевернутый класс», Институтом Кристенсена выделено еще три модели BL [30]:

1. «*Ротация станций*»: модель BL, при которой ученики во время урока чередуют «станции» (зоны и способы деятельности в кабинете) по фиксированному графику: 1/3 часть урока они работают на компьютерах или планшетах, 1/3 – напрямую с учителем, оставшаяся 1/3 – в проектных группах. При этом каждый обучаемый может выбирать последовательность прохождения станций самостоятельно, тем самым достигается «индивидуальная ротация».

2. «*Ротация лабораторий*»: модель BL, при которой часть уроков (по различным предметам, не только по информатике) проводится в компьютерном классе или в любом кабинете на планшетах, часть – учителем обычным способом.

3. «*Гибкая модель*»: модель BL, при которой работа учащихся происходит по индивидуальной программе и расписанию, где преобладает самостоятельное изучение материала онлайн. При этом учеба проходит в кампусе школы, учащиеся могут объединяться в группы по уровню знаний и для проектов, педагоги обеспечивают их сопровождение.

Целью исследования А. Ноуби и Т. Алхазали было изучение влияния среды BL на успеваемость и углубленное изучение предметов студентами университета Персидского залива при разработке и представлении учебных материалов для магистратуры. Среда BL была разработана таким образом, чтобы она могла обеспечить возможность интеграции системы управления обучением «Moodle» с личным взаимодействием в классе. Для изучения исследовательских вопросов был использован квазиэкспериментальный подход. Выборка исследования состояла из 19 аспирантов мужского и женского пола, проходивших обучение по «Программе дистанционного обучения» в Колледже последипломного образования в течение первого семестра 2015/2016 учебного года. Для изучения степени усвоения студентами содержания курса был использован тест успеваемости. Также была использована шкала углубленного изучения, чтобы оценить уровень усвоения студентами, которые изучали содержание курса в среде BL. Результаты исследования показали, что показатели учащихся после прохождения теста успеваемости улучшились. Не было обнаружено статистически значимых различий между средними показателями учащихся до и после прохождения теста по шкале глубины обучения. Однако было замечено, что средние баллы учащихся после применения шкалы глубины обучения (65,3750) были немного выше, чем при предварительном применении (63,1250). Такое более высокое среднее значение может свидетельствовать о незначительном повышении уровня усвоения материала учащимися [31].

Изучение степени влияния технологий ВЛ на уровень успеваемости студентов представлено в научной работе Х. Ли (и др.). Опираясь на результаты исследования, в котором приняли участие 235 студентов университета Байса направления «Начальное образование», обучающиеся по двухсеместровой программе по дисциплине «Развитие ребенка и педагогическая психология», подразумевающей в первом семестре формат ВЛ, а во втором – автономное обучение, по окончании курса сравнили академические показатели трех групп студентов, соответственно, с высоким, средним и низким уровнями обучения за два семестра для оценки эффекта от внедрения ВЛ. Результаты показали, что внедрение смешанного онлайн- и офлайн-обучения оказывает большее влияние на учащихся с хорошими и отличными оценками, в то время как на некоторых учащихся со средними оценками оно оказывает большее стимулирующее воздействие и в то же время мало влияет на учащихся с низкой успеваемостью. На основе результатов проведенного исследования авторами сформулированы выводы, согласно которым «смешанное обучение, основанное на платформе UMU, способствует углубленному обучению студентов с отличной и средней успеваемостью и получению лучших результатов обучения» [32].

Выводы относительно того, что использование ВЛ оказывает существенное влияние на математические способности учащихся по сравнению с традиционным обучением, получены по результатам исследования, проведенного Д. Н. Маварди, К. А. Будинингсх, Сугиман. Авторами использовался метод метааналитического исследования, в котором были обобщены 37 показателей эффекта, полученных на основе 26 первичных исследований. В результате исследования был получен суммарный размер эффекта, относящийся к категории больших. Авторы отмечают, что «смешанное обучение способствует удовлетворению потребностей учащихся в обучении с максимальным выделением учебного времени, поскольку учащиеся будут более готовы воспринимать материал в классе, потому что они ранее изучали его дома» [33].

Представленная в работе У. Чжун и И. Джей Фэн программа Apple Teacher использует смешанный режим обучения при преподавании курса, сочетая сетевые ресурсы с реальной средой для формирования «Онлайн-обучения + поддержка ассистента преподавателя; Офлайн-класс + Тематическое изучение; Обмен мнениями + подведение итогов» в одном из режимов ВЛ и «Базовые знания – самотестирование – Форма учебной деятельности; Тематическое обучение – самосозидание – итоговая рефлексия» [34]. По мнению авторов, в современном мире сочетание онлайн-режима и ВЛ стало тенденцией, а эффект ВЛ уже стал важным направлением педагогической реформы в сфере образования [35].

Р. Арчи, говоря об основных проблемах, сопровождающих процесс внедрения технологий ВЛ в образовательный процесс, отмечает контроль над ними со стороны организаций, учреждений, преподавателей и студентов. По мнению автора, «важно не то, меняется ли наш мозг к лучшему или к худшему, а то, насколько мы доверяем смешанному обучению» [36]. Р. Арчи призывает рассматривать ВЛ как «смешанное преподавание», поскольку эта фраза содержит спорное предположение. Преподаватели, выбирая традиционные и онлайн-средства массовой информации, полностью контролируют процесс обучения, но учащиеся в конечном счете сами являются главными арбитрами в процессе своего обучения.

В статье Б. Гимира рассматриваются проблемы и возможности ВЛ в сельских и отдаленных школах. В исследовании автора показан ряд преимуществ ВЛ над очным, домашним и онлайн-обучением, а также сделан вывод о том, что «смешанное обучение является отличным подходом к преподаванию и обучению в сельской местности

с точки зрения доступности учителей, времени, необходимого учащимся для поездок в город, и взаимодействия учащихся с окружающей средой» [37].

Суджата С. Катпалия, Си Инг Киат и Кристина Мари Том, отмечая возросший интерес современного образовательного сообщества к курсам BL, в своем исследовании описывают «смешанный курс обучения навыкам научной коммуникации для студентов старших курсов, который был преобразован в курс обучения с использованием современных технологий (TEL) в рамках инициативы университета по внедрению онлайн-обучения в свои курсы» [38].

Г. В. Милованова и соавт., исследуя основные проблемы цифровизации образования, говорят об изменении характера «социального присутствия студентов и преподавателей» в учебном процессе, протекающем в дистанционном формате [39]. Авторы отмечают появление таких рисков, как чувство изолированности у студентов, исчезновение соревновательного духа, отсутствие своевременной обратной связи с преподавателем. Всё это значительно снижает учебную мотивацию обучающихся. По мнению авторов, смешанный формат обучения, сочетающий в себе «онлайн-обучение (поточные лекции) и офлайн-обучение (практические и лабораторные занятия в группах и подгруппах), является более мягким по сравнению с полным дистантом» [40].

В научной статье Г. П. Озеровой на примере курса «Информационные технологии» представлена «разработка алгоритма оценки самостоятельной работы и прогноза успешности обучения студентов для дисциплин, реализуемых на основе модели BL в LMS BlackBoard» [41].

Благодаря исследованию, проведенному О. И. Гизатулиной по внедрению смешанной модели в обучении русскому языку, автору удалось выделить ряд преимуществ данной модели: «гибкость (время, место, темп); компенсация недостатка аудиторных часов; нацеленность на воспитание “активного студента”; возможность индивидуализации обучения; студентоцентричность; повышение эффективности очных занятий; удобство в измерении и анализе результатов и др.» [42]. Автор также отмечает роль BL в повышении мотивации учащихся, поскольку данный формат обучения во многом отвечает образу жизни и потребностям современных студентов. Подобной точки зрения придерживается и В. Г. Нестеренко, по мнению которой «смешанное обучение предлагает преподавателям возможность справиться с меняющейся ролью учителя в XXI в. и требует переосмысления своей деятельности, целью которой становится поддержка студентов в обучении и нацеливании на успех» [43]. Мотивационные аспекты BL также отражены в работе Т. М. Фильченковой [44].

Проведенный анализ научной литературы по теме исследования позволяет сделать вывод о том, что процессы цифровизации оказывают существенное влияние на выбор форм, методов и технологий осуществления образовательной деятельности. Одним из важных направлений модернизации современного образования является внедрение технологий BL в учебный процесс, в связи с чем настоящее исследование нацелено на поиск методических путей реализации информационно-математической подготовки будущих инженерных кадров в условиях цифровой интерактивной образовательной среды на основе технологий BL.

Методологическая база исследования / Methodological base of the research

Теоретические выводы, полученные авторами настоящего исследования, основаны на анализе научных публикаций отечественных (Ю. И. Капустин, А. А. Кова-

левская, В. Н. Курбацкий, Н. В. Ломоносова, Л. Г. Титаренко и др.) и зарубежных авторов (Дж. Бейли, Дж. Бергман, К. Бонк, Ч. Грэхем, Дж. Руни, Х. Стейкер, А. Сэмз, М. Хорн и др.) по проблеме и перспективе применения технологий ВЛ в образовательном процессе. Результаты исследований вышеперечисленных авторов позволили обозначить практические рекомендации к применению технологий ВЛ при организации информационно-математической подготовки студентов инженерных специальностей в технических университетах.

Исследования вопросов цифровой трансформации образования, отраженные в трудах Р. Барглоу, Хизера А. Хорста, Д. Миллера, А. Смита, Т. С. Ахромеевой, Е. В. Молчановой, А. А. Вербицкого, Ш. Ш. Пирогланова, Г. Н. Пашкова, А. В. Коньшевой и других, с выделенными в них основными характеристиками цифровизации с точки зрения формирования новой цифровой культуры позволили обозначить возможности использования цифровых технологий, отвечающих требованиям современной экономики и направленных на формирование и развитие цифровых компетенций будущих специалистов инженерной отрасли в образовательном процессе технического вуза.

Теоретическую базу настоящей работы составили также научные и учебно-методические исследования в области преподавания математики (М. Клайн, В. В. Фирсов, Л. Д. Кудрявцев, А. Н. Колмогоров, С. М. Никольский, В. А. Гусев, В. Ф. Бутузов, В. А. Далингер, С. Н. Дворяткина, Г. В. Дорофеев и др.) и информатики (К. К. Колин, А. А. Кузнецов, М. П. Лапчик, Н. И. Пак, Е. С. Полат, И. В. Роберт, Б. Е. Стариченко, Е. К. Хеннер и др.).

Результаты исследования / Research results

В контексте преподавания дисциплин информационно-математического цикла в техническом вузе можно выделить несколько способов реализации и внедрения технологий ВЛ. Рассмотрим основные методические подходы и примеры комбинаций инструментов ВЛ для преподавания цикла информационно-математических дисциплин, при этом интерактивные методы в рамках ВЛ помогают сделать процесс более увлекательным и эффективным.

1. Онлайн-курсы и видеолекции

Использование таких цифровых платформ, как Google Meet, Zoom или Mirapolis, для проведения интерактивных лекций с возможностью задавать вопросы в реальном времени, обсуждать темы в группах и проводить познавательные викторины.

Преподаватели могут записывать видеолекции по ключевым темам, которые студенты могут изучать в своем темпе. Например, лекция по вариационным рядам и их числовым характеристикам может быть представлена в формате видео, в котором преподаватель объясняет основные понятия. Целесообразно также использование образовательных видеороликов с интегрированными вопросами и заданиями, которые студенты должны выполнять по мере просмотра.

Цифровые платформы, такие как Stepik, СДО «Moodle» и некоторые другие, возможно использовать для создания онлайн-курсов, включающих интерактивные тесты с автоматизированным контролем знаний и интерактивные задания, которые студенты выполняют вне аудитории.

Целесообразно использовать в учебном процессе массовые открытые онлайн-курсы (МООК), размещенные на национальных цифровых образовательных платформах Stepik (<https://stepik.org/catalog>), «Открытое образование» (<https://openedu.ru/course/>), «Лекториум» (<https://www.lektorium.tv/>). Например:

- MOOK «Теория вероятностей и математическая статистика для инженеров», разработанный Уральским федеральным университетом имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (https://openedu.ru/course/urfu/TheorVer/?session=fall_2024);
- MOOK «Высшая математика. 1 семестр», разработанный ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (https://openedu.ru/course/spbstu/HIMAT/?session=fall_2024);
- MOOK «Цифровая грамотность для инженерных и технических направлений», разработанный Национальным исследовательским университетом «Высшая школа экономики» (https://openedu.ru/course/hse/DIGLIT_4/?session=2022);
- MOOK «Основы машинного обучения», разработанный Московским государственным университетом имени М. В. Ломоносова (https://openedu.ru/course/msu/MACHINELEARNING/?session=fall_2024).

2. Флиппед-класс (перевернутый класс)

В рамках данного подхода студенты сначала изучают материал самостоятельно (например, через видеоролик образовательного назначения или статьи по соответствующей тематике), а затем приходят на занятие для обсуждения, решения задач и выполнения практических или лабораторных работ. Например, перед занятием по математическому моделированию студенты могут получить задание прочитать рекомендованную преподавателем статью и выполнить предварительный расчет.

3. Интерактивные цифровые платформы

Использование таких цифровых платформ, как Nearpod, Mentimeter или Quizlet, для проведения интерактивных опросов и тестов во время занятия с немедленной обратной связью. Это повышает вовлеченность студентов и позволяет мгновенно оценивать их понимание учебного материала соответствующей дисциплины. Цифровые онлайн-приложения для совместной работы, такие как Google Docs, могут быть использованы для разработки и ведения групповых проектов, а также выполнения совместных решений междисциплинарных задач.

4. Мобильные приложения для обучения

Преподаватели могут рекомендовать студентам использовать мобильные приложения для закрепления знаний. Например, приложения для изучения языков программирования, такие как SoloLearn, могут помочь студентам самостоятельно развивать навыки программирования.

5. Проектная работа с использованием цифровых технологий (в том числе цифровых сервисов)

Организация групповых задач, где студенты работают в команде как онлайн, так и офлайн, что помогает развивать навыки сотрудничества. Цифровые сервисы представляют собой эффективные дидактические средства как для изучения учебного материала дисциплины, так и для реализации цифровых междисциплинарных проектов. Это способствует формированию персонального образовательного трека обучающегося. Студенты могут работать над цифровыми проектами, используя цифровые технологии для интеллектуального анализа данных, например язык программирования Python с библиотеками NumPy и Pandas в среде цифрового сервиса Google Colaboratory или математический пакет MATLAB. Преподаватели также могут предоставлять доступ к онлайн-ресурсам, где студенты могут получить дополнительную информацию и помощь, например:

- DATAtab Online Statistics Calculator (<https://datatab.net/>) для выполнения анализа данных посредством статистики в режиме онлайн;

– цифровой тематический сервис (<https://statpages.info/>), который содержит ссылки на веб-страницы, открывающие доступ к мощному, удобному и доступному многоплатформенному статистическому программному пакету; также имеются ссылки на онлайн-книги по статистике, загружаемые цифровые учебные пособия в формате *.pdf, программное обеспечение для статистики и сопутствующие цифровые ресурсы.

6. Виртуальные лаборатории и симуляции

Использование специализированных программ и приложений, позволяющих моделировать реальные процессы; применение виртуальных лабораторий позволяет студентам проводить эксперименты и моделирование не выходя из дома. Например, цифровая платформа MATLAB Online или Simulink может использоваться для проведения моделирования сложных технических систем. Интерактивные симуляции в области физики и вычислительной математики могут помочь студентам визуализировать сложные технические процессы и ТО.

7. Обратная связь и самооценка

Преподаватели могут использовать цифровые платформы и некоторые цифровые технологии (например, Google Forms, Yandex Forms, Socrative и др.) для обратной связи, где студенты могут оценивать свои знания и получать рекомендации по улучшению. Например, система контроля успеваемости, реализованная в СДО Moodle, позволяет студентам видеть свои ошибки и работать над ними. Также создание онлайн-форумов (например, в СДО Moodle) или групп в мессенджерах (например, Телеграм), где студенты могут обсуждать учебные материалы дисциплины, задавать вопросы и делиться идеями; регулярное получение обратной связи от студентов о процессе обучения через опросы и анкеты, что позволяет адаптировать курс под их потребности.

Каждый из этих методов может быть адаптирован под конкретные учебные цели и контекст, в котором проходит обучение. BL дает возможность комбинировать различные подходы и находить наиболее эффективные решения для вовлечения студентов и улучшения результатов их обучения. Предложенные выше подходы могут значительно повысить качество обучения, сделав его более интерактивным и доступным для студентов технических университетов, а также закрепив полученные знания на практике.

Рассмотрим пример, в котором, прежде чем построить модель машинного обучения (Machine Learning – ML), которая работает эффективно и корректно, необходимо начать с исследовательского анализа данных (Exploratory Data Analysis – EDA). Один из важных этапов EDA – выявление выбросов и их обработка. Для реализации EDA выбрана среда цифрового сервиса Google Colaboratory, язык программирования Python с библиотеками Pandas и Seaborn. Благодаря обозначенному стеку цифровых инструментов для решения поставленной задачи возможно эффективно исследовать данные на предмет выбросов в интерактивном режиме онлайн.

В статистике выбросы представляют собой конкретные точки данных, которые значительно отличаются от остальных наблюдений в наборе данных. Это наблюдения, которые находятся на аномальном расстоянии от других значений в случайной выборке из популяции. Процедуры выявления и обработки выбросов имеют решающее значение в процессе анализа данных, поскольку они могут исказить результаты и повлиять на производительность статистических моделей.

Выбросы могут возникать по разным причинам, в том числе:

1. Ошибки при вводе данных: опечатки или ошибки при вводе данных могут привести к выбросам.

2. Ошибки измерения: ошибки в процессе измерения могут привести к получению значений, которые не будут точно отражать истинную природу данных.

3. Подлинные экстремальные значения: иногда выбросы могут представлять собой законные экстремальные значения в данных; важно различать подлинные выбросы и ошибки.

4. Ошибки выборки: выбросы также могут возникать из-за проблем с процессом выборки, особенно при небольших размерах выборки.

5. Ошибки обработки данных: ошибки при очистке или преобразовании данных могут привести к появлению выбросов в наборе данных.

6. Естественная изменчивость: в некоторых случаях выбросы могут быть результатом естественной изменчивости данных. Определенные события или условия могут привести к экстремальным значениям, которые выходят за пределы нормального диапазона.

Даже в нормальном распределении могут быть выбросы. В зависимости от их природы и чувствительности разрабатываемой статистической модели к выбросам целесообразно их устранить. Обычные стратегии включают усечение или использование статистических методов для ограничения или корректировки этих значений. Первые три метода помогают их идентифицировать, а четвертый метод позволяет как идентифицировать, так и устранить их (что на самом деле следует рассматривать на этапе очистки данных, а не на этапе EDA).

Статистические тесты (метод Z-оценки или стандартного отклонения): обычно используется для нормально распределенных данных; определяет выбросы на основе того, сколько стандартных отклонений имеет точка данных от среднего значения.

Метод межквартильного размаха (InterQuartile Range – IQR): надежный и эффективный метод для выявления выбросов; менее чувствителен к экстремальным значениям и подходит для симметричных распределений (таких как нормальное распределение). Можно визуализировать выбросы методом IQR – диаграмма «Ящик с усами» или Boxplot (далее – Boxplot) из библиотеки Seaborn.

Межквартильный размах (IQR) – это мера статистической дисперсии, которая равна разнице между 1-м и 3-м квартилями: $IQR = Q3 - Q1$. Все значения выше $Q3 + 1.5 \cdot IQR$ и значения ниже $Q1 - 1.5 \cdot IQR$ являются выбросами. Это в основном все точки за пределами усов (рис. 1). Те точки, которые лежат за пределами усов, обычно считаются выбросами. При этом усы располагаются на расстоянии, равном 1,5 межквартильного размаха (IQR) от края соответствующего поля. Обычно выбросы данных отмечаются точками на диаграмме (см. рис. 1). Таким образом, выброс определяется как точка данных, которая находится за пределами диапазона ($Q1 - 1.5 \cdot IQR$, $Q3 + 1.5 \cdot IQR$).

Подходы, основанные на моделях: могут быть пригодны для обработки выбросов в нормально распределенных данных; как правило, это регрессионные модели, которые разработаны так, чтобы быть менее чувствительными к влиянию экстремальных значений, например, регрессор RANSAC («RANDOM SAMPLE CONSENSUS – консенсус случайной выборки») – это итеративный метод для надежной оценки параметров математической модели из набора наблюдений, содержащих выбросы» [45]).

Винсоризация (Winsorizing): метод, при котором экстремальные значения заменяются менее экстремальными; подходит для нормальных распределений, особенно когда нужно «смягчить» влияние выбросов, не удаляя их полностью.

В рассматриваемом примере воспользуемся набором данных Churn_Modelling (Датасет Churn_Modelling взят с цифровой платформы Kaggle, используемой для соревнований по Data Science и ML), который состоит из атрибутов клиентов и информации о том, прекратили ли они свои соединения с некоторой телекоммуникационной компанией N. В анализируемом наборе данных 10 000 записей и 14 признаков, включая целевую переменную (см. таблицу).

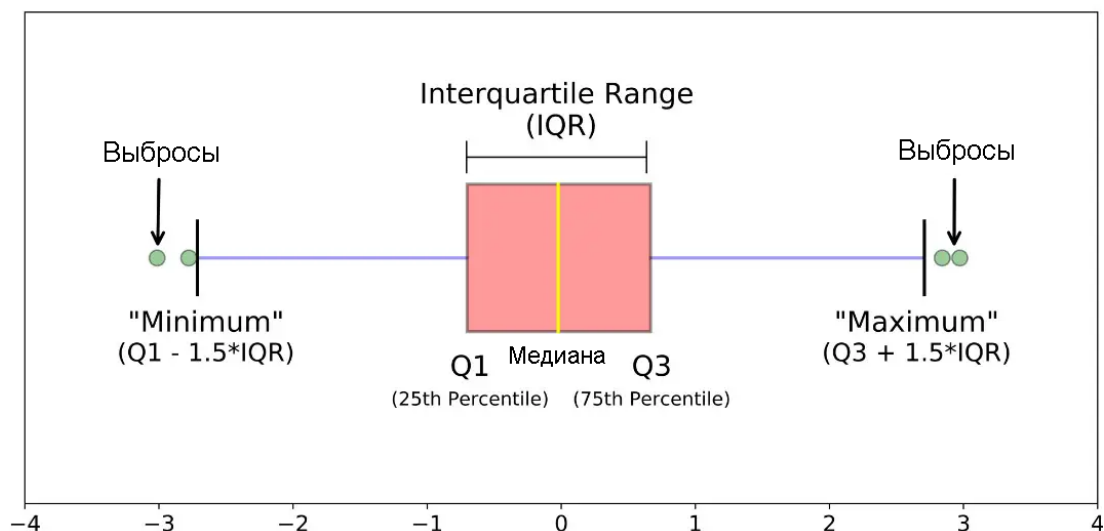


Рис. 1. Структура диаграммы BoxPlot для визуализации выбросов

Описание атрибутов набора данных Churn_Modelling

№ п/п	Наименование атрибута	Описание атрибута
1.	RowNumber	номер строки
2.	CustomerId	уникальный идентификатор клиента
3.	Surname	фамилия заказчика
4.	CreditScore	кредитный рейтинг клиента
5.	Geography	страна заказчика
6.	Gender	пол
7.	Age	возраст клиента
8.	Tenure	количество месяцев, в течение которых клиент работает в фирме
9.	Balance	оставшийся остаток на счете клиента
10.	NumOfProducts	количество товаров, проданных клиентом
11.	HasCrCard	есть ли у клиента кредитная карта или нет
12.	IsActiveMember	активен ли клиент или нет
13.	EstimatedSalary	предполагаемая зарплата клиента
14.	Exited	ушел ли клиент или нет

На рис. 2 представлен фрагмент датасета Churn_Modelling.

RowNumber	CustomerId	Surname	CreditScore	Geography	Gender	Age	Tenure	Balance	NumOfProducts	HasCrCard	IsActiveMember	EstimatedSalary	Exited
1	15634602	Hargrave	619	France	Female	42	2	0.00	1	1	1	101348.88	1
2	15647311	Hill	608	Spain	Female	41	1	83807.86	1	0	1	112542.58	0
3	15619304	Onio	502	France	Female	42	8	159660.80	3	1	0	113931.57	1
4	15701354	Boni	699	France	Female	39	1	0.00	2	0	0	93826.63	0
5	15737888	Mitchell	850	Spain	Female	43	2	125510.82	1	1	1	79084.10	0

Рис. 2. Фрагмент датасета Churn_Modelling

Создадим диаграмму Boxplot для всех атрибутов набора данных с помощью библиотеки Seaborn. Выбросы видны для атрибутов «Количество продуктов», «Возраст» и «Кредитный рейтинг» (см. рис. 3).

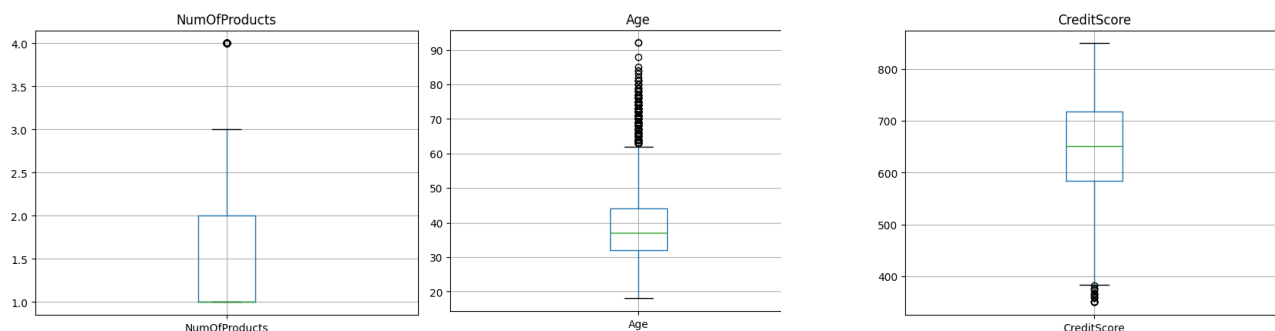


Рис. 3. Визуализация выбросов в датасете Churn_Modelling посредством диаграммы BoxPlot

Наблюдая за приведенными выше диаграммами Boxplot (рис. 3), можно визуально обнаружить выбросы в значениях: кредитный рейтинг содержит больше резко отклоняющихся значений по сравнению с другими.

Давайте найдем эти точки математически, а не визуально. Давайте посмотрим на IQR. Рассмотрим шаги по обнаружению выбросов путем определения нижней (Minimum) и верхней (Maximum) границы данных (см. рис. 1):

1. Отсортировать данные в порядке возрастания.
2. Рассчитать Q1 (первый квартиль) и Q3 (третий квартиль).
3. Вычислить $IQR = (Q3 - Q1)$.
4. Вычислить нижний диапазон как $Q1 - (1.5 * IQR)$ и верхний диапазон как $Q3 + (1.5 * IQR)$.

Создадим диаграмму Boxplot для трех атрибутов (см. рис. 3) одновременно с целевой переменной "Exited", содержащей класс кредитного рейтинга заемщика.

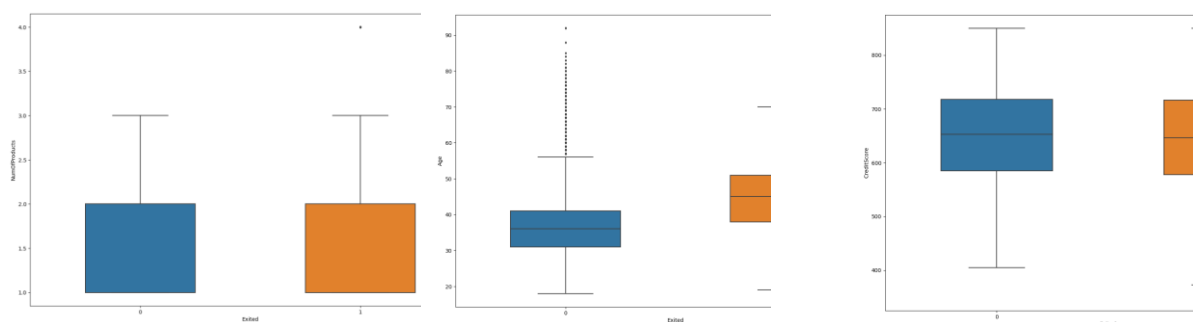


Рис. 4. Сравнение диаграмм BoxPlot признаков «Количество продуктов», «Возраст» и «Кредитный рейтинг» с целевым признаком

Давайте найдем выбросы: отсортируем данные по возрастанию и выведем их на экран (рис. 5), затем вычислим 1-й и 3-й квартили (рис. 6).

```
# сортировка данных
data = df.CreditScore
sort_data = np.sort(data)
sort_data

array([350, 350, 350, ..., 850, 850, 850])
```

Рис. 5. Сортировка данных

```
# используем функцию nanpercentile(), чтобы игнорировать пропущенное значение
q1 = np.nanpercentile(data, 25, method='midpoint')
q2 = np.nanpercentile(data, 50, method='midpoint')
q3 = np.nanpercentile(data, 75, method='midpoint')
IQR = q3 - q1
print('IQR = ', IQR)
```

```
IQR = 134.0
```

Рис. 6. Вычисление квартилей Q1 и Q3

Рассчитаем верхний (lower_limit) и нижний пределы (upper_limit) для выбросов, а также рассмотрим выбросы нижнего и верхнего пределов (см. рис. 7).

```
lower_limit = q1 - 1.5*(q3 - q1)
upper_limit = q3 + 1.5*(q3 - q1)
print("Нижний предел = ", lower_limit)
print("Верхний предел = ", upper_limit)
lower_limitoutliers = sort_data[sort_data < lower_limit]
print ("Выбросы нижнего предела:", lower_limitoutliers)
upper_limitoutliers = sort_data[sort_data > upper_limit]
print ("Выбросы верхнего предела:", upper_limitoutliers)
```

```
Нижний предел = 383.0
Верхний предел = 919.0
Выбросы нижнего предела: [350 350 350 350 350 351 358 359 363 365 367 373 376 376 382]
Выбросы верхнего предела: []
```

Рис. 7. Вычисление выбросов нижнего и верхнего пределов

Анализируя данные, представленные на рис. 7, можно сделать вывод, что выбросы встречаются только в нижней части предела. При желании можно заменить значения за пределами соответствующих порогов, но в данном контексте это можно не делать.

Заключение / Conclusion

Подводя итоги, необходимо выделить следующие ключевые достоинства реализации учебного процесса дисциплин информационно-математического цикла с применением технологий BL:

1. Эффективность обучения: применение технологий BL и реализация моделей BL демонстрируют высокую степень эффективности преподавания дисциплин информационно-математического цикла, позволяя оптимально сочетать теоретические знания с практическими навыками, что соответствует современной концепции подготовки будущих специалистов, обозначенной в ФГОС ВО нового поколения в условиях цифровой трансформации настоящего общества.

2. Повышение мотивации у обучающихся: благодаря использованию онлайн-платформ, цифровых сервисов и интерактивных методов обучения студенты проявляют большую заинтересованность и вовлеченность в образовательный процесс, что способствует повышению уровня усвоения учебного материала изучаемых дисциплин.

3. Персонализация обучения: технологии BL предоставляют возможность индивидуализации учебного процесса и формирования персонального образовательного трека, что позволяет студентам осваивать материал в удобном для них темпе и формате.

4. Обратная связь: регулярная обратная связь от студентов и использование цифровых сервисов значительно повышают уровень внимания и понимания студентов, что способствует своевременной диагностике образовательных результатов и коррекции учебного процесса.

В целом результаты настоящего исследования подтверждают, что технологии ВЛ являются важным инструментом для повышения качества образования и подготовки будущих специалистов технических университетов, а также могут быть успешно применены в преподавании дисциплин информационно-математического цикла и реализации межпредметной интеграции. Для успешной реализации технологий ВЛ в техническом вузе необходимо продолжать разработку и внедрение интерактивных методик обучения, а также необходимо регулярное повышение квалификации профессорско-преподавательского состава в области ИКТ и цифровизации современного образования.

Ссылки на источники / References

1. Сайт Минтруд России. – URL: <https://mintrud.gov.ru/?ysclid=lyy3cme91p393774189>
2. Безрукавникова Ю. С. Цифровизация образования: новое видение педагогических технологий // Цифровая трансформация в образовании: проблемы и перспективы развития: сб. материалов Межрегион. науч.-практ. конф. / под ред. М. А. Селивановой, К. А. Ротобильского, А. Н. Гончаровой, Н. М. Кузнецовой, Е. Д. Поповой. – Липецк: ГАУДПО ЛО «ИРО», 2021. – С. 28. – URL: <https://iom48.ru/wp-content/uploads/2022/04/sbornik-cifrovaya-transformatsiya-v-obrazovanii-problemy-i-perspektivy-razvitiya.pdf>
3. Стрижко О. Смешанное обучение. – 2020. – URL: <https://e-queo.com/blog/expertnie-stati/smeshannoe-obuchenie/>
4. Смешанное обучение: как совместить новые технологии и традиционные методы образования. – 2023. – URL: <https://education.forbes.ru/podcast/tpost/mur4e99ku1-smeshannoe-obuchenie-kak-sovmestit-novie>
5. Бордовская Н. В., Кошкина Е. А. Эффективность образовательных технологий смешанного типа в высшем образовании: анализ результатов отечественных исследований // Ананьевские чтения – 2021: материалы междунар. науч. конф., Санкт-Петербург, 19–22 октября 2021 года / под общ. ред. А. В. Шаболтас; отв. ред. В. И. Прусаков. – СПб.: ООО «Скифия-принт», 2021. – С. 543–544.
6. Постановление Правительства Российской Федерации от 16.11.2020 № 1836 «О государственной информационной системе «Современная цифровая образовательная среда». – URL: https://www.koiro.edu.ru/centers/tsentr-informatizatsii-obrazovaniya/tsifrovaya-obrazovatel'naya-sreda/docs/postanovlenie_1836.pdf
7. Паспорт федерального проекта «Цифровая образовательная среда» (утвержден проектным комитетом по национальному проекту «Образование» (протокол от 07 декабря 2018 г. № 3) (в редакции от 31.12.2020 № Е4-2020/026)). – URL: https://www.yarregion.ru/depts/dobr/Documents/Nats-project/NP4/NP4_Pasport_FEDER_COS_%d0%954-2020_026-31-12-2020.pdf
8. Портал федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. – URL: <https://www.fgosvo.ru/>
9. Моисеева Н. А., Полякова Т. А. Задачи информационно-математического моделирования как средство реализации междисциплинарной интеграции в преподавании математики и информатики в техническом вузе // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2022. – № 9 (сентябрь). – С. 52–64. – URL: <http://e-koncept.ru/2022/221063.htm>
10. Моисеева Н. А., Полякова Т. А. Межпредметные связи математики и информатики в системе непрерывного инженерного образования // Наука о человеке: гуманитарные исследования. – 2018. – № 1(31). – С. 85–93. – URL: <http://journal.omg.su/wp-content/files/31/13.pdf>
11. Далингер В. А., Моисеева Н. А., Полякова Т. А. Взаимная интеграция информационно-математической подготовки инженеров в эпоху цифровизации // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2021. – Т. 14. – № 9. – С. 1403. DOI: 10.17516/1997-1370-0772.
12. Уроки первопроходцев: как внедряли смешанное обучение в школах. – 2024. – URL: <https://eddesign-mag.com/smashannoe-obuchenie/>
13. Смешанное обучение: как совместить новые технологии и традиционные методы образования.
14. Чиркова Е. И., Зорина Е. М. Использование смешанных опор в смешанном обучении // Ученые записки ОГУ. Серия: Гуманитарные и социальные науки. – 2017. – № 4 (77). – С. 355–356.
15. Чиркова Е. И., Зорина Е. М. Использование смешанных опор в смешанном обучении. – С. 356.
16. Стариченко Б. Е., Семенова И. Н., Слепухин А. В. О Соотношении понятий электронного обучения в высшей школе // Образование и наука. – 2014. – № 9. – С. 52. DOI: 10.17853/1994-5639-2014-9-51-68.

17. Стариченко Б. Е., Семенова И. Н., Слепухин А. В. О Соотношении понятий электронного обучения в высшей школе. – С. 52.
18. Стариченко Б. Е., Семенова И. Н., Слепухин А. В. О Соотношении понятий электронного обучения в высшей школе. – С. 52.
19. Плетяго Т. Ю., Остапенко А. С., Антонова С. Н. Педагогические модели смешанного обучения в вузе: обобщение опыта российской и зарубежной практики // Образование и наука. – 2019. – № 21(5). – С. 124. DOI: 10.17853/1994-5639-2019-5-113-130.
20. Плетяго Т. Ю., Остапенко А. С., Антонова С. Н. Педагогические модели смешанного обучения в вузе: обобщение опыта российской и зарубежной практики. – С. 118.
21. Плетяго Т. Ю., Остапенко А. С., Антонова С. Н. Педагогические модели смешанного обучения в вузе: обобщение опыта российской и зарубежной практики. – С. 117.
22. Блинов В. И., Есенина Е. Ю., Сергеев И. С. Модели смешанного обучения: организационно-дидактическая типология // Высшее образование в России. – 2021. – Т. 30. – № 5. – С. 44. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-5-44-64.
23. Блинов В. И., Есенина Е. Ю., Сергеев И. С. Модели смешанного обучения: организационно-дидактическая типология. – С. 47.
24. Бордовская Н. В., Кошкина Е. А., Тихомирова М. А., Исакова М. П. Эффективность смешанных образовательных технологий в вузе: методология оценки // Образование и наука. – 2023. – № 25(7). – С. 69. DOI: 10.17853/1994-5639-2023-7-69-102.
25. Байдикова Н. Л. Циклическая модель смешанного обучения: технологический подход // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2020. – № 1 (январь). – С. 39. – URL: <http://e-koncept.ru/2020/201004.htm>
26. Bonk C. J., Graham Ch. R., Cross J., Moore M. G. The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, local designs. – San Francisco, CA: Pfeiffer, 2005. – 640 p.
27. Staker H., Horn M. B. Classifying K-12 Blended Learning, 2012. – P. 1. – URL: <http://www.christenseninstitute.org/wp-content/uploads/2013/04/Classifying-K-12-blended-learning.pdf>
28. Уроки первопроходцев: как внедряли смешанное обучение в школах.
29. Шевченко А. Что такое «перевернутый класс» и как эту методику используют в России. И можно ли обойтись без учебников. – 2019. – URL: https://mel.fm/ucheba/shkola/928534-flipped_class-room?ysclid=lytxxl1ntj285210202
30. Шевченко А. Что такое «перевернутый класс» и как эту методику используют в России. И можно ли обойтись без учебников.
31. Nouby A., Alkhazali T. The Effect of Designing a Blended Learning Environment on Achievement and Deep Learning of Graduate Students at the Arabian Gulf University // Open Journal of Social Sciences. – 2017. – Vol. 5. – No. 10. – P. 248–260. DOI: 10.4236/jss.2017.510022.
32. Li X. et al. Research on Teaching Practice of Blended Learning of “Child Development and Educational Psychology” Based on UMO Platform // Creative Education. – 2021. – No. 12. – P. 2822–2830. DOI: 10.4236/ce.2021.1212209.
33. Mawardi D. N., Budiningsih C. A., Sugiman. Blended learning effect on mathematical skills: A meta-analysis study // Ingénierie des Systèmes d’Information. – 2023. – Vol. 28. – No. 1. – P. 197–204. DOI: 10.18280/isi.280122.
34. Zhong W., Feng Y. J. The Research of Blended Learning Model of the “Apple Teacher” Program // Creative Education. – 2019. – No. 10. – P. 1764–1776. DOI: 10.4236/ce.2019.108126.
35. Zhong W., Feng Y. J. The Research of Blended Learning Model of the “Apple Teacher” Program.
36. Archee R. Is Blended Learning Making Us Stupid, Too? // Open Journal of Social Sciences. – 2015. – No. 3. – P. 65–70. DOI: 10.4236/jss.2015.39010.
37. Ghimire B. Blended learning in rural and remote schools: Challenges and opportunities // International Journal of Technology in Education (IJTE). – 2022. – No. 5(1). – P. 88–96. DOI: 10.46328/ijte.215.
38. Kathpalia S. S., Eng K. S., Tom K. M. A Blended Scientific Communication Course for Undergraduate Students: Addressing the Challenges Posed by the Covid-19 Pandemic // ESP Today. – 2020. – Vol. 8. – No. 2. – P. 182–205. DOI: 10.18485/esptoday.2020.8.2.1.
39. Милованова Г. В., Куляшова Н. М., Шемякина Е. Ю. Сравнительный анализ мотивационных особенностей студентов на разных этапах обучения // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2022. – № 6 (июнь). – С. 48. – URL: <http://e-koncept.ru/2022/221043.htm>
40. Милованова Г. В., Куляшова Н. М., Шемякина Е. Ю. Сравнительный анализ мотивационных особенностей студентов на разных этапах обучения. – С. 53.
41. Озерова Г. П. Оценка самостоятельной работы студентов при смешанном обучении на основе данных учебной аналитики // Высшее образование в России. – 2020. – Т. 29. – № 8/9. – С. 117–126. DOI: 10.31992/0869-3617-2020-29-8-9-117-126.

42. Гизатулина О. И. Обучение русскому языку как иностранному через модели смешанного обучения // Academic Research in Educational Sciences. – 2022. – № 3(3). – С. 31. DOI: 10.24412/2181-1385-2022-3-890-900.
43. Нестеренко В. Г. Дидактические возможности смешанного обучения иностранному языку в условиях формального педагогического образования // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2019. – № V6. – С. 31. – URL: <http://e-koncept.ru/2019/196055.htm>
44. Фильченкова Т. М. Применение технологии смешанного обучения в учебном процессе учреждения высшего образования как способ повышения удовлетворенности студентов // Сборник материалов X Международной научно-практической конференции «BIG DATA and Advanced Analytics. BIG DATA и анализ высокого уровня», Минск, Республика Беларусь, 13 марта 2024 года. – Минск, 2024. – С. 238–248. – URL: https://libeldoc.bsu.by/bitstream/123456789/54831/1/Fichenkova_Using_blended.pdf
45. Scikit-learn. – URL: https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.linear_model.RANSACRegressor.html

1. *Sajt Mintrud Rossii* [Website of the Ministry of Labor of Russia]. Available at: <https://mintrud.gov.ru/?ysclid=lyy3cme91p393774189> (in Russian).
2. Bezrukavnikova, Yu. S. (2021). "Cifrovizaciya obrazovaniya: novoe videnie pedagogicheskikh tekhnologij" [Digitalization of education: a new idea of pedagogical technologies], *Cifrovaya transformaciya v obrazovanii: problemy i perspektivy razvitiya: sbornik materialov Mezhhregional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii*, GAUDPO LO "IRO", Lipeck, p. 28. Available at: <https://iom48.ru/wp-content/uploads/2022/04/sbornik-cifrovaya-transformaciya-v-obrazovanii-problemy-i-perspektivy-razvitiya.pdf> (in Russian).
3. Strizhko, O. (2020). *Smeshannoe obuchenie [Blended learning]*. Available at: <https://e-queo.com/blog/expertnie-statii/smeshannoe-obuchenie/> (in Russian).
4. (2023). *Smeshannoe obuchenie: kak sovместit' novye tekhnologii i tradicionnye metody obrazovaniya [Blended Learning: How to Combine New Technologies and Traditional Education Methods]*. Available at: <https://education.forbes.ru/podcast/tpost/mur4e99ku1-smeshannoe-obuchenie-kak-sovmestit-novie> (in Russian).
5. Bordovskaya, N. V., & Koshkina, E. A. (2021). "Effektivnost' obrazovatel'nyh tekhnologij smeshannogo tipa v vysshem obrazovanii: analiz rezul'tatov otechestvennyh issledovanij" [The effectiveness of blended learning technologies in higher education: analysis of domestic research results], *Anan'evskie chteniya – 2021: materialy mezhdunar. nauch. konf., Sankt-Peterburg, 19–22 oktyabrya 2021 goda*, ООО "Skifiya-print", St. Petersburg, pp. 543–544 (in Russian).
6. *Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 16.11.2020 № 1836 "O gosudarstvennoj informacionnoj sisteme «Sovremennaya cifrovaya obrazovatel'naya sreda»* [Resolution of the Government of the Russian Federation of 16.11.2020 No. 1836 "On the state information system "Modern digital educational environment"]. Available at: https://www.koiro.edu.ru/centers/tsentr-informatizatsii-obrazovaniya/tsifrovaya-obrazovatel'naya-sreda/docs/postanovlenie_1836.pdf (in Russian).
7. *Pasport federal'nogo proekta "Cifrovaya obrazovatel'naya sreda" (utverzhden proektnym komitetom po nacional'nomu projektu "Obrazovanie"* [Passport of the federal project "Digital educational environment" (approved by the project committee for the national project "Education")] (protokol ot 07 dekabrya 2018 g. № 3) (v redakcii ot 31.12.2020 № E4-2020/026)). Available at: https://www.yarregion.ru/depts/dobr/Documents/Nats-project/NP4/NP4_Pasport_FEDER_COS_%d0%954-2020_026-31-12-2020.pdf (in Russian).
8. *Portal federal'nyh gosudarstvennyh obrazovatel'nyh standartov vysshego obrazovaniya* [Portal of federal state educational standards of higher education]. Available at: <https://www.fgosvo.ru/> (in Russian).
9. Moiseeva, N. A., & Polyakova, T. A. (2022). "Zadachi informacionno-matematicheskogo modelirovaniya kak sredstvo realizacii mezhdisciplinarnoj integracii v prepodavanii matematiki i informatiki v tekhnicheskom vuze" [Tasks of information and mathematical modeling as a means of interdisciplinary integration implementation in teaching mathematics and computer science at an engineering university], *Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal "Koncept"*, № 9 (sentyabr'), pp. 52–64. Available at: <http://e-koncept.ru/2022/221063.htm> (in Russian).
10. Moiseeva, N. A., & Polyakova, T. A. (2018). "Mezhpredmetnye svyazi matematiki i informatiki v sisteme nepreryvnogo inzhenerного obrazovaniya", *Nauka o cheloveke: gumanitarnye issledovaniya*, № 1(31), pp. 85–93. Available at: <http://journal.omg.su/wp-content/files/31/13.pdf> (in Russian).
11. Dalinger, V. A., Moiseeva, N. A., & Polyakova, T. A. (2021). "Vzaimnaya integraciya informacionno-matematicheskoy podgotovki inzhenerov v epohu cifrovizacii" [Interdisciplinary relations between mathematics and computer science in the system of continuous engineering education], *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Seriya: Gumanitarnye nauki*, t. 14, № 9, p. 1403. DOI: 10.17516/1997-1370-0772 (in Russian).
12. (2024). *Uroki pervoprophodcev: kak vnedryali smeshannoe obuchenie v shkolya [Lessons from the Pioneers: How Blended Learning Was Implemented in Schools]*. Available at: <https://eddesignmag.com/smashannoe-obuchenie/> (in Russian).

13. Smeshannoe obuchenie: kak sovместit' novye tekhnologii i tradicionnye metody obrazovaniya [Blended Learning: How to Combine New Technologies and Traditional Education Methods].
14. Chirkova, E. I., & Zorina, E. M. (2017). "Ispol'zovanie smeshannyh opor v smeshannom obuchenii" [Using Mixed Supports in Blended Learning], *Uchenye zapiski OGU. Seriya: Gumanitarnye i social'nye nauki*, № 4 (77), pp. 355–356 (in Russian).
15. Ibid., p. 356.
16. Starichenko, B. E., Semenova, I. N., & Slepukhin, A. V. (2014). "O Sootnoshenii ponyatiy elektronno obucheniya v vysshej shkole" [The relationship between the concepts of e-learning in higher education], *Obrazovanie i nauka*, № 9, p. 52. DOI: 10.17853/1994-5639-2014-9-51-68 (in Russian).
17. Ibid.
18. Ibid., p. 52.
19. Pletyago, T. Yu., Ostapenko, A. S., & Antonova, S. N. (2019). "Pedagogicheskie modeli smeshannogo obucheniya v vuze: obobshchenie opyta rossijskoj i zarubezhnoj praktiki" [Pedagogical models of blended learning in universities: generalization of Russian and foreign practice], *Obrazovanie i nauka*, № 21(5), p. 124. DOI: 10.17853/1994-5639-2019-5-113-130 (in Russian).
20. Ibid., p. 118.
21. Ibid., p. 117.
22. Blinov, V. I., Esenina, E. Yu., & Sergeev, I. S. (2021). "Modeli smeshannogo obucheniya: organizacionno-didakticheskaya tipologiya" [Blended learning models: organizational and didactic typology], *Vysshee obrazovanie v Rossii*, t. 30, № 5, p. 44. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-5-44-64 (in Russian).
23. Ibid., p. 47.
24. Bordovskaya, N. V., Koshkina, E. A., Tihomirova, M. A., & Iskhakova, M. P. (2023). "Effektivnost' smeshannyh obrazovatel'nyh tekhnologij v vuze: metodologiya ocenki" [Effectiveness of Blended Educational Technologies in the University: Evaluation Methods], *Obrazovanie i nauka*, № 25(7), p. 69. DOI: 10.17853/1994-5639-2023-7-69-102 (in Russian).
25. Bajdikova, N. L. (2020). "Ciklichnaya model' smeshannogo obucheniya: tekhnologicheskij podhod" [Cyclical Model of Blended Learning: A Technological Approach], *Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal "Koncept"*, № 1 (yanvar'), p. 39. Available at: <http://e-koncept.ru/2020/201004.htm> (in Russian).
26. Bonk, C. J., Graham, Ch. R., Cross, J., & Moore, M. G. (2005). *The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, local designs*, Pfeifer, San Francisco, CA, 640 p. (in English).
27. Staker, H., & Horn, M. B. (2012). *Classifying K-12 Blended Learning*, p. 1. Available at: <http://www.christenseninstitute.org/wp-content/uploads/2013/04/Classifying-K-12-blended-learning.pdf> (in English).
28. Uroki pervoprohodcev: kak vnedryali smeshannoe obuchenie v shkolah [Lessons from the Pioneers: How Blended Learning Was Implemented in Schools].
29. Shevchenko, A. (2019). *Chto takoe "perevyornutyj klass" i kak etu metodiku ispol'zuyut v Rossii. I mozžno li obojti bez uchebnikov* [What is a "flipped classroom" and how is this method used in Russia. And is it possible to do without textbooks]. Available at: https://mel.fm/ucheba/shkola/928534-flipped_classroom?ysclid=lytxxl1ntj285210202 (in Russian).
30. Ibid.
31. Nouby, A., & Alkhazali, T. (2017). "The Effect of Designing a Blended Learning Environment on Achievement and Deep Learning of Graduate Students at the Arabian Gulf University", *Open Journal of Social Sciences*, vol. 5, no. 10, pp. 248–260. DOI: 10.4236/jss.2017.510022 (in English).
32. Li, X. et al. (2021). "Research on Teaching Practice of Blended Learning of "Child Development and Educational Psychology" Based on UMO Platform", *Creative Education*, no. 12, pp. 2822–2830. DOI: 10.4236/ce.2021.1212209 (in English).
33. Mawardi, D. N., Budiningsih, C. A., & Sugiman (2023). "Blended learning effect on mathematical skills: A meta-analysis study", *Ingénierie des Systèmes d'Information*, vol. 28, no. 1, pp. 197–204. DOI: 10.18280/isi.280122 (in English).
34. Zhong, W., & Feng, Y. J. (2019). "The Research of Blended Learning Model of the "Apple Teacher" Program", *Creative Education*, no. 10, pp. 1764–1776. DOI: 10.4236/ce.2019.108126 (in English).
35. Ibid.
36. Archee, R. (2015). "Is Blended Learning Making Us Stupid, Too?", *Open Journal of Social Sciences*, no. 3, pp. 65–70. DOI: 10.4236/jss.2015.39010 (in English).
37. Ghimire, B. (2022). "Blended learning in rural and remote schools: Challenges and opportunities", *International Journal of Technology in Education (IJTE)*, no. 5(1), pp. 88–96. DOI: 10.46328/ijte.215 (in English).
38. Kathpalia, S. S., Eng, K. S., & Tom, K. M. (2020). "A Blended Scientific Communication Course for Undergraduate Students: Addressing the Challenges Posed by the Covid-19 Pandemic", *ESP Today*, vol. 8, no. 2, pp. 182–205. DOI: 10.18485/esptoday.2020.8.2.1 (in English).

39. Milovanova, G. V., Kulyashova, N. M., & Shemyakina, E. Yu. (2022). "Sravnitel'nyy analiz motivacionnyh osobennostey studentov na raznyh etapah obucheniya" [Comparative analysis of motivational characteristics of students at different stages of study], *Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal "Koncept"*, № 6 (iyun'), p. 48. Available at: <http://e-koncept.ru/2022/221043.htm> (in Russian).
40. Ibid., p. 53.
41. Ozerova, G. P. (2020). "Ocenka samostoyatel'noj raboty studentov pri smeshannom obuchenii na osnove dannyh uchebnoj analitiki" [Assessing students' independent work in blended learning based on learning analytics data], *Vyshee obrazovanie v Rossii*, t. 29, № 8/9, pp. 117–126. DOI: 10.31992/0869-3617-2020-29-8-9-117-126 (in Russian).
42. Gizatulina, O. I. (2022). "Obuchenie russkomu yazyku kak inostrannomu cherez modeli smeshannogo obucheniya" [Teaching Russian as a Foreign Language through Blended Learning Models], *Academic Research in Educational Sciences*, № 3(3), p. 31. DOI: 10.24412/2181-1385-2022-3-890-900 (in Russian).
43. Nesterenko, V. G. (2019). "Didakticheskie vozmozhnosti smeshannogo obucheniya inostrannomu yazyku v usloviyah formal'nogo pedagogicheskogo obrazovaniya" [Language blended learning didactic resources in a formal pedagogical education], *Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal "Koncept"*, № V6, p. 31. Available at: <http://e-koncept.ru/2019/196055.htm> (in Russian).
44. Fil'chenkova, T. M. (2024). "Primenenie tekhnologii smeshannogo obucheniya v uchebnom processe uchrezhdeniya vysshego obrazovaniya kak sposob povysheniya udovletvorennosti studentov" [The use of blended learning technology in the educational process of a higher education institution as a way to improve student satisfaction], *Sbornik materialov X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii "BIG DATA and Advanced Analytics. BIG DATA i analiz vysokogo urovnya"*, Minsk, Respublika Belarus', 13 marta 2024 goda, Minsk, pp. 238–248. Available at: https://libdoc.bsuir.by/bitstream/123456789/54831/1/Fichenkova_Using_blended.pdf (in Russian).
45. *Scikit-learn*. Available at: https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.linear_model.RANSACRegressor.html (in English).

Вклад авторов

Н. А. Моисеева – подготовка вводной части и заключения, проведение, описание и обобщение результатов исследования.

Т. А. Полякова – обзор отечественной и зарубежной литературы по теме исследования, проведение, описание и обобщение результатов исследования.

Contribution of the authors

N. A. Moiseeva – preparation of the introduction and conclusion, conducting, describing and summarizing the results of the study.

T. A. Polyakova – review of domestic and foreign literature on the topic of the study, conducting, describing and summarizing the results of the study.