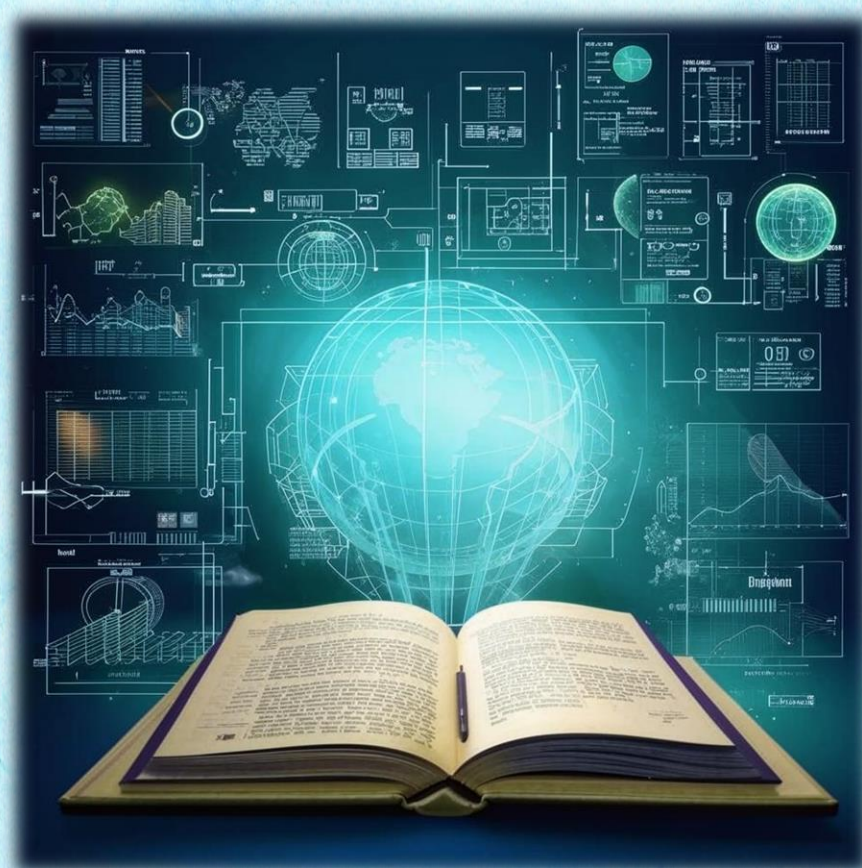


ISSN 3034-1760

(online)



Пространство педагогических исследований

Сетевой научный журнал

2026 • Т. 3 • № 1

Разработка цифровой образовательной среды и методов интеграции знаний для современной школы

<http://ppi-journal.ru/>

Выход в свет: 20 февраля 2026 г. Выходит четыре раза в год

УЧРЕДИТЕЛЬ: Череповецкий государственный университет

НАПРАВЛЕНИЯ:

5.8.1 Общая педагогика, история педагогики и образования;

5.8.2 Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования);

5.8.7 Методология и технология профессионального образования

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР: Е. Р. Ядровская, доктор педагогических наук, профессор, Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена

Ответственный за номер: В. А. КАСТОРНОВА, кандидат педагогических наук, доцент, старший научный сотрудник, Институт содержания и методов обучения им. В. С. Леднева

РЕДАКТОР: В. В. КРУГЛОВА

КОМПЬЮТЕРНОЕ МАКЕТИРОВАНИЕ: М. Н. АВДЮХОВА

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР, ПЕРЕВОДЧИК: Е. Г. АРЮХИНА

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ: А. С. ЛОБЫШЕВА, +7 (8202) 51-78-54
e-mail: prostranstvo_ped@bk.ru

Иллюстрация для обложки номера сгенерирована при помощи нейронной сети FLUX.

Адрес издателя, редакции, электронный адрес:
162600, Россия, г. Череповец, пр. Луначарского, д. 5.

ЦЕНА СВОБОДНАЯ

Сетевое издание

Уч.-изд. л. 7

Выход в свет: 20.02.2026

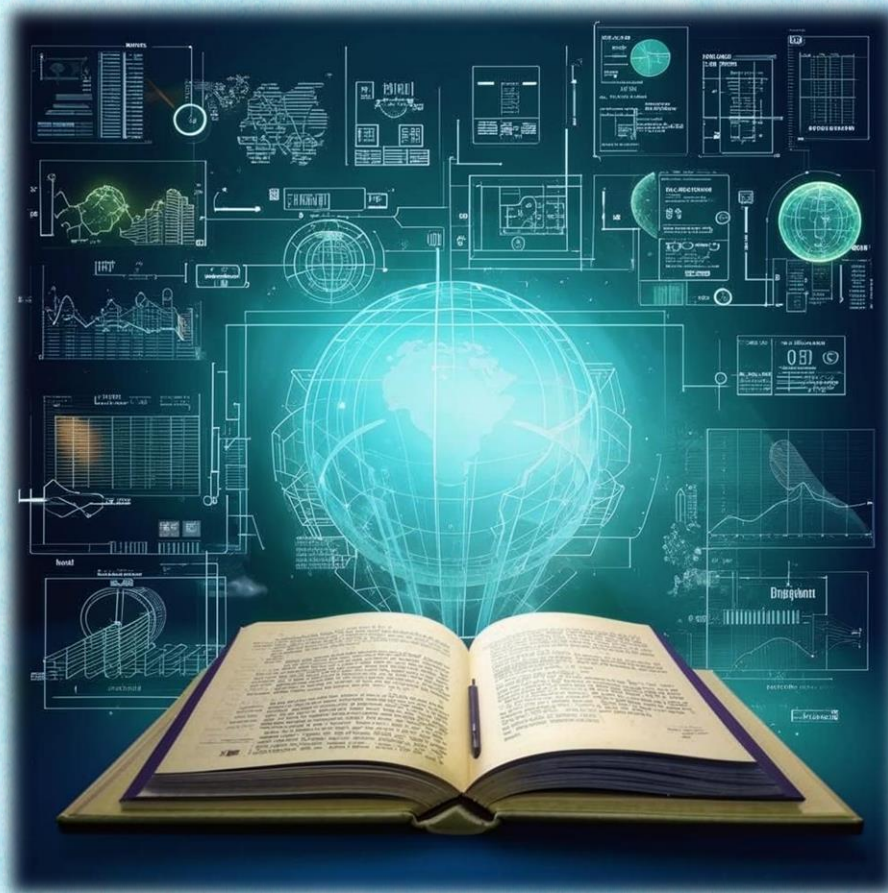
Формат 60 × 84 ¹/₈

Гарнитура Таймс

© Череповецкий государственный университет, 2026

ISSN 3034-1760

(online)



Education Research Environment

Online scientific journal

2026 • T. 3 • № 1

**Developing Digital Educational Environment and Methods for
Integrating Knowledge in Contemporary School Education**

<http://ppi-journal.ru/>

Publication: February 20, 2026. Issued four times a year

FOUNDER: Cherepovets State University

SCIENTIFIC SPECIALTY:

5.8.1 General Pedagogy, History of Pedagogy and Education;

5.8.2 Theory and Methodology of Teaching and Education (by Fields and Levels of Education);

5.8.7 Methodology and Technology of Professional Education

EDITOR-IN-CHIEF: Elena R. YADROVSKAYA, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Herzen State Pedagogical University

Managing editor of the issue: Vasilina A. KASTORNOVA, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher, the Laboratory of Informatics and Informatization of Education, Institute for Educational Content and Teaching Methods named after V.S. Lednev

EDITOR: Valeriya V. KRUGLOVA

COMPUTER DESIGN LAYOUT: Maria N. AVDYUKHOVA

EXECUTIVE EDITOR AND TRANSLATOR: Elena G. ARJUKHINA

EXECUTIVE SECRETARY: Alina S. LOBYSHEVA, +7 (8202) 51-78-54
e-mail: prostranstvo_ped@bk.ru

Address of the publisher, editorial office and printing office: 162600 Russia, Vologda region, Cherepovets, Lunacharsky pr., 5

The cover illustration has been generated with FLUX neural network.

OPEN PRICE

Online media

7 standard publisher's sheets

Publication: 20.02.2026

Format 60×84 1/8

Font style Times

© Cherepovets State University, 2026

**Содержание****Contents****Исследования**

- Андреев А. А. К вопросу о проблеме проектирования образовательного опыта 7
- Бессонова О. А., Миронова Л. И. Совершенствование инженерно-строительной подготовки студентов на базе игрофицированных электронных образовательных ресурсов 15
- Богомаз И. В. Методика межпредметной интеграции физики и математики при изучении механики в 7–9 классах: разработка и апробация 26
- Перминов Е. А. О методике обучения элементам теории решеток на факультативных занятиях по математике в школе 45
- Софронова Н. В. Сравнительный анализ даосского подхода и западных моделей цифрового образования 65

Research

- Andreev A. A. On Designing Educational Experience7
- Bessonova O. A., Mironova L. I. Improvement of Engineering and Construction Training Based on Gamified Electronic Educational Resources15
- Bogomaz I. V. Methodology of Interdisciplinary Integration of Physics and Mathematics in Teaching Mechanics in Grades 7–9: Development and Testing26
- Perminov E. A. On the Method of Training in the Elements of Lattice Theory in Elective Mathematics Classes at School 45
- Sofronova N. V. Comparative Analysis of the Taoist Approach and Western Models of Digital Education65



Исследования

Research

2026 · Том 3 · № 1

Пространство педагогических исследований, 2026, т. 3, № 1, с. 7–14.
Education Research Environment, 2026, vol. 3, no. 1, pp. 7–14.

Научная статья

УДК 378.147

<https://elibrary.ru/zmkmcg>

<https://doi.org/10.23859/3034-1760.2026.25.49.001>

К вопросу о проблеме проектирования образовательного опыта

Александр Александрович Андреев

Межотраслевой институт повышения квалификации
и профессиональной переподготовки кадров,
Москва, Россия
andreev_a_a@mail.ru

Alexander A. Andreev

Interdisciplinary Institute of Advanced Training
and Professional Retraining of Personnel,
Moscow, Russia
andreev_a_a@mail.ru



Аннотация. В статье кратко освещаются исторические аспекты становления педагогического дизайна (ПД) и уточняется его понятие. Предлагается рассматривать ПД как явление, представленное множеством моделей, каждая из которых описывает образовательный процесс в различных ситуациях. Анализируются основные этапы проектирования учебного процесса посредством общепринятой базовой модели ПД, обозначаемой аббревиатурой ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Такой подход позволяет сместить фокус с содержания учебного курса на комплексный опыт учащегося, учитывая его цели, мотивацию, взаимодействие со средой и другими участниками процесса. Обращается внимание на модель проектирования образовательного опыта LED (Learning Experience Design) как одно из возможных направлений развития ПД. Он ориентирован на создание поддерживающей и результативной образовательной среды, по аналогии с принципами сервис-дизайна. Описаны два основных пути реализации LED: применение методологий дизайн-мышления и сервис-дизайна, а также комбинирование элементов известных моделей (например, Дика и Кэри, ADDIE, ARCS). В статье также исследуются эволюция и современное состояние педагогического дизайна, рассматриваемого в качестве системного подхода к проектированию образовательного процесса. Описываются исторические истоки ПД, возникшего в середине XX в. и получившего развитие в корпоративном и академическом обучении, особенно в условиях распространения цифровых технологий. Отмечается, что в российской практике интерес к ПД активизировался в рамках проектов по информатизации

© Андреев А. А., 2026

© Andreev A. A., 2026

образования, хотя первоначально он воспринимался как западная методика, характеризующаяся излишней сложностью терминологии и множеством моделей.

Ключевые слова: педагогический дизайн, проектирование образовательного опыта, ADDIE, LED (Learning Experience Design), онлайн-обучение, цифровое обучение, сервис-дизайн

Для цитирования: Андреев А. А. К вопросу о проблеме проектирования образовательного опыта. *Пространство педагогических исследований*, 2025, т. 3, № 1, с. 7–14. <https://doi.org/10.23859/3034-1760.2026.25.49.001>; EDN: ZMKMCG

On Designing Educational Experience

Abstract. This paper briefly outlines historical aspects and considers the concept of instructional design (ID). It proposes to consider ID as a phenomenon that can be represented by a variety of models, each describing the educational process in different situations. The main stages of educational process design are considered using the generally accepted basic ID model, designated by the acronym ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Special attention is drawn to the LED (educational experience design) model as one of the possible directions for the development of ID. The paper examines the evolution and current state of instructional design as a systems approach to the design of the educational process. It describes the historical origins of ID, which emerged in the mid-20th century and developed in corporate and academic training, especially with the spread of digital technologies. It is noted that in Russian practice, interest in ID has intensified within the scope of the projects on the informatization of education, although it was initially perceived as a Western methodology shrouded in excessively complex terminology and a multitude of models. This paper focuses on clarifying the concept of learning design, which is defined as a scientific discipline aimed at developing effective, efficient, and comfortable teaching methods based on a systems approach that integrates experience, common sense, and achievements of the humanities and technical sciences. ADDIE is highlighted as a universal basic model, underpinning many specialized approaches. A key point is the transition from traditional learning design to Learning Experience Design (LED), which shifts the focus from course content to the comprehensive learner experience, taking into account their goals, motivation, interaction with the environment, and other participants in the process. LED is aimed at creating a supportive and effective educational environment, similar to the principles of service design. Two main ways to implement LED are described: using design thinking and service design methodologies, as well as combining elements of well-known models (e.g., Dick and Carey, ADDIE, ARCS).

Keywords: instructional design, learning experience design, ADDIE, LED (Learning Experience Design), online learning, digital learning, service design

For citation: Andreev A. A. On Designing Educational Experience. *Education Research Environment*, 2025, vol. 3, no. 1, pp. 7–14. (in Russian) <https://doi.org/10.23859/3034-1760.2026.25.49.001>; EDN: ZMKMCG

Введение

Педагогический дизайн (ПД) или, как принято называть его за рубежом, instructional design (ID) является учебной дисциплиной и научным направлением. Изучение первоисточников по теме, а также сведения, полученные автором

в ходе обучения на отечественных и зарубежных онлайн-курсах по теме педдизайна, позволяют утверждать, что впервые он появился в сороковые годы прошлого столетия, а спустя несколько лет, стал по-настоящему популярен, найдя свое место и в корпоративном обучении, и в вузе. ПД начали активно использовать при создании учебников, а затем в процессе проектирования онлайн-обучения. В основу указанного направления легли исследования в области педагогики, психологии, информационных технологий.

В России более пристальное внимание на педагогический дизайн обратили внимание после того, как он был предложен разработчиками Федерального проекта «Информатизация системы образования» (2005–2010) в качестве методологической основы для проектирования учебных материалов для электронного обучения¹. Признанным авторитетом в данном направлении в нашей стране стал А.Ю. Уваров – один из инициаторов цифровой трансформации образования. Возможно, по этой причине в российской практике ПД связывают с применением информационно-коммуникационных технологий, однако считаем важным уточнить, что им принадлежит далеко не главная роль. Отметим также, что первое время педагогический дизайн был окутан ореолом некоторой таинственности и причастности к западной науке об образовании.

Исследуемое нами научное направление на сегодняшний день сохраняет некую сакральность от обилия фамилий, в основном зарубежных авторов (таких как Ганье, Колб, Блум, Кирпатрик, Морцано, Мэррил и др.), а также множества моделей и подходов в этой области знаний, например, обозначаемых аббревиатурами SAM, ADDIE, ABC-ID, SAM2, ASSURE, ALD, Dick & Carey и др. Заметим, что таких моделей насчитывается около сорока².

ПД как дисциплину изучают в формате учебных курсов на магистерских программах в некоторых педагогических вузах, на курсах повышения квалификации и переподготовки, на многочисленных образовательных платформах. В качестве примера можно привести такие отечественные и зарубежные платформы, как UDEMY, EdX, Skillbox, ABC-ID, ARCS, AGILE, UbD, Курсера, Elearning Center, ВШЭ, ЛЕКТОРИУМ и др. Особое внимание изучению и использованию ПД уделяется в корпоративном секторе обучения.

В настоящей статье для определенности делается акцент на дополнительное профессиональное образование.

¹ Биленко П. Н. и др. Дидактическая концепция цифрового профессионального образования и обучения. Москва: Перо, 2020. 98 с.

² Храмов О. С. Педагогический дизайн MOOC-курсов. Онлайн-курс. МФТИ, 2022. URL: <https://mipt.ru/about/departments/e-ldc/tech-transfer.php> (дата обращения: 28.01.2022).

Понятие «педагогический дизайн»

Напомним, что же такое педагогический дизайн. Определений достаточно много. Достаточно обширная подборка заслуживающих внимание формулировок представлена в бесплатном курсе ПД, размещенном на платформе «Лекториум» (lectorium.tv). По сути все они корректные и отражают взгляды различных научных школ.

По нашему мнению, обилие определений имеет положительный эффект, так как позволяет приблизиться к сущности понятия. Можно выбрать то, которое читателям ближе по менталитету, опыту и отражает непосредственно процесс «педагогического проектирования».

Мы рекомендуем обратить внимание на определение, предложенное зарубежными коллегами: педагогический дизайн – это научная дисциплина, занимающаяся разработкой наиболее эффективных, рациональных и комфортных способов, методов и систем обучения, которые могут быть использованы в сфере профессиональной педагогической практики (Р. Ганье, К. Л. Густафсон, Р. М. Бранч и др.).

Однако нами сформулировано короткое определение, отражающее суть исследуемого явления: педагогический дизайн (instructional design) – это системный подход к построению учебного процесса, базирующийся на опыте, здравом смысле и учитывающий достижения гуманитарных и технических наук.

ПД включает в себя множество моделей, которые могут быть использованы в зависимости от обстоятельств. Тем не менее, все они основываются на некоторой общепринятой базовой схеме ПД, обозначаемой аббревиатурой ADDIE. Согласно ей, преподавателю, разрабатывающему курс, следует реализовать пять этапов: анализ (Analysis), проектирование (Design), разработку (Development), внедрение (Implementation), оценку (Evaluation). Интуитивно понятно, что для повышения эффективности процесса процедуру оценки целесообразно проводить после каждой стадии, а не только в конце.

Исходя из вышесказанного, отметим, что в приведенных этапах нет ничего необычного. Можно предположить, что многие преподаватели при разработке программы и реализации учебного курса используют ПД интуитивно, то есть у хорошего преподавателя ПД в качестве базовой модели «в голове» уже сформирован. Считаем уместным привести такую метафорическую аналогию: некогда в Древней Руси мастера строили деревянные церкви одним топором без чертежей, и на вопрос, почему их не используют, отвечали следующим образом: «Чертеж, барин, у меня в голове».

Рассмотрим схематический упрощенный вариант педагогического дизайна, свойственный преимущественно дополнительному профессиональному обучению. Примером может служить проектирование гуманитарных дисциплин, включающее разработку трех блоков: представление учебной информации,

практику и контроль. Создание такой взаимосвязанной совокупности – это минимум, позволяющий осуществлять процесс обучения (своеобразный аналог MVP). Добавление и переосмысление функционирования блоков, педагогическая мотивация и коммуникации обеспечивают необходимое качество обучения.

Развитие педагогического дизайна

Итак, педагогический дизайн – это осознанный комплексный подход к разработке и реализации образовательных программ. Интересные мысли, в целом отвечающие на посыл данного раздела статьи, высказывает Е. В. Тихомирова в своем посте в телеграм-канале¹. Окончив магистратуру по ПД в городе Твенте (Нидерланды), она была абсолютно уверена в том, что для эффективного обучения достаточно все спроектировать по канонам педагогического дизайна: правильно поставить цели, создать понятную структуру и уложить материал. А если еще добавить к этому богатую практику и полезные памятки, то появляются все шансы на успех. В то же время Е. В. Тихомирова утверждает, что все это работает далеко не всегда, поскольку люди, которых мы учим, совсем не такие правильные и рациональные, как представляется в образовательных теориях. Согласно им, если цель обучения поставлена правильно, учитывает потребности слушателя и его реальную ситуацию, то результат будет положительным. Однако человек не всегда принимает верные решения, и потому одних лишь методов обучения для проектирования образовательной деятельности недостаточно. Создать обучающий курс – это значит не только придумать программу, но и все предусмотреть: особенности предполагаемого ученика, его бэкграунд, варианты взаимодействия с другими учащимися, преподавателями и цифровой средой.

Анализ материалов по теме исследования позволяет предпринять попытку перейти от проектирования обучения к проектированию так называемого опыта обучения LED (Learning Experience Design). Такой подход ориентирован на цели и способности учащегося, что подразумевает его активное вовлечение на всех стадиях – от исследования до проектирования программы, не говоря уже о возможности в процессе самого обучения активно предлагать изменения или направления развития программы². Опыт учащихся включает в себя все аспекты образовательного решения – от содержания до модальности, до материалов

¹ Тихомирова Е. В. Новые навыки специалиста по обучению. E-learning center. URL: https://us02web.zoom.us/rec/play/9EQDSh9ocldXf7qg-PEVrCVIKQQu0KGB8hpnrkGJBHgACXBhAUaSXDIw-XngX_i44Q13LXfshdnR06y.Ixnw19piXo8xORa (дата обращения: 15.01.2022).

² Смылова С. Проектирование образовательного опыта. Universal University. URL: https://edschool.u.university/book-smyslova?utm_source=email&utm_medium=edschool&utm_campaign=book-smyslova#rec379509906 (дата обращения: 15.01.2025).

курса. Предлагаемая модель LED подразумевает применение таких моделей, как проектирование учебных систем Дика и Кэри, ADDIE, модель спиральной разработки, а также обращает внимание на руководство РМВОК, разработанное Институтом управления проектами (PMI). Последнее учитывается с целью масштабирования учебного решения и получения данных, необходимых для отчетности о возврате инвестиций для бизнеса или организации.

Иными словами, акцент делается на создании особенной среды как инструменте достижения результата. Такая среда призвана, с одной стороны, максимально поддерживать учащегося, с другой – ориентировать его на достижение цели, учитывая при этом все ее элементы и помогая преодолевать когнитивное сопротивление педагогической общественности к изучению необычного нового. Отметим, что идею проектирования опыта часто сравнивают с сервис-дизайном. Например, когда проектируется мобильное приложение банка, необходимо смоделировать и опыт пользования этим приложением, рассмотреть различные сценарии его использования, предусмотреть, какие ошибки при этом могут быть допущены. Наглядно представить процедуру проектирования позволяет опыт ребрендинга сети кофеен «Шоколадница». Топ-менеджеры предприятия общепита вместе с дизайнерами и сервис-дизайнерами ездили в Париж с целью понять, как именно должна выглядеть настоящая кофейня, перенять ее дух и воплотить все это в своих заведениях. После поездки специалистами «Шоколадницы» были проведены опросы и наблюдения, изучены паттерны поведения потенциальных клиентов (какие кафе чаще посещают и с какой целью, что предпочитают и т. д.).

В российской образовательной теории и практике LED реализована в экспериментальном порядке в Университете 2035. Апробация этой идеи была проведена, а результаты представлены, проанализированы и оценены, в частности, на международной декабрьской конференции Edcrunch 2021¹.

Выводы

1. Педагогический дизайн (ПД) – это системный подход к проектированию образовательного процесса, который может реализоваться посредством различных моделей (их насчитывается более десятка, и это количество постоянно увеличивается).

2. Одной из последних широко обсуждаемых научно-педагогической общественностью моделей является LED (Learning Experience Design). Она позволяет разносторонне и детально учитывать деятельность учащегося, создавая для

¹ Комиссаров А. «ПД в цифровой трансформации образования». URL: https://www.youtube.com/watch?v=sYYZ2ASvUiQ&list=RDCMUCPSHj4sdetPsDv3GWM_GG_Og&index=2 (дата обращения: 22.01.2025).

него, как в модернизируемом кафе, условия для удовольствия выпить чашку знания.

3. В настоящее время различаются два пути реализации LED. Первый путь – это следование принципам сервис-дизайна и дизайн-мышления, другой – целенаправленное комбинирование наработок известных моделей.

Литература / References

Биленко П. Н. и др. *Дидактическая концепция цифрового профессионального образования и обучения*. Москва: Перо, 2020. 98 с.

Bilenko P. N., et al. *Didactic Concept of Digital Vocational Education and Training*. Moscow: Pero, 2020. 98 p. (in Russian)

Комиссаров А. *ПД в цифровой трансформации образования*. URL: https://www.youtube.com/watch?v=sYYZ2ASvUiQ&list=RDCMUCPShj4sdetPsDv3GWM_GGOg&index=2 (дата обращения: 22.01.2025).

Komissarov A. *PD in the Digital Transformation of Education*. URL: https://www.youtube.com/watch?v=sYYZ2ASvUiQ&list=RDCMUCPShj4sdetPsDv3GWM_GGOg&index=2 (accessed: 22.01.2025). (in Russian)

Панкова М. *НЕТОЛОГИЯ*. URL: <https://edmarket.ru/blog/ido-methodical-trends-2022> (дата обращения: 15.01.2025).

Pankova M. *NETOLOGY*. URL: <https://edmarket.ru/blog/ido-methodical-trends-2022> (accessed: 15.01.2025). (in Russian)

Сервис-дизайн: что это за методология и почему ее полюбили в Apple, Netflix, Шоколаднице и X5. URL: <https://clck.ru/3RMrpFL> (дата обращения: 22.01.2025).

Service Design: What This Methodology is and Why It Has Been Embraced by Apple, Netflix, Shokoladnitsa and X5. URL: <https://clck.ru/3RMrpFL> (accessed: 22.01.2025). (in Russian)

Смылова С. *Проектирование образовательного опыта*. Universal University. URL: https://edschool.u.university/book-smyslova?utm_source=email&utm_medium=edschool&utm_campaign=book-smyslova#rec379509906 (дата обращения: 15.01.2025).

Smyslova S. *Designing Educational Experience*. Universal University. URL: https://edschool.u.university/book-smyslova?utm_source=email&utm_medium=edschool&utm_campaign=book-smyslova#rec379509906 (accessed: 15.01.2025). (in Russian)

Тихомирова Е. В. *Новые навыки специалиста по обучению*. E-learning center. URL: <https://e-learningcenter.ru/skills> (дата обращения: 15.01.2022).

Tikhomirova E. V. *New Skills of a Learning and Development Specialist*. E-Learning Center. URL: <https://e-learningcenter.ru/skills> (accessed: 15.01.2025). (in Russian)

Храмов О. С. *Педагогический дизайн MOOK-курсов*. Онлайн-курс. МФТИ, 2022. URL: <https://mipt.ru/about/departments/e-ldc/tech-transfer.php> (дата обращения: 28.01.2022).

Khramov O. S. *Instructional Design of MOOC Courses. Online course. Moscow Institute of Physics and Technology (MIPT)*, 2022. URL: <https://mipt.ru/about/departments/e-ldc/tech-transfer.php> (accessed: 28.01.2022). (in Russian)

Hubbell K. R. *The Learner Experience Design Model*. URL: https://www.researchgate.net/publication/236176468_The_Learner_Experience_Design_Model (дата обращения: 12.02.2025).

Сведения об авторе

Александр Александрович Андреев – доктор педагогических наук, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой, andreev_a_a@mail.ru, Межотраслевой институт повышения квалификации и профессиональной переподготовки кадров (д. 16, стр. 1, ул. Маломосковская, 129164 Москва, Россия); **Alexander A. Andreev** – Doctor of Pedagogical Sciences, Candidate of Technical Sciences, Professor, Head of the Department, andreev_a_a@mail.ru, Interdisciplinary Institute of Advanced Training and Professional Retraining of Personnel (16, str. 1, ul. Malomoskovskaya, 129164 Moscow, Russia)

Статья поступила в редакцию – 25.12.2025; одобрена после рецензирования – 16.01.2026; принята к публикации – 02.02.2026.

The article was submitted – 25.12.2025; approved after reviewing – 16.01.2026; accepted for publication – 02.02.2026.

Пространство педагогических исследований, 2026, т. 3, № 1, с. 15–25.
Education Research Environment, 2026, vol. 3, no. 1, pp. 15–25.

Научная статья
УДК 37.016:53+51
<https://elibrary.ru/jrfiho>
<https://doi.org/10.23859/3034-1760.2026.44.54.002>

Совершенствование инженерно-строительной подготовки студентов на базе игрофицированных электронных образовательных ресурсов

Ольга Александровна Бессонова✉

Уральский федеральный университет,
Екатеринбург, Россия

o.a.bessonova@urfu.ru✉, <https://orcid.org/0009-0001-6176-0199>

Olga A. Bessonova✉

Ural Federal University,
Ekaterinburg, Russia

o.a.bessonova@urfu.ru✉, <https://orcid.org/0009-0001-6176-0199>



Людмила Ивановна Миронова

Уральский федеральный университет,
Екатеринбург, Россия

mironovali@urfu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3675-6008>

Ludmila I. Mironova

Ural Federal University,
Ekaterinburg, Russia

mironovali@urfu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3675-6008>



Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме формирования цифровой профессиональной компетентности (ЦПК) будущих инженеров-строителей в условиях цифровой трансформации отрасли. Авторы отмечают отставание строительной сферы в области внедрения IT-технологий и связывают это, в частности, с недостаточной адаптацией образовательных программ вузов. Для решения данной проблемы предлагается интегрировать игрофицированные электронные образовательные ресурсы (ИЭОР) в учебный процесс. В работе обосновывается применение ИЭОР, базирующихся на педагогических (самостоятельность, наглядность, интерактивность) и игровых принципах (добровольность, обратная связь, взаимодействие), а также отмечается их способность повысить мотивацию и качество усвоения материала. В рамках исследования разработана и внедрена педагогическая технология формирования ЦПК на базе платформы LMS Moodle для трех ключевых дисциплин строительного профиля: «Организация, управление и планирование строительным производством», «Основы технической эксплуатации зданий и сооружений», «Техническая экспертиза и технология реконструкции зданий». Структура представленных

© Бессонова О. А., Миронова Л. И., 2026

© Bessonova O. A., Mironova L. I., 2026

ИЭОР включает лекционные материалы, глоссарии, практические задания, тесты контроля, а также игровые элементы (кресворды, пазлы), в качестве оценочного инструментария представлена система баллов и рейтингов. Особый акцент делается на задания, требующие применения современных технологий, таких как BIM, дополненная реальность (AR) и нейросети, что напрямую способствует формированию практических цифровых навыков. Авторы делают вывод, что реализованная технология позволяет развить у студентов самостоятельность, системное мышление, практико-ориентированные компетенции и рациональный самоконтроль. В перспективе планируется использование уровневого подхода для оценки сформированности ЦПК. Разработанные ИЭОР рассматриваются как эффективный инструмент подготовки конкурентоспособных специалистов, готовых к работе в условиях цифровизации строительной индустрии.

Ключевые слова: игрофикация, электронные образовательные ресурсы (ЭОР), цифровая профессиональная компетентность (ЦПК), инженерно-строительная подготовка, информационные и коммуникационные технологии (ИКТ), цифровая трансформация образования, BIM-технологии, педагогическая технология, мотивация студентов

Для цитирования: Бессонова О. А., Миронова Л. И. Совершенствование инженерно-строительной подготовки студентов на базе игрофицированных электронных образовательных ресурсов. *Пространство педагогических исследований*, 2026, т. 3, № 1, с. 15–25. <https://doi.org/10.23859/3034-1760.2026.44.54.002>; EDN: JRFIHO

Improvement of Engineering and Construction Training Based on Gamified Electronic Educational Resources

Abstract. The paper examines the contemporary challenge of cultivating digital professional competence (DPC) of prospective civil engineers amid the industry's digital transformation. The authors note the construction industry's lag in the implementation of digital technologies and attribute this, in particular, to the insufficient adaptation of university educational programs. The authors of the paper propose using gamified electronic educational resources (EER) in the educational process. The paper findings demonstrate that the use of EER based on pedagogical (independence, clarity, interactivity) and game-based principles (voluntariness, feedback, and interaction) can improve motivation and learning. This study resulted in development and implementation of a pedagogical technology for developing DPC based on the LMS Moodle platform for three key construction disciplines: "Organization, Management, and Planning of Construction Production," "Fundamentals of Technical Operation of Buildings and Structures," and "Technical Expertise and Technology of Building Reconstruction." The structure of the presented integrated electronic educational resources includes lecture materials, glossaries, practical assignments, assessment tests, and game elements (crosswords, puzzles, scoring and rating systems). Particular emphasis is placed on assignments requiring the use of modern technologies, such as BIM, augmented reality (AR), and neural networks, which directly contribute to the development of practical digital skills. The authors conclude that the implemented technology promotes the development of student independence, systems thinking, practice-oriented competencies, and rational self-control. In the future, a tiered approach is planned for assessing the development of the digital skills development center. The developed integrated electronic educational resources are considered an effective tool for training competitive specialists prepared for work in the digitalization of the construction industry.

Keywords: gamification, electronic educational resources, digital professional competence, engineering and construction education, information and communication technologies, digital transformation of education, building information modeling, pedagogical technology, student motivation

For citation: Bessonova O. A., Mironova L. I. Improvement of Engineering and Construction Training Based on Gamified Electronic Educational Resources. *Education Research Environment*, 2026, vol. 3, no. 1, pp. 15–25. (in Russian) <https://doi.org/10.23859/3034-1760.2026.44.54.002>; EDN: JRFIHO

Введение

Государственная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» была утверждена распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 года № 1632-р¹. В соответствии с ней во всех отраслях промышленности необходимо создать условия для развития цифровой экономики, в которой основным фактором производства выступают данные в цифровой форме. С момента принятия указанного нормативного акта прошло уже восемь лет, однако строительная отрасль до сих пор не входит в число секторов, характеризующихся широким распространением IT-технологий. В настоящее время в России наиболее активно процесс цифровизации проходит в банковской сфере, государственном управлении и торговле. Отрасль строительства остается одной из наименее оцифрованных несмотря на то, что задача цифровизации экономики в России приобрела статус национальной программы.

Одной из причин, замедляющих этот процесс, является недостаточно оперативная перестройка профессиональной подготовки выпускников вузов для строительной отрасли, которые должны быть готовы к производственной деятельности в условиях ее цифровой трансформации. Для улучшения информационного взаимодействия участников инвестиционно-строительных проектов требуются специалисты высокой квалификации, обладающие таким уровнем цифровой профессиональной компетентности, который позволит им эффективно решать инженерные задачи с использованием информационных моделей объектов капитального строительства. По этой причине выпускникам современных строительных вузов необходимо иметь максимально полное представление о возможностях цифровых технологий и уметь их использовать, чтобы быть конкурентоспособными на рынке труда.

Под *цифровой профессиональной компетентностью (ЦПК) студентов строительных вузов* будем понимать совокупность знаний, умений и практического опыта, требующихся для работы в цифровой проектировочной среде, в ос-

¹ Цифровая экономика Российской Федерации» была утверждена распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 года № 1632-р URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71634878/?ysclid=mke83kwr6l268488479> (дата обращения: 28.11.2025).

нове которой лежит использование цифровых технологий при решении профессиональных задач (мобильных технологий, автоматизированных систем проектирования, дополненной реальности, нейросетей и др.) на базе сформированной цифровой грамотности, позволяющей искать, анализировать и критически оценивать информацию в цифровом формате, применять специализированное программное обеспечение, а также передавать данные цифровой модели в открытый формат и при необходимости вносить изменения в цифровую модель объекта.

Для формирования цифровой профессиональной компетентности студентам в процессе получения образования следует изучить возможности таких технологий, как большие данные, искусственный интеллект, нейронные сети, роботизация, виртуальная и дополненная реальности, машинное обучение, человеко-машинные интерфейсы, Интернет вещей и др. Наличие ЦПК позволит студентам приобрести знания и умения в соответствии с нормативными отраслевыми стандартами, глубоко понять реальные и виртуальные процессы, овладеть инструментами информационного моделирования объектов капитального строительства, что одновременно соответствует ожиданиями работодателей. Чтобы достичь указанной цели необходимо обеспечить процесс подготовки специалистов для строительной отрасли современными учебно-методическими материалами, ориентированными на формирование ЦПК. Ограниченное распространение отечественных программ автоматизированного проектирования наряду с недостатком научных знаний в области реализации комплексных инвестиционных проектов, охватывающих весь жизненный цикл строительного объекта – от создания его информационной модели до этапов возведения, эксплуатации и последующих модификаций исходной модели здания, сдерживает процесс цифровой трансформации как в самой строительной индустрии, так и в системе подготовки студентов в вузах.

В исследованиях современных российских ученых (И. В. Богомаз¹, Ю. И. Капустина², С. В. Монахова³, Л. И. Мироновой⁴, О. А. Тарабрина¹,

¹ Богомаз И. В. Научно-методические основы базовой подготовки студентов инженерно-строительных специальностей в условиях проективно-информационного подхода: дис. ... д-ра пед. наук. Москва: [б. и.], 2012. 313 с.

² Капустин Ю. И. Педагогические и организационные условия эффективного сочетания очного обучения и применения технологий дистанционного образования: автореф. дис. ... д-ра пед. наук. Москва: [б. и.], 2007. 44 с.

³ Монахов С. В. Государственно-общественная система информатизации образования: состояние и перспективы // Учитель. 2003. № 5. С. 4–6.

⁴ Миронова Л. И. Информационное обеспечение вузовской подготовки в условиях междисциплинарного проектирования и менеджмента качества. Екатеринбург: Издательство УМЦ УПИ, 2021. 296 с.

И. В. Роберт², О. В. Насс³ и др.), занимающихся проблемой информатизации системы отечественного образования, отмечается повышение качества результатов обучения при внедрении электронных образовательных ресурсов (ЭОР) за счет интенсификации образовательного процесса, активизации познавательной деятельности обучаемых, роста их работоспособности и мотивации. Упомянутые выше авторы выделяют несколько отличительных характеристик обучения с применением ЭОР по сравнению с традиционными методами: усиление заинтересованности и вовлеченности студентов в учебный процесс; объективная оценка знаний; возможность удаленного мониторинга успеваемости; визуализация учебного контента. В существующих нормативах по внедрению, сфере применения, оценке качества ЭОР в обучении приведены общие правила формирования электронных ресурсов, принципы рубрикации и согласованности с международными правилами, однако не представлены методические указания о процессе эксплуатации ЭОР, который требует постоянного совершенствования их содержания и разработки, а также поддержания в актуальном состоянии в соответствии с современным уровнем развития техники, технологий и нормативными положениями общей внутривузовской политики по созданию и внедрению ЭОР. Все вышесказанное определяет актуальность темы данной статьи.

Основная часть

Анализ теоретических основ использования средств информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) в профессиональном образовании, а также исследование нормативных документов и трудов в области подготовки специалистов строительной отрасли, результаты изучения сферы применения ЭОР в профессиональном образовании, влияния игрофикации на мотивацию студентов к учебе показали, что в педагогической практике недостаточно представлены игрофицированные ЭОР, ориентированные на подготовку будущих инженеров-строителей.

Проведенный анализ преимуществ и недостатков обучения с применением цифровых технологий, а также обзор и оценка положений, на которых строится

¹ Тарабрин О. А. Комплексное использование информационных и коммуникационных технологий в процессе непрерывной подготовки инженерных и управленческих кадров: на примере подготовки специалистов для отраслей машиностроения: автореф. дис. ... д-ра пед. наук. Москва: [б. и.], 2006. 45 с.

² Роберт И. В. Фундаментальные научные исследования в области информатизации отечественного образования // Педагогическая информатика. 2014. № 3. С. 8–19.

³ Насс О. В. Теоретико-методические основания формирования компетентности преподавателей в области создания электронных образовательных ресурсов (на базе адаптивных инструментальных комплексов): автореф. дис. ... д-ра пед. наук. Москва: [б. и.], 2013. 42 с.

учебный курс с использованием ЭОР, позволили сделать вывод о том, что образовательный процесс в вузе, организованный на базе информационно-методического обеспечения, представленного в электронном формате, способствует развитию самостоятельной, познавательной, научно-исследовательской деятельности студентов, направленной на формирование их профессиональной компетентности¹.

Проведенный анализ применяемых в процессе вузовской подготовки ЭОР и технологии их создания и использования позволил систематизировать ключевые педагогические принципы, лежащие в основе их разработки: структурированность, полнота и системность, интерактивность, наглядность, ветвление, открытость, предоставление возможности самостоятельного изучения учебных материалов. На их основе было разработано структурное содержание трех ИЭОР для подготовки студентов Института строительства и архитектуры Уральского федерального университета (ИСА УрФУ).

Далее, в контексте рассмотрения методического и технологического обеспечения подготовки студентов строительных вузов при использовании ИЭОР, с учетом анализа рабочих программ была систематизирована информация о требуемых ФГОСами компетенциях и планируемых результатах обучения выпускников. Это позволило установить, что элементы игрофикации, реализованные в ИЭОР, могут оказывать положительное влияние на итоги обучения. В рамках проведенного исследования было разработано методическое обеспечение, включающее учебно-методическую документацию и средства обучения, необходимые для освоения таких дисциплин, как «Организация, управление и планирование строительным производством», «Основы технической эксплуатации зданий и сооружений», «Техническая экспертиза и технология реконструкции зданий».

С целью технологической реализации и применения ИЭОР в учебном процессе в ходе подготовки специалистов инженерно-строительной отрасли в условиях цифровой трансформации отечественной системы образования была использована цифровая платформа LMS Moodle (Learning Management System Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment – система управления обучением; модульная объектно-ориентированная динамическая среда обучения)². Ее применение требует наличия в ИЭОР ряда конкретных структурных элементов. К таковым относятся следующие:

¹ Миронова Л. И. Информационное обеспечение вузовской подготовки в условиях междисциплинарного проектирования и менеджмента качества. Екатеринбург: Издательство УМЦ УПИ, 2021. 296 с.

² LMS Moodle. URL: <https://clck.ru/3RN4ux> (дата обращения: 28.11.2025).

- разделы методических рекомендаций по работе с учебным материалом с учетом сформулированных условий игры;
- указания с аннотациями к каждому учебному заданию;
- организационные указания по проведению семинара, форума, по использованию новостного форума и интерактивного журнала оценок;
- отметки о сроках выполнения игровых заданий;
- обеспечение автоматического сохранения полученных баллов при прекращении игровой деятельности и т. п.

В структуру каждого ИЭОР включены лекционный и учебно-методический материалы для проведения практических занятий, глоссарий, тесты по итоговому контролю. Кроме того, в них имеется ведомость успеваемости по академическим группам для отслеживания учебного прогресса самими студентами с указанием крайних сроков освоения разделов дисциплины. Взаимодействие студентов с контентом ИЭОР обеспечивается посредством применения интерактивных элементов (гиперссылок, видеороликов, вопросов для самоконтроля и тестовых заданий).

Игровые элементы представлены непосредственно в виде известных игр (кроссворд, криптекс, sudoku), составленных с учетом терминов, размещенных в глоссарии, а также спрятанных значков (пазлов, предметов), которые скрыты в темах лекций и могут быть обнаружены только при внимательной работе с учебным материалом.

На основе анализа исследований российских и зарубежных ученых последних лет, посвященных обучению с применением игровых элементов, для студентов строительных вузов была разработана педагогическая технология формирования цифровой профессиональной компетентности на базе ИЭОР. В ней представлены педагогические и игровые принципы, способствующие активизации познавательной деятельности обучающихся, более качественному усвоению теоретических положений, призванных сформировать системное мышление, а также практико-ориентированные компетенции исследовательского характера.

ИЭОР позволяет реализовать следующие педагогические принципы: самостоятельности, совершенствования мышления, доминирования познавательной деятельности, адекватности прилагаемых усилий, целесообразности действий, самоконтроля, стратегического характера действий, ритмичности обучения. Следование им способствует формированию у студентов умения без внешней помощи получать знания, тренировать свою мыслительную деятельность, осознавать главенствующую роль познания в процессе формирования основ профессионализма, прилагать разумные усилия и совершать необходимые действия для достижения образовательной цели, осуществлять самоконтроль в

процессе обучения, планировать игровую стратегию и индивидуальный ритм обучения, учитывая при этом личные психофизиологические особенности. Кроме того, приверженность перечисленным педагогическим установкам создает условия для формирования ЦПК студентов.

С целью реализации разработанных *педагогических принципов* сформулированы требования к ИЭОР, подразумевающие доступность, интерактивность, понятный и комфортный интерфейс, наглядность, возможность осуществления мониторинга успеваемости (интерактивный журнал оценок), организацию интерактивного учебного контента, высокое качество представления учебного материала (текстового, графического, мультимедийного), наличие контрольных заданий (тестов, практикумов, семинаров, форумов и т. д.) с ограничением сроков выполнения заданий с применением ВМ-технологий, мультимедийного контента по практическим задачам, элементов игрофикации (значков, рейтингов, статусов), систему наказаний и поощрений (снижение / добавление баллов), а также организационные элементы: форум, семинар для взаимодействия студентов, индикатор выполнения учебных элементов ИЭОР, календарь сдачи работ, консультации по дисциплине, новостной форум, методические рекомендации по освоению дисциплин с использованием ИЭОР, возможность автоматической проверки тестовых и практических заданий.

Осуществление игровых принципов в структуре ИЭОР (однозначная трактовка условий игры, фиксированные условия, возможность выхода, добровольность действий, удовлетворение от игры, полезный опыт смены ролей, ответственность участника, взаимодействие участников, систематическая проверка результатов, подведение итогов) способствует повышению интереса к игре и мотивации к обучению в целом.

Для реализации *игровых принципов* сформулированы следующие требования к ИЭОР: наличие методических рекомендаций по работе с ИЭОР, содержащих описание условий игры, установление общих параметров, регулирующих сроки выполнения игровых заданий, автоматическое сохранение полученных студентом баллов при прекращении игровой деятельности, организацию автоматической или систематической проверки результатов выполнения студентами игровых заданий, оперативное внесение результатов в интерактивный журнал оценок, обязательное наличие организационных элементов ИЭОР (например, семинар, новостной форум, аннотация, форум).

Выводы

В статье представлена педагогическая технология формирования цифровой профессиональной компетентности студентов строительных вузов на базе игрофицированных электронных образовательных ресурсов по трем базовым

дисциплинам строительной подготовки: «Организация, управление и планирование строительным производством», «Основы технической эксплуатации зданий и сооружений», «Техническая экспертиза и технология реконструкции зданий». Обоснованы, разработаны и реализованы как одно из педагогических условий применения ИЭОР в процессе подготовки студентов строительных вузов педагогические и игровые принципы, а также сформулированы требования, предъявляемые к ИЭОР.

Установлено, что реализация разработанных педагогических и игровых принципов способствует формированию у студентов самостоятельности, дедуктивной интуиции, рационального самоконтроля и использования учебного времени, практико-ориентированности, адекватной самооценки и стратегии.

В процессе освоения специальных дисциплин инженерно-строительной подготовки с использованием ИЭОР у студентов развивается цифровая профессиональная компетентность, под которой понимается совокупность *знаний* требований и стандартов нормативных документов по цифровому проектированию, *умений* использовать специализированное программное обеспечение и появляется *практический опыт* в области проектирования цифровых моделей объектов строительства, а также разработки программ планирования и распределения материальных и трудовых ресурсов в ходе организации работ по строительству, реконструкции и эксплуатации.

Применение уровневого подхода к оценке степени сформированности ЦПК (низкой, средней, базовой, высокой) студентов строительных специальностей в процессе использования ИЭОР в дальнейшем позволит углубить и усовершенствовать результаты проведенного исследования.

Разработанная педагогическая технология формирования ЦПК студентов строительных вузов включает учебно-методическое обеспечение дисциплин в виде ИЭОР. Она реализована на базе таких цифровых систем, как

- мобильная технология на платформе Moodle;
- технологии информационного моделирования BIM (Building Information Model – объектно-ориентированная модель строительного объекта);
- AR-технология (технология дополненной реальности, описаны возможности ее применения);
- нейросети и интерактивные элементы игрофикации.

Учебные задания, представленные в ИЭОР, требуют применения инновационных технологий, что способствует формированию у выпускников цифровой профессиональной компетентности, включающей знания, умения и практический опыт в области владения цифровыми технологиями в процессе создания электронных моделей зданий и разработки программ планирования и распреде-

ления материальных и трудовых ресурсов в ходе организации работ по возведению, а также реконструкции и эксплуатации объектов строительства.

Литература / References

Богомаз И. В. *Научно-методические основы базовой подготовки студентов инженерно-строительных специальностей в условиях проективно-информационного подхода*: дис. ... д-ра пед. наук. Москва: [б. и.], 2012. 313 с.

Bogomaz I. V. *Scientific and Methodological Foundations of Basic Training for Students of Engineering and Construction Specialties within the Scope of a Project-Information Approach*: Dr. thesis in Pedagogical Sciences. Moscow, 2012. 313 p. (in Russian)

Капустин Ю. И. *Педагогические и организационные условия эффективного сочетания очного обучения и применения технологий дистанционного образования*: автореф. дис. ... д-ра пед. наук. Москва: [б. и.], 2007. 44 с.

Kapustin Yu. I. *Pedagogical and Organizational Conditions for the Effective Combination of Traditional Classroom Instruction and Distance Learning Technologies*: Abstract Dr. thesis in Pedagogical Sciences. Moscow, 2007. 44 p. (in Russian)

Миронова Л. И. *Информационное обеспечение вузовской подготовки в условиях междисциплинарного проектирования и менеджмента качества*. Екатеринбург: Издательство УМЦ УПИ, 2021. 296 с.

Mironova L. I. *Information Support for Higher Education Training within the Scope of Interdisciplinary Design and Quality Management*. Ekaterinburg: UMC UPI, 2021. 296 p. (in Russian)

Монахов С. В. Государственно-общественная система информатизации образования: состояние и перспективы. *Учитель*, 2003, № 5, с. 4–6.

Monakhov S. V. State-Public System of Informatization of Education: Current Status and Prospects. *Uchitel*, 2003, no. 5, pp. 4–6. (in Russian)

Насс О. В. *Теоретико-методические основания формирования компетентности преподавателей в области создания электронных образовательных ресурсов (на базе адаптивных инструментальных комплексов)*: автореф. дис. ... д-ра пед. наук. Москва: [б. и.], 2013. 42 с.

Nass O. V. *Theoretical and Methodological Foundations of Developing Teachers' Competence in Designing Electronic Educational Resources (Based on Adaptive Toolkits)*: Abstract Dr. thesis in Pedagogical Sciences. Moscow, 2013. 42 p. (in Russian)

Роберт И. В. Фундаментальные научные исследования в области информатизации отечественного образования. *Педагогическая информатика*, 2014, № 3, с. 8–19.

Robert I. V. Fundamental Research in the Field of Informatization of Domestic Education. *Pedagogical Informatics*, 2014, no. 3, pp. 8–19. (in Russian)

Тарабрин О. А. *Комплексное использование информационных и коммуникационных технологий в процессе непрерывной подготовки инженерных и управленческих кадров: на примере подготовки специалистов для отраслей машиностроения*: автореф. дис. ... д-ра пед. наук. Москва: [б. и.], 2006. 45 с.

Tarabrin O. A. *Comprehensive Use of Information and Communication Technologies in the Process of Continuous Training of Engineering and Managerial Personnel: The Case of Training Specialists for the Mechanical Engineering Industry*: Abstract Dr. thesis in Pedagogical Sciences. Moscow, 2006. 45 p. (in Russian)

Сведения об авторах

Ольга Александровна Бессонова – старший преподаватель кафедры промышленного, гражданского строительства и экспертизы недвижимости, <https://orcid.org/0009-0001-6176-0199>, o.a.bessonova@urfu.ru, Уральский федеральный университет (д. 19, ул. Мира, 620062 Екатеринбург, Россия); **Olga A. Bessonova** – Senior Lecturer of Department of Industrial, Civil Engineering and Real Estate Expertise, <https://orcid.org/0009-0001-6176-0199>, o.a.bessonova@urfu.ru, Ural Federal University (19, ul. Mira, 620062 Ekaterinburg, Russia).

Людмила Ивановна Миронова – доктор педагогических наук, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры промышленного, гражданского строительства и экспертизы недвижимости, <https://orcid.org/0000-0002-3675-6008>, mironovali@urfu.ru, Уральский федеральный университет (д. 19, ул. Мира, 620062 Екатеринбург, Россия); **Ludmila I. Mironova** – Doctor of Pedagogical Sciences, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Industrial, Civil Engineering and Real Estate Expertise, <https://orcid.org/0000-0002-3675-6008>, mironovali@urfu.ru, Ural Federal University (19, ul. Mira, 620062 Ekaterinburg, Russia).

Статья поступила в редакцию – 29.12.2025; одобрена после рецензирования – 13.01.2026; принята к публикации – 27.01.2026.

The article was submitted – 29.12.2025; approved after reviewing – 13.01.2026; accepted for publication – 27.01.2026.

Пространство педагогических исследований, 2026, т. 3, № 1, с. 26–44.
Education Research Environment, 2026, vol. 3, no. 1, pp. 26–44.

Научная статья
УДК 37.016:53+51
<https://elibrary.ru/jvwceg>
<https://doi.org/10.23859/3034-1760.2026.96.54.003>

Методика межпредметной интеграции физики и математики при изучении механики в 7–9 классах: разработка и апробация

Ирина Владимировна Богомаз

Красноярский государственный педагогический
Университет им. В.П. Астафьева,
Красноярск, Россия

i_bogomaz@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0008-5962-3014>

Irina V. Bogomaz

V. P. Astafiev Krasnoyarsk State Pedagogical University,
Krasnoyarsk, Russia

i_bogomaz@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0008-5962-3014>



Аннотация. В статье представлены результаты исследования, направленного на разработку и апробацию методики межпредметной интеграции физики и математики при изучении раздела «Механика» в 7–9 классах основной школы. Актуальность исследования обусловлена, с одной стороны, необходимостью достижения метапредметных результатов (ФГОС), а с другой – выявленными в научной литературе и подтверждаемыми статистикой ЕГЭ проблемами учащихся в применении математического аппарата для решения физических задач. В работе проанализированы теоретические основы межпредметных связей (МПС), установлены ключевые проблемы их реализации, в частности, хронологический разрыв в изучении понятийного аппарата. В качестве решения предложена целостная методика, основанная на системе дидактических принципов (синхронности, практико-ориентированности, доминирующей роли физического содержания), структурированном комплексе задач градуальной сложности и специфических методических приемах («двойной эксперимент», интегративный кейс, сравнительно-обобщающие таблицы). Экспериментальная проверка эффективности методики, проведенная в 2023–2024 учебном году на базе общеобразовательных учреждений г. Красноярска и г. Железногорска, показала ее результативность. Учащиеся экспериментальных групп продемонстрировали статистически значимо более высокую положительную динамику в освоении как физики (прирост среднего балла до 22,8 % в 7-х классах), так и математики (прирост среднего балла до 19,4 % в 9-х классах) по сравнению с контрольными группами. Качественный анализ позволил выявить высокий уровень сформированности ключевых межпредметных

© Богомаз И. В., 2026

© Bogomaz I. V., 2026

компетенций: умения применять математические знания в физическом контексте, выстраивать логические связи между дисциплинами и решать комплексные задачи. Результаты исследования подтверждают, что предложенная методика является эффективным средством повышения качества естественнонаучного образования и формирования целостной научной картины мира у учащихся основной школы.

Ключевые слова: межпредметная интеграция, физика, математика, механика, методика обучения, педагогический эксперимент

Для цитирования: Богомаз И. В. Методика межпредметной интеграции физики и математики при изучении механики в 7–9 классах: разработка и апробация. *Пространство педагогических исследований*, 2025, т. 3, № 1, с. 26–44. <https://doi.org/10.23859/3034-1760.2026.96.54.003>; EDN: JYWCEG

Methodology of Interdisciplinary Integration of Physics and Mathematics in Teaching Mechanics in Grades 7–9: Development and Testing

Abstract. This paper reports on the findings of the study aimed at the development and empirical validation of a methodology for the interdisciplinary integration of Physics and Mathematics in teaching of Mechanics in secondary education (grades 7–9). The relevance of the research is determined by the need to achieve meta-subject results within the scope of the Federal State Educational Standards (FSES) and by statistically confirmed difficulties students face in applying mathematical tools to solve physics problems, which is reflected in consistently low Unified State Exam (USE) scores in physics. The paper analyzes theoretical foundations of interdisciplinary connections, identifies key problems in their implementation, particularly the chronological gap in mastering the conceptual apparatus. As a solution, a holistic methodology is proposed, based on a system of didactic principles (synchronization, practical orientation, dominance of physics content), a structured set of tasks with graduated complexity, and specific methodological techniques (“dual experiment,” integrative case study, comparative-generalizing tables). An experimental assessment of the methodology effectiveness, conducted during the 2023–2024 academic year in general education institutions in Krasnoyarsk and Zheleznogorsk, confirmed its efficacy. Students in the experimental groups demonstrated a statistically significant higher positive dynamic in mastering both Physics (an average score increase of up to 22.8% in 7th grade) and Mathematics (up to 19.4% in 9th grade) compared to the control groups. Qualitative analysis revealed an increase in the development of key interdisciplinary competencies: the ability to apply mathematical knowledge in a Physics context, to build logical connections between disciplines, and to solve complex problems. The study results confirm that the proposed methodology is an effective means of improving the quality of science education and forming a holistic scientific worldview in basic school students.

Keywords: interdisciplinary integration, physics, mathematics, mechanics, teaching methodology, pedagogical experiment

For citation: Bogomaz I. V. Methodology of Interdisciplinary Integration of Physics and Mathematics in Teaching Mechanics in Grades 7–9: Development and Testing. *Education Research Environment*, 2026, vol. 3, no. 1, pp. 26–44. (in Russian) <https://doi.org/10.23859/3034-1760.2026.96.54.003>; EDN: JYWCEG

Введение

Современное физико-математическое образование переживает комплексный кризис, корни которого лежат в двух взаимосвязанных плоскостях: методологических вызовах нового времени и глубинных структурных проблемах системы образования. Методологические вызовы обусловлены необходимостью трансформации дидактических подходов в связи с появлением инструментов искусственного интеллекта, представляющих собой новый этап информатизации образования¹. Об этом свидетельствует ряд факторов:

- смещение приоритетов с идеи доступности информации на формирование навыков ее критической оценки, верификации и творческого преобразования;
- формулирование фундаментальной проблемы для физико-математического образования: ИИ предлагает готовые решения, что может подменять глубокое понимание законов поверхностной алгоритмической имитацией;
- феномен «цифровой дезориентации», когда учащиеся, активно использующие ИИ-генераторы, утрачивают навыки самостоятельного математического моделирования и понимания физической сущности явлений.

Таким образом, современный учитель оказывается в ситуации двойного давления: с одной стороны, ему необходимо преодолевать глубинные структурные проблемы, сложившиеся в образовании, и цифровое неравенство, а с другой – принципиально пересматривать методы преподавания в эпоху искусственного интеллекта. Готовые ответы, генерируемые нейросетями, обесценивают рутинные задания, выдвигая на первый план формирование подлинного понимания, критического мышления и способности к самостоятельному моделированию.

Наряду с этими методологическими вызовами, система образования сталкивается и с глубинными структурными проблемами, имеющими исторические корни в реформах прошлого века, заложивших фундамент современных дисбалансов². Современным проявлением отмечаемых сложностей может считаться,

¹ Роберт И. В. Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологический аспекты). Москва: ИИО РАО, 2010. 398 с.; Роберт И. В., Поляков В. А., Кравцова А. Ю. Направления фундаментальных и прикладных научных исследований в области информатизации образования. Москва: ИИО РАО, 2018; Selwyn N. Should Robots Replace Teachers? AI and the Future of Education. Cambridge: Polity Press, 2019. 160 p.; Тесленко В. И., Богомаз И. В. Концептуально-дидактические основы управления развитием мышления студентов в условиях существования искусственного интеллекта // Человеческий капитал. 2025. № 7 (199). С. 186–202. <https://doi.org/10.25629/HC.2025.07.1>

² Костенко И. П. 1956–1965 гг. Подготовка второй «коренной»; реформы советской школы: «перестройка» программ и «научное» обоснование ложных идей (статья четвертая) // Математическое образование, 2014. № 2 (70). С. 2–17.

в частности, устойчивое снижение качества фундаментальной подготовки. Анализ результатов ЕГЭ за последние пять лет демонстрирует тревожную диспропорцию: в то время как доля сдающих профильную математику остается стабильно высокой, показатели по физике последовательно ухудшаются (см. табл. 1).

Таблица 1

**Сравнительная динамика показателей ЕГЭ по математике и физике
(2020–2024 гг., среднее по России)**

| Год | Математика | | Физика | |
|------|-----------------------|--------------|-----------------------|--------------|
| | Средний тестовый балл | Доля сдающих | Средний тестовый балл | Доля сдающих |
| 2020 | 55,1 | 45 % | 54,5 | 21 % |
| 2021 | 56,9 | 47 % | 55,1 | 20 % |
| 2022 | 56,9 | 51 % | 54,1 | 19 % |
| 2023 | 57,1 | 53 % | 53,8 | 18 % |
| 2024 | 57,1 | 55 % | 54,3 | 16,5 % |

Примечание. Таблица составлена по данным официальных отчетов ФИПИ и пресс-релизов Рособрнадзора.

Следует отметить, что усредненные российские показатели скрывают значительную внутреннюю дифференциацию, превращая проблему качества в проблему образовательного неравенства. Так, в Москве средние баллы устойчиво превышают общероссийские на 12–15 пунктов по математике и на 5–6 – по физике, а концентрация стобалльников в указанном регионе максимальна. Интерпретация этих данных требует учета социально-экономических диспропорций. Высокая результативность столичных выпускников обеспечена не только качеством школьного образования, но и широкой доступностью дополнительных ресурсов (олимпиадные центры, репетиторство), что в гораздо меньшей степени присутствует в большинстве регионов, особенно в сельской местности. Следовательно, основная ответственность за подготовку учащихся ложится на школьного учителя, при этом проблема внутришкольной методической эффективности становится исключительно острой.

По нашему мнению, одной из причин кризиса является доминирование методов, ориентированных на механическое запоминание, а не глубокое понимание, а также отсутствие системных логико-содержательных связей между математическим аппаратом и физическими задачами. Особо показателен в данном отношении раздел «Механика», который, пронизывая весь курс физики 7–9 классов, требует уверенного владения математическим инструментарием для решения задач. Непонимание прикладного аспекта математики становится существенным препятствием для усвоения физики, что подтверждается анали-

зом типичных ошибок в ЕГЭ. Отмечаемый нами кризис имеет циклический характер: в вузы и школы приходят выпускники, не получившие полноценной фундаментальной подготовки. Исследования показывают, что лишь около 38,5 % первокурсников инженерных направлений и 24 % будущих учителей физики и математики соответствуют стандартным требованиям к знаниям¹. Это создает системные риски для будущего кадрового потенциала. В данном контексте проблемы межпредметных связей (МПС) и выстраивание логико-содержательных связей между ними приобретают стратегическое значение. Реализация ФГОС, ориентированных на достижение метапредметных результатов и формирование целостной картины мира, делает эффективную интеграцию дисциплин обязательной².

Цель нашего исследования состоит в разработке, теоретическом обосновании и экспериментальной проверке методики реализации МПС физики и математики при изучении раздела «Механика» в 7–9 классах. Мы предполагаем, что качество знаний учащихся по физике и математике существенно повысится при условии планомерной реализации методики, основанной на принципе опережающего формирования математических компетенций, практико-ориентированном характере учебного процесса.

Теоретические основы межпредметной интеграции физики и математики

Исторический и психолого-педагогический контекст. Исторический анализ дает возможность продемонстрировать циклический характер идеи интеграции: от ее методологического зарождения в эпоху Научной революции (Галилей, Ньютон) через периоды предметной разобщенности к новой актуализации в современных STEM-подходах³. Ключевыми историческими препятствиями остаются организационно-методические трудности и недостаточная готовность педагогического сообщества.

Психолого-педагогической основой для интеграции в 7–9 классах служат возрастные особенности учащихся (13–15 лет). Данный период, по Ж. Пиаже, соответствует стадии формальных операций, характеризующейся развитием абстрактно-логического мышления, способности к гипотетико-дедуктивным рас-

¹ Богомаз И. В., Фомина Л. Ю., Чабан Е. А., Рудина М. А. Повышение качества инженерного образования на основе взаимосвязи математики и механики // Инженерное образование. 2024. № 36. https://doi.org/10.54835/18102883_2024_36_7; EDN RHEOYZ.

² Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования. URL: <https://fgos.ru/> (дата обращения: 22.10.2024).

³ Галилей Г. Диалог о двух главнейших системах мира. Москва; Ленинград: Гостехиздат, 1948. 380 с.; Максимова В. Н. Межпредметные связи в учебно-воспитательном процессе современной школы. Москва: Просвещение, 1987. 157 с.

суждениям¹. Согласно Л. С. Выготскому, происходит активное формирование научных понятий², а ведущей потребностью становится практическая апробация знаний, что создает благоприятную почву для реализации МПС через проблемное обучение и проектную деятельность³.

В системно-деятельностной парадигме ФГОС МПС трансформируются из дидактического приема в необходимое условие достижения метапредметных результатов – универсальных учебных действий (УУД). Для интеграции физики и математики наиболее продуктивной является классификация МПС по содержательно-деятельностному критерию:

- 1) понятийные (формирование общих математических понятий: вектор, функция, график, производная);
- 2) инструментальные (использование математического аппарата для решения физических задач);
- 3) методологические (применение общих методов познания: математическое моделирование, эксперимент);
- 4) мировоззренческие (формирование представления о механике как о точной науке, законы которой выражены на языке математики).

Проблемы корреляции содержания. Анализ типовых программ по математике и физике позволил выявить ряд устойчивых проблем. Наиболее острая из них – хронологический разрыв: базовые математические понятия (векторы, основы тригонометрии) в курсе математики (8–9 класс) изучаются позднее, чем возникает потребность в них в курсе физики (7–8 класс) – для определения проекций сил оси координат, сложения векторов сил и скорости и т. д.⁴ Кроме того, внимания заслуживают такие явления, как разная степень формализации одних и тех же понятий в дисциплинах, дефицит практико-ориентированного контекста в математических задачах, терминологическая разобщенность. В качестве методологического инструмента преодоления этих проблем предлагается модель уровневой построения интеграции, задающая последовательность и глубину взаимодействия⁵. Она подразумевает следующую градацию:

¹ Огольцова Е. Г., Анисимова И. В. Теория интеллекта Ж. Пиаже // Молодой ученый. 2022. № 50 (445). С. 491–492. EDN: GPGVJX

² Выготский Л.С. Мышление и речь. Москва: Лабиринт, 1999. 352 с.

³ Залингер В.А. Проблемы реализации межпредметных связей математики и физики в школе // Физика в школе. 2015. № 5. С. 44–48.

⁴ Афанасьева И. А. Реализация межпредметных связей как одно из направлений повышения качества образования. URL: <https://urok.1sept.ru/articles/527712> (дата обращения: 25.09.2024).

⁵ Рудина М. А. Межпредметная интеграция физики и математики в 7–9 классах: методический подход к повышению эффективности обучения // Образование и наука в XXI веке: математика, физика, информатика и технологии в смарт-мире; сборник статей по итогам

- 1) информационный уровень (обмен фактами, языком);
- 2) методологический уровень (применение общих методов);
- 3) концептуальный уровень (взаимное обогащение понятийного аппарата);
- 4) мировоззренческий уровень (формирование целостной научной картины мира).

Каждый последующий уровень является этапом в формировании системных знаний и компетенций.

Методика межпредметной интеграции при изучении механики

Разработанная методика базируется на системе взаимосвязанных дидактических принципов.

1. Принцип научности и корректности МПС предполагает, что математический аппарат рассматривается как адекватный язык описания физических законов (например, вывод расчетных формул для баллистической задачи через анализ квадратичной функции).

2. Принцип доминирующей роли физического содержания подразумевает позиционирование математики в качестве инструмента решения содержательных физических проблем, что предотвращает формализацию обучения.

3. Принцип синхронности и преемственности требует согласования рабочих программ для опережающего или параллельного изучения необходимого математического аппарата.

4. Принцип практико-ориентированности включает отбор содержания, направленный на решение прикладных задач (например, расчет тормозного пути, вычисление скорости точек кривошипного механизма), повышающих мотивацию.

5. Принцип деятельностного подхода и наглядности предполагает активизацию самостоятельной познавательной деятельности посредством эксперимента, построения и анализа графиков, а также через визуализацию зависимостей.

Комплекс межпредметных задач. Практическим ядром методики является специально разработанный структурированный комплекс задач для 7–9 классов, построенный по принципу градуальности – постепенного усложнения содержания, математического аппарата и уровня интеграции. Комплекс служит инструментом последовательного формирования у учащихся умения применять математический язык для описания, анализа и прогнозирования физических явлений.

I. 7 класс. Установление базовых функциональных зависимостей.

Цель: сформировать понимание физического закона как функциональной зависимости, описываемой и анализируемой математически.

Физическая основа: Равномерное прямолинейное движение, понятия пути, скорости, времени, силы, плотности, уравнений движения, графиков движения.

Математический аппарат: понятие координат точки на плоскости, понятие координатных осей, прямая пропорциональность ($y(x) = k \cdot x$), линейная функция ($y = k \cdot x + b$), построение и «чтение» графиков по точкам, решение простейших уравнений.

Типовые задачи

Экспериментально-исследовательская: «По данным измерений пути и времени для движущейся тележки постройте график $x(t)$. Докажите, что движение равномерное. Определите по графику скорость тела».

Расчетно-графическая: «По графику зависимости координаты от времени для двух тел определите их скорости, начальные координаты и время встречи. Запишите уравнения движения $x(t)$ для каждого тела».

Качественная задача на интерпретацию: «Почему график зависимости пройденного пути от времени при равномерном движении всегда выходит из начала координат, а график координаты – не всегда?»

II. 8 класс. Освоение операционного инструментария и введение векторных величин.

Цель: научить использовать математический аппарат (уравнения, системы уравнений) для решения типовых физических задач; ввести на наглядном уровне понятие векторной величины.

Физическая основа: законы Ньютона, закон сохранения импульса для упругого удара, давление, работа, мощность.

Математический аппарат: системы линейных уравнений с двумя неизвестными, графическое представление сил как величин, имеющих две характеристики: модуль и направление (интуитивное введение вектора силы как направленного отрезка), масштаб, пропорции.

Типовые задачи

Алгоритмическая (с применением систем уравнений): «Два вагона движутся навстречу друг другу. После упругого соударения они остановились. Используя закон сохранения импульса, составьте систему уравнений и найдите начальную скорость одного из вагонов, если известны масса тела и то, что на него действуют две силы, направленные под углом 90° . Изобразите их в выбранном масштабе как отрезки. Геометрически постройте равнодействующую силу (по

правилу параллелограмма) и определите ее модуль, используя теорему Пифагора».

Прикладная задача: «Рассчитайте, какую силу надо приложить к поршню гидравлического пресса, чтобы поднять груз заданной массы, используя пропорциональность площадей поршней и приложенных сил».

III. 9 класс. Построение и анализ комплексных математических моделей.

Цель: сформировать умение синтезировать знания для создания целостной модели явления, требующей применения всего арсенала математических средств.

Физическая основа: кинематика равноускоренного движения, движение по окружности, баллистическое движение, законы сохранения, механические колебания.

Математический аппарат: квадратичная функция и ее график (парабола), векторы на плоскости (разложение на проекции, сложение), основы тригонометрии для углов 30° , 45° , 60° , построение и анализ графиков движения, решение квадратных уравнений.

Типовые задачи

Моделирующая (баллистика): «Тело брошено под углом 30° к горизонту с заданной начальной скоростью. Запишите уравнения свободного движения тела (уравнения движения). Получите уравнение траектории. Определите время полета, максимальную высоту и дальность. Объясните, почему траектория является параболой».

Исследовательская (с обработкой данных): «По результатам измерений периода колебаний пружинного маятника при разной массе груза постройте график зависимости $T^2(m)$. Обоснуйте его линейность. По угловому коэффициенту графика определите жесткость пружины».

Комплексная задача-проект: «Рассчитайте параметры “мертвой петли” для аттракциона: минимальную высоту стартовой платформы и скорость в нижней точке, необходимые для безопасного прохождения петли заданного радиуса. Учитывайте законы динамики движения по окружности и закон сохранения энергии».

Принципы отбора и типология задач. Комплекс включает задачи трех типов, обеспечивающих единство теории и практики:

1) *вычислительные* – формируют навык работы с формулами и точных расчетов;

2) *качественные (на интерпретацию)* – развивают концептуальное понимание, умение объяснять физический смысл математических результатов, графиков и зависимостей;

3) *экспериментально-исследовательские* – связывают теоретические знания с практикой, формируя целостное естественнонаучное мышление через цикл гипотеза → эксперимент → сбор данных → математическая обработка → вывод.

Такой градуальный комплекс обеспечивает плавный переход от простых аналогий к глубокой интеграции, где математика выступает не как вспомогательный предмет, а как естественный язык физического познания.

Система методических приемов. Для реализации МПС на уроках физики и математики была разработана и апробирована система специфических приемов, каждый из которых направлен на преодоление разрыва между абстрактным математическим знанием и его физической интерпретацией.

1. Прием *Физический контекст для математической абстракции*. Цель – введение и осмысление нового математического понятия через физическую задачу.

Пример (7 класс, алгебра / физика): введение линейной функции начинается не с формального определения, а с эксперимента по изучению равномерного движения тележки. Учащиеся фиксируют время и пройденный путь, заполняют таблицу, строят график зависимости $x(t)$. Анализируя прямую линию графика и табличные данные, они самостоятельно приходят к форме уравнения движения в координатах Oxt :

$$\begin{cases} t \geq 0, \\ x(t) = V_o \cdot t + x_o. \end{cases} \Leftrightarrow y(x) = kx + b.$$

Учитель акцентирует внимание на том, что эта зависимость является математической моделью движения, проводит аналогию с линейной функцией в координатной плоскости Oxy , дает определения графика движения. Таким образом, угловой коэффициент k в линейной функции отождествляется с постоянной скоростью движения V_o , а свободный член b – с начальной координатой движения.

2. Прием *Двойной эксперимент*. Цель – проведение единого исследования, последовательно реализуемого на уроках двух дисциплин, что демонстрирует неразрывность этапов научного познания.

Пример (9 класс, физика / алгебра): изучение зависимости периода колебаний математического маятника от его длины.

На уроке физики: учащиеся экспериментально измеряют период колебаний T для маятников разной длины l . Цель – установить качественный вид зависимости $T(l)$.

На уроке математики: используя полученные экспериментальные пары значений (l ; T), школьники строят график $T(l)$ и убеждаются, что он нелинейный. Затем записывают теоретическую формулу $T = 2\pi\sqrt{l/g}$, строят график зависимости квадрата периода от длины $T^2(l)$. Полученная линейная зависимость подтверждает теорию. Угловым коэффициентом прямой k позволяет рассчитать ускорение свободного падения: $g = 4\pi^2 / k$. Этот прием наглядно показывает, как математическая обработка данных проверяет и уточняет физическую гипотезу.

Пример (9 класс, проект): Кейс *Проектирование безопасного дорожного участка*.

Физический контекст: на уроке изучаются понятия скорости V , времени реакции, ускорения (замедления), силы трения ($T_{тр} = \mu \cdot N$), тормозной путь ($x = V_0^2 / (2\mu g)$).

Математический контекст: используется работа с формулами, школьники исследуют квадратичную зависимость тормозного пути от скорости, строят сравнительные графики для разных коэффициентов трения μ (асфальт сухой / мокрый, лед).

Задача: «Рассчитать тормозной путь автомобиля на разных покрытиях при скорости 60 км/ч и 90 км/ч. Определить, как меняется безопасная дистанция. Проанализировать, почему на мокрой дороге опасность возрастает непропорционально». Результатом решения задачи становится не просто числовой ответ, а аргументированный вывод о необходимости соблюдения скоростного режима и дистанции, подкрепленный расчетами и графиками.

3. Прием *Построение математической модели равноускоренного прямолинейного движения*¹. Вводим определение скорости:

$$V = \text{скорость} = \frac{\text{путь}}{\text{время}} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \frac{м}{с} \left(\frac{\text{метр}}{\text{секунда}} \right).$$

Условный эксперимент показал (см. рис. 1, слева), что путь x , пройденный падающим шаром с высоты 100 м, пропорционален квадрату времени падения, т. е. описывается квадратичной функцией: $x(t) = k \cdot t^2 \approx 5 \cdot t^2$.

¹ Богомаз И. В., Чабан Е. А. Формирование функциональной грамотности школьников для инженерно-ориентированного обучения (на примерах построения математических моделей движения) // Grede Experto: транспорт, общество, образование, язык. 2025. Вып. 2. С. 175–189. https://doi.org/10.51955/2312-1327_2025_2_175; EDN ROEACP

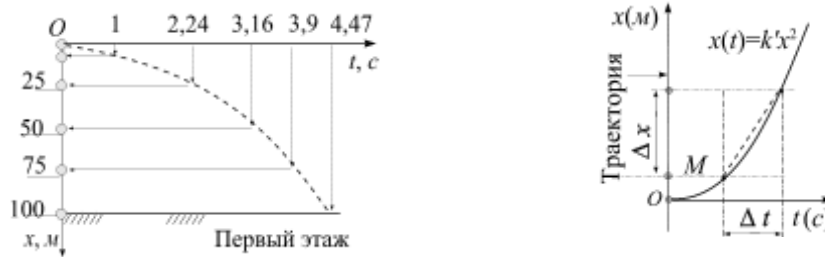


Рис. 1. Иллюстрация эксперимента (слева) и график зависимости пути от времени (справа) для шара, падающего с высоты 100 м

Построим график этой функции. Вычислим скорость шара как отношение перемещения Δx к малому промежутку времени Δt : $V = \Delta x / \Delta t$, где

$$\Delta x = x_2 - x_1 = k \left[(t + \Delta t)^2 - t^2 \right] = k \left(t^2 + 2t\Delta t + (\Delta t)^2 - t^2 \right) = k \left(2t\Delta t + (\Delta t)^2 \right).$$

Тогда скорость будет равна

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t} = k' \frac{2t\Delta t + (\Delta t)^2}{\Delta t} = 2k' \cdot t + k' \Delta t.$$

Будем уменьшать Δt до предела точности измерения (например, время падения шара равно 5 с, а $\Delta t \approx 0,01$ с.), тогда $t \gg \Delta t$ (см. рис. 1, справа). Как видно на графике (см. рис. 1, справа), это позволяет приблизиться к значению мгновенной скорости в точке M : $V(t) = 2k \cdot t$. Получили, что скорость точки M зависит линейно от времени. Введем величину, определяющую изменение скорости, – ускорение.

$$a = \frac{\text{промежуток скорости}}{\text{промежуток времени}} = \frac{(V_2 - V_1)}{(t_2 - t_1)} = \frac{\Delta V}{\Delta t}, \frac{м}{с^2}.$$

Ускорение – физическая величина, характеризующая быстроту изменения скорости точки:

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{2k'(t + \Delta t) - 2k' \cdot t}{\Delta t} = \frac{2k' \cdot \Delta t}{\Delta t} = 2k' \Rightarrow k' = \frac{1}{2} a, \left(\frac{м}{с^2} \right).$$

Получим уравнения равноускоренного движения:

$$\left[\begin{array}{l} t \geq 0, \\ x(t) = k't^2, \end{array} \Rightarrow \left[k' = \frac{1}{2}a \right] \Rightarrow \left[\begin{array}{l} t \geq 0, \\ x(t) = \frac{1}{2}a \cdot t^2. \end{array} \right.$$

Если ускорение и скорость тела изменяются на одну и ту же величину за равные промежутки времени – такое движение точки называется равноускоренным. Отметим, что при свободном падении $a = g \approx 10 \text{ м/с}^2$.

4. Прием *Использование сравнительно-обобщающих таблиц*. Цель – визуальная систематизация межпредметных аналогий, формирование у учащихся обобщенных схем мышления.

Описанные приемы трансформируют традиционный урок в бинарное образовательное явление, где физика ставит познавательные проблемы, а математика предоставляет инструменты для их решения. Это способствует преодолению фрагментарности знаний, формированию у учащихся целостного естественнонаучного мышления и готовности применять интегративные знания в нестандартных ситуациях.

Организация и методы педагогического эксперимента

С целью проверки эффективности разработанной методики был проведен педагогический эксперимент. Он осуществлялся в течение 2023–2024 учебного года на базе двух общеобразовательных учреждений: МАОУ Гимназия № 13 «Академ» (г. Красноярск) и Школы космонавтики им. академика С. П. Королева (г. Железногорск). В эксперименте участвовали параллели 7-х и 9-х классов общим количеством 168 учащихся. В каждой параллели методом случайной выборки были сформированы экспериментальные (ЭГ) и контрольные (КГ) группы, сопоставимые по исходному уровню знаний и мотивации (отсутствие статистически значимых различий по t -критерию Стьюдента, $p < 0,05$ по результатам входного тестирования).

Констатирующий этап (сентябрь 2023 г.) включал вводное диагностическое тестирование по физике и математике для всех групп. Цель этапа – определение исходного уровня предметных знаний, проверка статистической сопоставимости групп и выявление начального уровня сформированности межпредметных умений. Диагностический инструментарий включал стандартизированные тесты, адаптированные под программу начала учебного года и содержащие задания с явной межпредметной составляющей (например, задачи на чтение графиков, перевод единиц, применение простейших формул).

На контрольном этапе (май 2024 г.) было проведено итоговое тестирование, аналогичное вводу по структуре и уровню сложности, но с другим вариантом заданий. Цель – оценка динамики предметных знаний и сформированности интегративных умений после завершения формирующего этапа.

Для обеспечения объективности результатов использовался комплекс взаимодополняющих методов: тестирование (входное и итоговое) как основной метод количественной оценки предметных знаний; педагогическое наблюдение с фиксацией в протоколах активности учащихся, характера их рассуждений при решении межпредметных задач, умения строить математические модели физических процессов; анализ письменных работ (контрольных, проектных заданий) для оценки корректности и осознанности применения знаний. Для проверки достоверности различий между группами и внутри групп на разных этапах эксперимента применялись методы математической статистики (t-критерий Стьюдента для независимых и зависимых выборок). Статистическая значимость принималась при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Для оценки эффективности методики был проведен сравнительный анализ динамики средних баллов в контрольных и экспериментальных группах. Обработка данных итогового тестирования с применением t-критерия Стьюдента подтвердила наличие статистически значимых различий ($p < 0,05$) в пользу экспериментальных групп как по физике, так и по математике.

В табл. 2 представлены количественные результаты эксперимента. Средние баллы приведены по 5-балльной шкале. Процентный прирост (Δ , %) для каждой группы рассчитан относительно ее собственного исходного уровня по формуле:

$$\Delta = \frac{\text{Средней итоговый балл} - \text{средней входной балл}}{\text{Средней входной балл}} \cdot 100 \% .$$

Данные наглядно демонстрируют, что прирост знаний в ЭГ по всем показателям существенно превышает аналогичные показатели в КГ.

Таблица 2

Результаты педагогического эксперимента

| Группа | Класс | Предмет | Средний балл (входной) | Средний балл (итоговый) | Прирост Δ , % |
|------------------------|-------|------------|------------------------|-------------------------|----------------------|
| Контрольная (КГ) | 7 | Физика | 3,6 | 3,9 | +8,3 |
| | | Математика | 3,4 | 3,81 | +11,8 |
| | 9 | Физика | 3,5 | 3,81 | +8,9 |
| | | Математика | 3,5 | 4,08 | +11,4 |
| Экспериментальная (ЭГ) | 7 | Физика | 3,6 | 4,42 | +22,8 |
| | | Математика | 3,5 | 4,1 | +17,1 |
| | 9 | Физика | 3,8 | 4,4 | +15,8 |
| | | Математика | 3,6 | 4,3 | +19,4 |

Как видно из табл. 2, учащиеся ЭГ продемонстрировали существенно более высокие темпы прироста как по физике (до 22,8 % против 8,9 % в КГ), так и по математике (до 19,4 % против 11,8 % в КГ). Наибольший эффект от интеграции наблюдался в 7-х классах, что может быть связано с формированием основ межпредметного мышления на начальном этапе изучения физики.

Качественный анализ на основе педагогического наблюдения и оценки по специальным критериям (содержательно-понятийному, математико-языковому, практико-прикладному, системно-интеграционному, автономно-деятельностному) показал, что в ЭГ произошли значимые изменения. К концу эксперимента доля учащихся с высоким уровнем сформированности межпредметных умений (свободное выявление связей, самостоятельное построение моделей, аргументация) выросла до 36 %, в то время как в КГ осталась на уровне 8 %. Учащиеся ЭГ чаще и успешнее применяли математический аппарат в физическом контексте, демонстрировали умение перекодировать информацию (например, из условия задачи в график или уравнение), аргументированно объясняли физический смысл математических результатов.

Выводы

Проведенное исследование подтвердило выдвинутые предположения и позволило достичь поставленной цели: разработана, теоретически обоснована и экспериментально апробирована методика межпредметной интеграции физики и математики при изучении механики в 7–9 классах.

Научная новизна исследования заключается в разработке структурно-логической модели уровневой интеграции, основанной на принципе синхронизации и опережающего формирования математического аппарата, а

также в определении критериев отбора и конструирования межпредметных задач, обеспечивающих формирование умения применять математические знания в физическом контексте.

Теоретическая значимость состоит в углублении основ методики преподавания физики за счет разработки принципов и модели межпредметной интеграции с математикой на материале ключевых разделов механики основной школы.

Практическая значимость определяется наличием готового инструментария: комплекса градуальных задач, системы методических приемов и рекомендаций по организации учебного процесса, которые могут быть непосредственно использованы учителями физики и математики в общеобразовательных школах для повышения эффективности обучения и достижения метапредметных результатов.

Экспериментальные данные доказывают, что системная реализация предложенной методики приводит к статистически значимому повышению качества предметных знаний по физике и математике, а также к качественному росту метапредметных компетенций учащихся: системного мышления, способности к интеграции знаний, решению комплексных практико-ориентированных задач. Следовательно, методика является эффективным средством формирования у учащихся 7–9 классов целостной естественнонаучной картины мира.

Таким образом, апробированная методика доказала свою эффективность в условиях общеобразовательных учреждений крупного регионального центра и специализированной школы. Однако наиболее острую потребность в подобных системных, «встроенных» в урок, методических решениях испытывают сельские и малокомплектные школы, для которых характерны кадровый дефицит, ограниченность ресурсов и профессиональная изоляция учителя. Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка адаптированной и максимально технологически автономной версии данного методического комплекса, предназначенной специально для таких условий, что будет являться реальным вкладом в преодоление образовательного неравенства и повышение доступности качественного естественно-научного образования на всей территории страны.

Литература / References

Афанасьева И. А. *Реализация межпредметных связей как одно из направлений повышения качества образования*. 2009. URL: <https://urok.1sept.ru/articles/527712> (дата обращения: 25.09.2024).

Afanasyeva I. A. *The Implementation of Interdisciplinary Connections As One of the Directions for Improving the Quality of Education*. 2009. URL: <https://urok.1sept.ru/articles/527712> (accessed: 25.09.2024). (in Russian)

Богомаз И. В., Фомина Л. Ю., Чабан Е. А., Рудина М. А. Повышение качества инженерного образования на основе взаимосвязи математики и механики. *Инженерное образование*, 2024, № 36. https://doi.org/10.54835/18102883_2024_36_7; EDN: RHEOYZ

Bogomaz I. V., Fomina L. Yu., Chaban E. A., & Rudina, M. A. Improving the Quality of Engineering Education Based on the Relationship Between Mathematics and Mechanics. *Engineering Education*, 2024, no. 36. (in Russian) https://doi.org/10.54835/18102883_2024_36_7; EDN: RHEOYZ

Богомаз И. В., Чабан Е. А. Формирование функциональной грамотности школьников для инженерно-ориентированного обучения (на примерах построения математических моделей движения). *Grede Experto: транспорт, общество, образование, язык*. 2025, вып. 2, с. 175–189. https://doi.org/10.51955/2312-1327_2025_2_175; EDN: ROEACP

Bogomaz I. V., Chaban E. A. Formation of Functional Literacy of Schoolchildren for Engineering-oriented Learning (Using Examples of Building Mathematical Models of Motion). *Grede Experto: Transport, Society, Education, Language*, 2025, vol. 2, pp. 175–189. (in Russian) https://doi.org/10.51955/2312-1327_2025_2_175; EDN: ROEACP

Выготский Л. С. *Мышление и речь*. Москва: Лабиринт, 1999. 352 с.

Vygotsky L. S. *Thought and Language*. Moscow: Labirint. 1999. 352 p. (in Russian)

Галилей Г. *Диалог о двух главнейших системах мира*. Москва; Ленинград: Гостехиздат, 1948. 380 с.

Galilei, G. *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems*. Moscow; Leningrad: Gostekhizdat, 1948. 380 p. (in Russian)

Залингер В. А. Проблемы реализации межпредметных связей математики и физики в школе. *Физика в школе*, 2015, № 5, с. 44–48.

Zalinger V. A. Problems of Implementing Interdisciplinary Connections Between Mathematics and Physics in School. *Physics at School*, 2015, no. 5, pp. 44–48. (in Russian)

Костенко И. П. 1956–1965 гг. Подготовка второй «коренной» реформы советской школы: «перестройка» программ и «научное» обоснование ложных идей (статья четвертая). *Математическое образование*, 2014, № 2 (70), с. 2–17. EDN: SYMXCF

Kostenko I. P. 1956–1965. Preparation of the Second “Radical” Reform of the Soviet School: “Restructuring” Programs and “Scientific” Justification of False Ideas (article four). *Mathematical Education*, 2014, no. 2 (70), pp. 2–17. (in Russian) EDN: SYMXCF

Максимова В. Н. *Межпредметные связи в учебно-воспитательном процессе современной школы*. Москва: Просвещение, 1987. 157 с.

Maksimova V. N. *Interdisciplinary Connections in the Educational Process of the Modern School*. Moscow: Prosveshchenie, 1987. 157 p. (in Russian)

Огольцова Е. Г., Анисимова И. В. Теория интеллекта Ж. Пиаже. *Молодой ученый*, 2022, № 50 (445), с. 491–492. EDN: GPGVJX

Ogoltsova E. G., & Anisimova I. V. Jean Piaget's Theory of Intelligence. *Young Scientist*, 2022, no. 50 (445), pp. 491–492. (in Russian) EDN: GPGVJX

Роберт И. В. *Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологический аспекты)*. Москва: ИИО РАО, 2010. 398 с. EDN: OWYWYI

Robert, I. V. *Theory and Methodology of Education Informatization (Psychological-pedagogical and Technological Aspects)*. Moscow: ИО РАО, 2010. 398 p. (in Russian) EDN: OWYWYI

Роберт И. В., Поляков В. А., Кравцова А. Ю. *Направления фундаментальных и прикладных научных исследований в области информатизации образования*. Москва: ИИО РАО, 2018.

Robert I. V., Polyakov V. A. & A. Yu. Kravtsova. *Directions of Fundamental and Applied Scientific Research in the Field of Education Informatization*. Moscow: ИО РАО, 2018. (in Russian)

Рудина М. А. Межпредметная интеграция физики и математики в 7–9 классах: методический подход к повышению эффективности обучения. *Образование и наука в XXI веке: математика, физика, информатика и технологии в смарт-мире: сборник статей по итогам Всероссийской конференции с международным участием*, под редакцией Е. Г. Дорошенко. Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева, 2025, с. 281–285. EDN: RSFJDQ

Rudina, M. A. Interdisciplinary Integration of Physics and Mathematics in Grades 7–9: A Methodological Approach to Enhancing Learning Effectiveness. *Education and Science in the 21st Century: Mathematics, Physics, Informatics and Technologies in the Smart World*. Proceedings of the All-Russian Conference with International Participation, ed. by E. G. Doroshenko. Krasnoyarsk: Krasnoyarskii gosudarstvennyi pedagogicheskii universitet im. V P Astafeva, 2025, pp. 281–285. (in Russian) EDN: RSFJDQ

Тесленко В.И., Богомаз И.В. Концептуально-дидактические основы управления развитием мышления студентов в условиях существования искусственного интеллекта. *Человеческий капитал*, 2025, № 7 (199), с. 186–202. <https://doi.org/10.25629/HC.2025.07.18>; EDN: GCJQGY

Teslenko V. I., & Bogomaz I. V. Conceptual and Didactic Foundations of Managing the Development of Student Thinking in the Context of Artificial Intelligence. *Human Capital*, 2025, no. 7 (199), pp. 186–202. (in Russian) <https://doi.org/10.25629/HC.2025.07.18>; EDN: GCJQGY

Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования. URL: <https://fgos.ru/> (дата обращения: 22.10.2024).

Federal State Educational Standard for Basic General Education. URL: <https://fgos.ru/> (accessed: 22.10.2024). (in Russian)

Selwyn N. *Should Robots Replace Teachers? AI and the Future of Education*. Cambridge: Polity Press, 2019. 160 p.

Сведения об авторе

Ирина Владимировна Богомаз – доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, профессор, <https://orcid.org/0009-0008-5962-3014>, SPIN-код: 8227-5391, i_bogomaz@mail.ru, Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева (89, ул. А. Лебедевой, 660049 Красноярск, Россия); **Irina V. Bogomaz** – Doctor of Pedagogical Sciences, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Professor, <https://orcid.org/0009-0008-5962-3014>, SPIN-code: 8227-5391, i_bogomaz@mail.ru, V.P. Astafiev Krasnoyarsk State Pedagogical University (89, ul. A. Lebedevoy, 660049 Krasnoyarsk, Russia).

Статья поступила в редакцию – 23.12.2025; одобрена после рецензирования – 12.01.2026; принята к публикации – 27.01.2026.

The article was submitted – 23.12.2025; approved after reviewing – 12.01.2026; accepted for publication – 27.01.2026.

Пространство педагогических исследований. 2026, т. 3, № 1, с. 45–64.
Education Research Environment, 2026, vol. 3, no. 1, pp. 45–64.

Научная статья
УДК 372.851+512
<https://elibrary.ru/rizhnq>
<https://doi.org/10.23859/3034-1760.2026.35.17.004>

О методике обучения элементам теории решеток на факультативных занятиях по математике в школе

Евгений Александрович Перминов

Уральский государственный педагогический университет,
Екатеринбург, Россия
perminov_ea@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8807-2476>



Evgeniy A. Perminov

Ural State Pedagogical University,
Ekaterinburg, Russia
perminov_ea@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8807-2476>

Аннотация. В процессе имеющей место на сегодняшний день алгебраизации математики возрастает роль абстрактной алгебры, широко известной в новейших исследованиях под названиями *современная* и *общая алгебра*, в современных научных исследований. В последние десятилетия сфера ее применения стремительно, охватывая не только математику, но и другие науки: естественные, технические, экономические и др. В них довольно часто используются результаты исследований абстрактной алгебры.

Идеи и методы абстрактной алгебры играют фундаментальную роль в совместных научных разработках исследованиях дискретных и непрерывных математических моделей и составляют математическую основу информатики. Создаваемые на ее базе средства используются в организации и анализе больших объемов данных для научных исследований, в реализации вычислительных процессов в самых различных областях науки и производства. По этой причине те или иные элементы абстрактной алгебры активно внедряются в математическом образовании на всех его уровнях.

Для факультативных занятий по математике в школе опубликованы методические пособия и статьи, посвященные обучению важным элементам абстрактной алгебры из ее классических областей – теории групп, колец и полей. В то же время отсутствуют работы, предназначенные для обучения в школе элементам теории решеток, также являющейся классической областью современной алгебры.

В статье представлена методика внедрения в содержание профильного обучения на факультативных занятиях в школе понятия «решетка» и важных свойств ее элементов. А также – понятий «изоморфные («равные») решетки» и «автоморфизм («симметрия»)

© Перминов Е. А., 2026

© Perminov E. A., 2026

решеток». Они особенно важны для ознакомления и освоения в классах с углубленным изучением математики, физики, химии и некоторых других предметов.

Ключевые слова: математическое образование, школа, профильное обучение, элементы абстрактной алгебры, решетка

Для цитирования: Перминов Е. А. О методике обучения элементам теории решеток на факультативных занятиях по математике в школе. *Пространство педагогических исследований*, 2026, т. 3, № 1, с. 45–64. <https://doi.org/10.23859/3034-1760.2026.35.17.004>; EDN: RIZHNQ

On the Method of Training in the Elements of Lattice Theory in Elective Mathematics Classes at School

Abstract. The continuing algebraization of mathematics has significantly strengthened the position of abstract algebra, commonly described in contemporary scholarship as modern or general algebra, within the structure of current scientific inquiry. In recent decades, its range of applications has expanded well beyond the boundaries of pure mathematics. Concepts and results originating in abstract algebra are now routinely employed in the natural sciences, engineering, economics, and other fields where structural and formal methods are required.

Abstract algebra provides essential conceptual tools for the study of both discrete and continuous models and forms part of the theoretical foundation of computer science. Its structural frameworks support the development of methods for organizing and analyzing large-scale datasets, as well as for implementing computational procedures across a wide spectrum of scientific and industrial contexts. Against this background, the incorporation of algebraic thinking into mathematics education has become not only justified but necessary.

In school practice, particularly within elective mathematics courses, instructional materials have been developed to introduce students to classical areas of abstract algebra, including group theory, ring theory, and field theory. However, lattice theory—despite its established status as a classical branch of modern algebra—remains largely absent from secondary-level curricula and from methodological research devoted to advanced school instruction.

This article outlines an approach to integrating the concept of a lattice and the key properties of its elements into specialized upper-secondary mathematics courses delivered in elective format. The discussion further includes the notions of isomorphic lattices and lattice automorphisms, interpreted in terms accessible to school students. These topics are especially relevant for programs with an advanced focus on mathematics, physics, chemistry, and related disciplines, where structural reasoning and abstract modeling play a central role.

Keywords: mathematics education, secondary schooling, specialized mathematics instruction, abstract algebra, lattice theory

For citation: Perminov E. A. On the Method of Training in the Elements of Lattice Theory in Elective Mathematics Classes at School. *Education Research Environment*, 2025, vol. 3, no. 1, pp. 45–64. (in Russian) <https://doi.org/10.23859/3034-1760.2026.35.17.004>; EDN: RIZHNQ

Введение

Как отмечается в математической энциклопедии¹, роль абстрактной алгебры (известной также под названием *современной* или *общей алгебры*) в математике «исключительно велика, и существует объективная тенденция к ее дальнейшей “алгебраизации”». В последние десятилетия сфера ее применения расширяется «столь стремительно, что иногда поговаривают об “алгебраической чуме”, охватившей не только математику, но и другие науки»². Например, зародившаяся еще в XIX в. в работах великого математика Э. Галуа, теория групп как классическая область абстрактной алгебры стала основой описания симметрии в науке и природе, и поэтому ее язык пронизывает исследования в физике химии и даже в искусстве³. Нам представляется весьма важным факт, отмеченный в монографии крупного математика Г. Биргофа⁴, – установление фундаментальной связи теории решеток как отличной классической области абстрактной алгебры «с самыми разными разделами математики и других естественных наук. Здесь и геометрия, и теория групп, и функциональный анализ, и теоретическая физика, и теория вероятностей»⁵.

Как показывает проведенный нами ранее анализ трудов выдающихся ученых в сфере информатики (В. М. Глушкова, А. П. Ершова и др.)⁶, в процессе внедрения элементов абстрактной алгебры в профильное обучение математике в школе важно исходить из того, что ее язык является основой формирования теории формальных языков алгоритмизации и программирования, породивших лавинообразное распространение Информационных технологий (ИТ). Этим обуславливается фундаментализация профильного обучения школьников алгоритмизации и программированию с целью их подготовки к грамотному использованию искусственного интеллекта, нейросетей и т. д.

В нашей работе «О методологии отражения элементов современной алгебры в содержании математической и методической подготовки будущих учителей

¹ Математическая энциклопедия: в 5 т. / под редакцией И. М. Виноградова. Т. 1 (А–Г). Москва: Советская энциклопедия, 1979. 1152 стб.

² Фрид Э. Элементарное введение в абстрактную алгебру. Москва: Мир, 1979. С. 7.

³ Вейль Г. Симметрия. Москва: Наука, 1968. 190 с.; Волошинов А. В. Математика и искусство: Книга для тех, кто не только любит математику или искусство, но и желает задуматься о природе прекрасного и красоте науки. Москва: Просвещение, 2000. 399 с.

⁴ Биргоф Г. Теория решеток. Москва: Наука, 1984. 568 с.

⁵ Там же. С. 7.

⁶ Перминов Е. А. Методическая система обучения дискретной математике студентов педагогических направлений. Екатеринбург: Издательство Российского государственного профессионально-педагогического университета, 2015. 268 с.

лей»¹ в результате анализа роли абстрактной алгебры в естественных, технических, экономических и некоторых других науках, устанавливается важность влияния ее элементов на содержание математической и методической подготовки будущих учителей. Там же обосновывается необходимость внедрения абстрактной алгебры в профильное обучение математике и информатике в школе.

Кроме того, в указанной статье формулируется вывод о том, что в развитии абстрактного мышления учащихся следует отойти от длившейся многие тысячелетия традиции именованных натуральных чисел (эпохи «мамонтов»). На основе понятий абстрактной алгебры метапредметного характера необходимо формировать методические умения будущих учителей демонстрировать учащимся сильные их восприятию компоненты и особенности «нечисловой» математики»², а именно – элементы «нечисловой» математики из абстрактной алгебры, позволяющие уйти от изучения «довлеющих рекомендаций работать с установленным инструкторным материалом»³. Очевидно, что на сегодняшний день в изучении довлеют свойства чисел и «инструкции» по тождественному преобразованию привычных алгебраических выражений. Поэтому учащимся покажется удивительным, например, что может быть $a + a = a$ ($ava = a$) при изучении такого наглядного понятия нечисловой математики, как решетка, или $2 \cdot 3 = 1$ в процессе освоения «новой арифметики» пятиэлементного поля. Отметим также, что «нечисловые» элементы абстрактной алгебры особенно важны в развитии абстрактного мышления.

Еще в 1935 г. в своем докладе на совещании преподавателей математики академик П. С. Александров выступал за внедрение в школьную математику теоретико-множественного метода и ряда идей абстрактной алгебры, утверждая, что «на простом и элементарном материале можно учить большим математическим идеям». При этом «с учетом мнения ведущих математиков в нашей стране знакомство школьников с понятием группы в явном виде было ограничено рамками факультативов»⁴.

¹ Перминов Е. А. О методологии отражения элементов современной алгебры в содержании математической и методической подготовки будущих учителей // Вестник Вятского государственного гуманитарного университета. 2014. № 8. С. 115–120.

² Перминов Е. А. О методологии отражения элементов современной алгебры в содержании математической и методической подготовки будущих учителей // Вестник Вятского государственного гуманитарного университета. 2014. № 8. С. 118.

³ Красовский Н. Н. Математическое моделирование в школе // Известия Уральского государственного университета. 1995. № 4. С. 12–24.

⁴ Тестов В. А. О формировании понятия группы // Математический вестник педвузов и университетов Волго-Вятского региона: периодический межвузовский сборник научно-методических работ. Вып. 7 / под редакцией Е. М. Вечтомова. Киров: Издательство ВятГГУ, 2005. С. 168.

Проводимый в статье обзор методической и популярной литературы по математике для внеклассной работы в школе показывает, что уже разработана методика изучения ставших в цифровую эру общеобразовательными понятиями из классических областей абстрактной алгебры, каковыми являются, например, ключевые понятия теории групп, колец и полей.

Разработка методики обучения элементам абстрактной алгебры в школе была начата еще в 80–90-е годы прошлого века известными математиками и методистами. Так, в издании «Дополнительные главы по курсу математики. Учебное пособие по факультативному курсу для учащихся 9 классов»¹ изложена методика важного для изучения этих элементов раздела «Множества и операции над ними». Далее, в работе «Факультативный курс. Избранные вопросы математики. Для учащихся 9 классов»² представлена методика дальнейшего изучения элементов абстрактной алгебры на основе раздела «Бинарные отношения и соответствия». В свою очередь, в пособиях И. Н. Антипова, Н. Я. Виленкина и др.³; Л. А. Калужнина и В. А. Суцанского⁴ изложена методика наглядного изучения на факультативных занятиях понятия «группы» на основе свойств симметрий плоских фигур и групп их геометрических преобразований.

Отметим и первую книгу В. В. Деменчука⁵, предназначенную для обучения в школе элементам теории полугрупп, играющей фундаментальную роль в теории формальных языков⁶ как основе разработки языков программирования. Также считаем важным упомянуть о сборнике задач по алгебре и теории чисел В. В. Алфутовой, А. В. Устинова⁷, в котором есть раздел о кольце сравнений (арифметике остатков), важном в кодировании информации и криптографии.

Принимая во внимание вышесказанное, подчеркнем, что в методической литературе для школы отсутствуют работы о методике обучения элементам

¹ Дополнительные главы по курсу математики. Учебное пособие по факультативному курсу для учащихся 9 классов / составитель П. В. Стратилатов. Москва: Просвещение, 1974. 142 с.

² Антипов И. Н., Виленкин Н. Я. и др. Факультативный курс. Избранные вопросы математики. Для учащихся 9 классов / составитель П. В. Стратилатов. Москва: Просвещение, 1979. 191 с.

³ Антипов И. Н., Виленкин Н. Я. и др. Факультативный курс. Избранные вопросы математики. Для учащихся 7–8 кл. Москва: Просвещение, 1978. 192 с.

⁴ Калужнин Л. А., Суцанский В. А. Преобразования и перестановки. Москва: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1974. 117 с.

⁵ Деменчук В. В. На пороге алгебры. Минск: Вышэйшая школа, 1987. 144 с.

⁶ Перминов Е. А. О методике обучения дисциплине «Элементы теории формальных языков» будущих инженеров // Пространство педагогических исследований. 2024. Т. 1, № 4. С. 34–52.

⁷ Алфутова В. В., Устинов А. В. Алгебра и теория чисел. Сборник задач для математических школ. Москва: ИЦНМО, 2005. 320 с.

теории решеток (как уже ранее отмечено), также являющейся классической областью абстрактной алгебры. Уточним, что порядковые структуры теории решеток лежат в основе исследования порядка и хаоса в сложных системах различных наук и в природе. В связи с этим отметим, что в исследовании порядка и хаоса фундаментальную роль играет теория фракталов, в которой особо важны «многочисленные аналоги “решеточных” фракталов, конструируемых на основе понятий, методов и алгоритмов теории решеток»¹.

Подчеркнем, что элементы теории решеток служат определяющим фактором формирования у студентов и школьников *нелинейного* мышления, представляющего собой «антипод» линейного. «Линейное одномерное мышление наиболее присуще мышлению людей с древних времен в результате широкого использования в повседневной жизни линейного порядка (сравнения чисел по величине) из множества натуральных чисел. Линейное мышление до сих пор доминирует как в умах людей, так и в ряде областей науки и является принципиально недостаточным, и даже опасным»².

Как следует из вышеизложенного, представляется актуальной **цель** статьи, заключающаяся в разработке некоторых важных аспектов методики профильного обучения элементам теории решеток на факультативных занятиях по математике в классах с углубленным изучением математики, физики, химии и некоторых других предметов, в том числе относящихся к сфере искусства.

В процессе реализации цели статьи особую важность приобретает роль принципов развивающего обучения и преемственности в обучении математике между школой и вузом.

Ниже представим характеристику особенностей методики обучения решению исследовательских задач на ключевые понятия теории решеток и их свойств, способствующих пропедевтике формирования у школьников элементов нелинейного мышления.

Результаты исследования могут послужить основой для дальнейшей разработки методики профильного обучения элементам теории решеток в школе, а также для подготовки учащихся к конкурсам рефератов по темам, связанным с использованием тех или иных элементов абстрактной алгебры.

¹ Перминов Е. А. О роли дискретной математики в изучении понятий хаоса, порядка и фрактала в вузах // Материалы XVI Колмогоровских чтений: 3-я Международная научно-методическая конференция (Кострома, 7–9 декабря 2021 г.) / под редакцией В. В. Секованова. Кострома: Костромской государственный университет, 2021. С. 37–42.

² Тестов В. А., Перминов Е. А. Трансдисциплинарная роль физико-математических дисциплин в современном естественнонаучном и инженерном образовании // Образование и наука. 2023. Т. 25, № 7. С. 30.

Основная часть

Анализ учебных пособий, посвященных теории решеток и предназначенных для студентов вузов, показывает, что определение решетки как частично упорядоченного множества трудно для восприятия школьников. По этой причине, опираясь на учение В. В. Давыдова, можно утверждать, что в методике обучения элементам теории решеток ведущую роль играет реализация следующих принципов: принципа понятийного подхода к содержанию обучения и принципа опоры на поисковую активность школьников при решении упражнений¹.

В разработке указанной методики используется краткая схема формирования представлений школьников о понятиях изоморфизма и автоморфизма графов и решеток², а также применяется методика изучения понятия обыкновенного графа и его свойств и наглядные изображения вершин и ребер графов³.

Отметим, что рассматриваемые далее решетки являются *конечными*, т. е. имеющими только конечное число элементов.

Методика изучения понятия решетки и ее основных элементов

Анализ учебных пособий по исследуемой нами тематике позволил утверждать, что школьникам весьма сложно дается усвоение понятия «решетка».

С целью повышения эффективности обучения в самом начале следует напомнить, что еще в древние времена у людей возникала необходимость *сравнивать* в первую очередь именованные, а потом натуральные числа по величине и различные предметы по их размерам, форме или другим важным параметрам.

Существующий порядок на множестве натуральных и других чисел удобно стало изображать на прямой, называя ее *числовой*. Так, впервые возникло важное представление о существовании взаимно-однозначного соответствия между числами и точками числовой прямой. При этом *линейно упорядоченным* множеством стали называть любое подмножество множества натуральных чисел, сравниваемых между собой по величине.

Такое наименование оправдано, поскольку эти натуральные числа можно упорядочить, изображая их точками прямой. В качестве примера приведем порядок на множестве матрешек; среди учащихся по возрасту, по росту, по фами-

¹ Давыдов В. В. Виды обобщения в обучении. Москва: Педагогическое общество России, 2000. 480 с.

² Перминов Е. А. О развивающем обучении в формировании представлений о понятиях изоморфизма и автоморфизма графов и решеток // Математика в современном мире: материалы II Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 160-летию видного российского математика Д. А. Граве (Вологда, 19–23 сентября 2023 г.) / под редакцией В. А. Тестова, Н. В. Масловой. Вологда: ВоГУ, 2023. 190.

³ Перминов Е. А. Дискретная математика: учебное пособие для 8–9-х классов средней общеобразовательной школы. Екатеринбург: ИРРО, 2004. 206 с.

лии в классном журнале; на множестве нот и т. д. Все эти множества также являются линейно упорядоченными.

Однако далеко не все множества предметов можно назвать линейно упорядоченными, поскольку их элементы нельзя сравнивать между собой с помощью числовой прямой. Например, множество прямоугольников, сопоставляемых между собой по длине и ширине. Их можно сравнить лишь по величине площади, а не по форме, определяя, какой из них можно изобразить внутри другого прямоугольника заранее заданного размера, а какой – нельзя.

Множество воинских званий соотносится по принципу подчинения. Иными словами, установить, у кого звание *выше*, у кого – *ниже* можно только с помощью ребер графа (см. рис. 1). В представленном множестве, уже не являющемся линейно упорядоченным, буквами К, Л₁, Л₂ и Р обозначены соответственно звания капитана, двух лейтенантов и рядового.

Нижний конец каждого ребра маркирует подчиненного, верхний – его непосредственного начальника. Лейтенанты друг другу не подчиняются, поэтому точки, их изображающие, не соединены ребром.

На рис. 2 изображен граф, в котором вершины обозначают членов коллектива служащих. При этом верхний и нижний концы каждого ребра показывают, кто кому подчиняется, т. е. *выше* или *ниже* по должности (нижний конец каждого ребра – подчиненный, верхний – начальник). Так, вершины *a* и *b* обозначают подчиненных непосредственного начальника *c*. При этом 1 в верхней части графа отмечен главный начальник всех других членов коллектива.

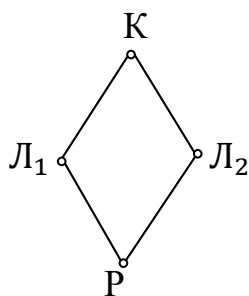


Рис. 1

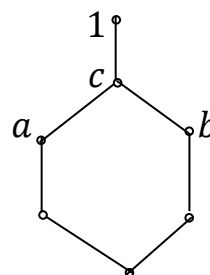


Рис. 2

Далее рассматриваются специально подобранные графы с небольшим числом вершин, у каждого из которых любое ребро можно изобразить в виде отрезка так, что одна вершина этого ребра находится *выше* другой вершины (см. рис. 2). При этом ребро, соединяющее, например, вершины *a* и *b*, может быть изображено по-разному (см. рис. 3).

Введем обозначение $a > b$, если вершина *a* расположена выше вершины *b*.

На рис. 4 ребро изображено неправильно – горизонтальной линией, и поэтому невозможно понять, какая из вершин *a* или *d* *выше* или *ниже* другой. Но

главное, все эти графы следует подобрать таким образом, чтобы в результате на рисунках они предстали как изображения (диаграммы) частично упорядоченных множеств¹ (см. такие диаграммы на рис. 1–2). Кроме того, целесообразно также сразу предусмотреть изображения графов, являющиеся диаграммами решеток.

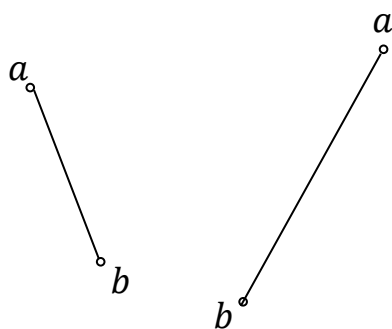


Рис. 3

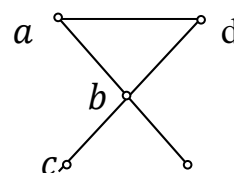


Рис. 4

Как уже зафиксировано, для каждого ребра такого графа одна из его вершин на изображении находится *выше* или *ниже* другой. При этом ребро, соединяющее, например, вершины a и b , может быть представлено по-разному (см. рис. 3). Как видно, вершина a расположена выше вершины b , что будем обозначать как $a > b$.

Очевидно, что если $a > b$ и одновременно $b > c$, то вершина a находится на изображении графа *выше* вершины c (см. рис. 4). В данном случае дополнить граф ребром, соединяющим вершины a и c и показывающим это на рисунке, очевидно, не нужно.

Здесь мы поступили по аналогии с числами на прямой, сравниваемыми уже по величине (меньше – больше): взяли на числовой прямой натуральные числа a , b и c , удовлетворяющие неравенству $a > b > c$. В этом случае понятно, что $a > c$ без обозначения какой-либо линией, проведенной от a к c .

Замечание. Таким же образом поступим, если между вершинами графа a и c в цепи их соединяющей имеется не одна, а больше вершин, находящихся *ниже* a , но *выше* c (например, если есть три вершины d_1 , d_2 , и d_3 , (см. рис. 5)).

При отсутствии вершины x , отвечающей условию $b > x > a$, вершина b называется *покрытием* элемента a , что обозначим как $a > b$. Например, на рис. 5 вершина d_3 является покрытием вершины c .

Определение 1. Вершины a и b называются *сравнимыми*, если $a > b$.

Иными словами, они являются началом и концом цепи графа, в изображении которого a находится выше b . Если в графе такой цепи не существует, то вершины a и b именуется *несравнимыми*.

¹ Биркгоф Г. Теория решеток. Москва: Наука, 1984. 568 с.

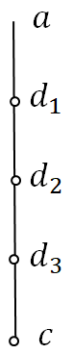


Рис. 5

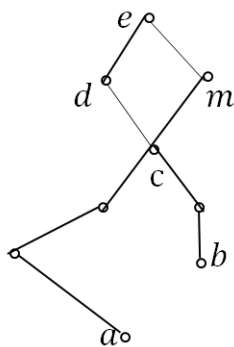


Рис. 6

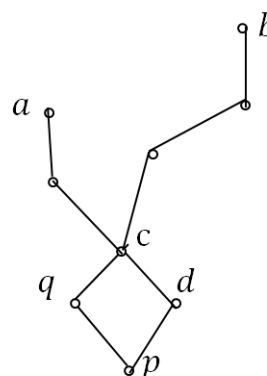


Рис. 7

Например, в графе, представленном на рис. 6, имеются несравнимые вершины a и b , поскольку отсутствует цепь.

Далее для определения понятия решетки на упорядоченном таким образом множестве вершин графа наглядно определяются операции нахождения точной верхней и нижней граней вершин графа. Однако в силу необычности и сложности восприятия этих терминов теории решеток предпочтительнее использовать привычные для школьников понятия и определения.

Так, операцию нахождения точной верхней грани двух вершин a и b назовем **суммой** этих вершин и обозначим $a + b$. В свою очередь, операцию нахождения точной нижней грани двух вершин a и b лучше назвать **умножением**, а результат – **произведением** этих вершин a и b .

Определим правила выполнения указанных операций.

1. Начнем с нахождения суммы $a + b$ и произведения $a \cdot b$ **сравнимых** вершин a и b .

Определение 2. Пусть произвольные вершины a и b являются **сравнимыми**, причем $a > b$. Тогда $a + b = a$ и $a \cdot b = b$.

Иными словами, сумма равна вершине, которая на изображении графа расположена выше, а произведение – той, что ниже.

Произведение вершины самой на себя определим так: $a \cdot a = a$.

Сумму вершины представим как: $a + a = a$.

На рис. 6 видим, что $c \cdot a = a$ и $c \cdot b = b$.

2. Дадим определения суммы $a + b$ и произведения $a \cdot b$ **несравнимых** вершин a и b .

Определение 3. Рассмотрим множество M всех элементов данного графа, каждый из которых находится **выше** вершины a и вершины b одновременно. Затем в этом множестве M необходимо найти вершину, которая **ниже** всех дру-

гих вершин этого множества. Если такая вершина имеется, то она называется *суммой* $a + b$ вершин a и b .

Например, в графе, представленном на рис. 6, находим такое множество $M = \{c, d, e, t\}$. В M существует вершина c , расположенная ниже всех других вершин d, e, t этого множества, следовательно, $a + b = c$.

Дадим определение *произведения* $a \cdot b$ *несравнимых* вершин a и b .

3. *Определение 4.* Рассмотрим множество M всех элементов данного графа, каждый из которых находится *ниже* вершины a и вершины b одновременно. Затем в этом множестве необходимо найти вершину, расположенную *выше* всех других вершин этого множества M . Если такая вершина имеется, то она называется *произведением* $a \cdot b$ вершин a и b .

Например, в графе, представленном на рис. 7, находим такое множество $M = \{c, d, p, q\}$. В M существует вершина c , которая выше всех других вершин d, p, q этого множества, следовательно, $a \cdot b = c$.

Определение 5. *Решеткой* называется граф, в котором для любых двух его вершин a и b существует их сумма $a + b$ и произведение $a \cdot b$.

В отличие от линейно упорядоченного множества чисел на числовой прямой такие графы в теории решеток называют *частично упорядоченными множествами* (ч.у.м.).

Напомним, что все рассматриваемые в статье решетки являются *конечными*.

Далее учащимся предлагается выяснить, почему частично упорядоченные множества, приведенные на рис. 8–11, не считаются решетками.

Выясним, например, почему ч.у.м. A , представленное в виде диаграммы на рис. 11, не является решеткой. Для этого рассмотрим его элементы a и b .

Согласно определению суммы $a + b = c$ вершин a и b , необходимо найти сначала множество M , в котором все вершины графа находятся выше a и b одновременно. Далее среди всех других вершин этого множества M должна обнаружиться вершина c , расположенная ниже всех других его вершин. На первый взгляд таким является множество $L = \{x, y, z, u\}$, однако в нем среди вершин нет такой вершины c , значит, сумма $a + b$ не существует.

Определение 6. Наглядное изображение решетки в виде графа в теории решеток называется *диаграммой* решетки. При этом в решетке все вершины графа называют элементами решетки.

Понятие изоморфных (равных) решеток. Изоморфизм (равенство) двух решеток определяется на основе взаимно-однозначного соответствия между элементами решеток, при этом элемент, соответствующий элементу a , обозначается как элемент a' .

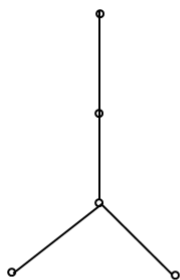


Рис. 8

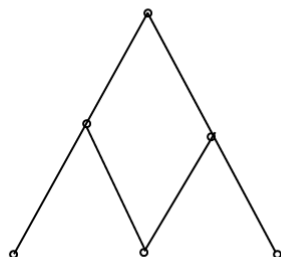


Рис. 9

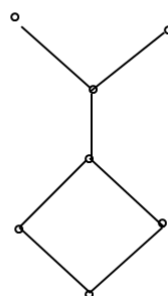


Рис. 10

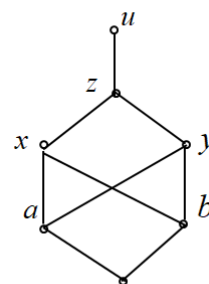


Рис. 11 ч.у.м А

Определение 7. Взаимно-однозначное соответствие между элементами этих решеток называется **изоморфизмом**, если выполняются следующие условия:

- 1) сумме $a + b$ элементов a и b одной решетки соответствует элемент $(a + b)'$ другой решетки, равный $a' + b'$ (кратко: $(a + b)' = a' + b'$);
- 2) произведению $a \cdot b$ элементов a и b одной решетки соответствует элемент $(a \cdot b)'$ другой решетки, равный $a' \cdot b'$ (кратко: $(a \cdot b)' = a' \cdot b'$).

Примеры диаграмм трех равных решеток приведены на рис. 12–14. Взаимно-однозначное соответствие между элементами указанных решеток устанавливается с помощью стрелки \rightarrow :

$$u \rightarrow u', \quad a \rightarrow a', \quad b \rightarrow b', \quad c \rightarrow c', \quad d \rightarrow d', \quad e \rightarrow e'.$$

Тогда, например,

$$(a + b)' = a' + b' = a + b = d, \text{ т. е. } (a + b)' = d;$$

$$(a \cdot b)' = a' \cdot b' = a \cdot b = u, \text{ т. е. } (a \cdot b)' = u.$$

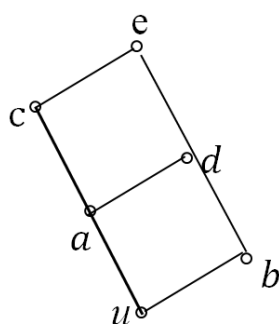


Рис. 12

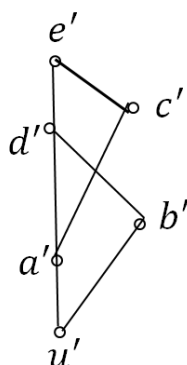


Рис. 13

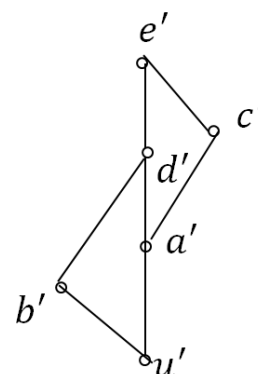


Рис. 14

Следует пояснить, что равные решетки, как и вершины равных треугольников, могут отличаться расположением своих элементов на диаграмме и их обо-

значениями. При этом в теории решеток равные решетки не различаются между собой и считаются одной и той же решеткой.

Отметим, что определение изоморфизма с помощью общепринятого в абстрактной алгебре отображения φ элементов одной решетки в другую вызывает большие затруднения у учащихся.

Определение 8. Автоморфизмом решетки называется взаимно-однозначное соответствие между элементами этой же решетки, удовлетворяющими условиям 1 и 2 из определения изоморфизма.

Например, легко проверить, что автоморфизмом решетки, представленной на рис. 12, является следующее взаимно-однозначное соответствие между ее элементами:

$$u \rightarrow u, a \rightarrow b, b \rightarrow a, c \rightarrow d, d \rightarrow c, e \rightarrow e.$$

Отметим, что организуется и поисковая деятельность учащихся в решении задачи о нахождении всех n -элементных решеток при $n \leq 4$. Для этого необходимы следующие понятия.

Определение 9. Если не существует элемент x , отвечающий условию $b > x > a$, то элемент b называется *покрытием* элемента или *покрывающим* этот элемент a .

Определение 10. Множество элементов решетки называется *цепью*, если любые два элемента этого множества являются сравнимыми.

Из определения операций суммы и произведения элементов решетки следует, что существует только одна одноэлементная решетка с элементом a , для которого $a + a = a$ и $a \cdot a = a$. Эта решетка изображена точкой a на рис. 15.

Согласно определению этих операций, существует только одна двухэлементная решетка со сравнимыми элементами (вершинами графа) a и b , для которых $a + b = b$, и $a \cdot b = a$ (см. рис. 16). Очевидно, что имеют место две решетки, трехэлементная и четырехэлементная, не имеющие несравнимых элементов и поэтому являющиеся цепью (см. рис. 17).

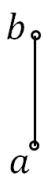
Из определения операций на решетке с несравнимыми элементами следует, что в четырехэлементной решетке может быть только два несравнимых элемента a и b , для которых $a + b = c$ и $a \cdot b = d$ (см. рис. 18).

Для дальнейшей поисковой деятельности также необходимо ввести ряд определений.



a

Рис. 15



b
 a

Рис. 16

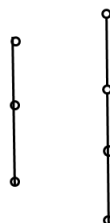
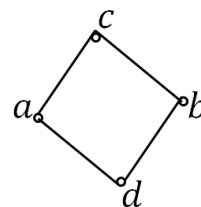


Рис. 17

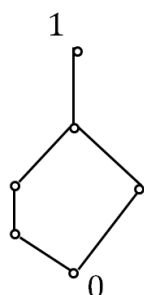


c
 a b
 d

Рис. 18

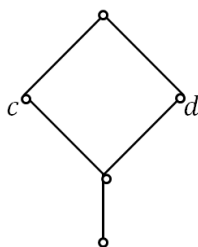
Определение 11. Цепь в решетке называется *максимальной*, если в этой решетке не существует цепи с большим количеством элементов.

Очевидно, в решетке, представленной на рис. 19, имеется одна максимальная цепь с пятью элементами.



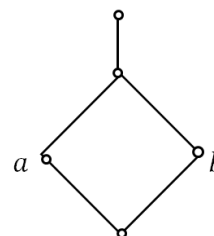
1
0

Рис. 19



c d

Рис. 20



a b

Рис. 21

Определение 12. Элемент решетки называется *наименьшим* элементом этой решетки, если он меньше любого другого элемента этой решетки и обозначается символом 0 (см. 0 на рис. 19).

Предположим, что в решетке существуют два наименьших элемента a и b . Так как a – наименьший элемент, то $a < b$. Аналогично рассуждая, получаем, что $b < a$. Обнаружили противоречие. Следовательно, в решетке существует единственный наименьший элемент.

Определение 13. Элемент решетки называется *наибольшим* элементом этой решетки, если он больше любого другого ее элемента и обозначается символом 1 (см. рис. 19). Аналогично доказывается, что в решетке есть единственный наибольший элемент.

Определение 14. Элемент решетки называется ее *атомом*, если он покрывает наименьший элемент – нуль (0).

Определение 15. Если единица решетки 1 покрывает какой-то элемент, то он называется *коатомом* решетки.

В решетке, представленной на рис. 21, элементы a и b – атомы, на рис. 20 – элементы c и d – коатомы.

Пусть на одном и том же множестве определены две решетки A и B .

Определение 16. Пусть даны два произвольных элемента a и b решетки A . Решетка B называется *двойственной* решетке A , если она получена из решетки A заменой неравенства $a \geq b$ в решетке A на неравенство $b \geq a$ в решетке B .

На рис. 22–23 приведены диаграммы двойственных решеток с элементами a и b .

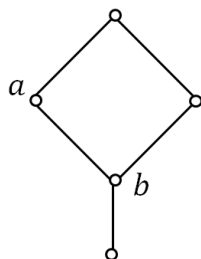


Рис. 22

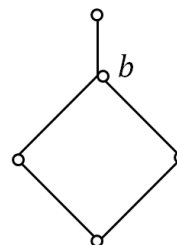


Рис. 23

Итак, даны все необходимые определения для решения следующей задачи
Задача 1. Найти все – элементные решетки при $n \leq 6$.

При нахождении указанных решеток сначала учитывается число их атомов и коатомов, затем – число максимальных цепей и то, какие решетки являются двойственными друг другу.

На рис. 24 приведены все диаграммы n -элементных решеток при $n = 5$.

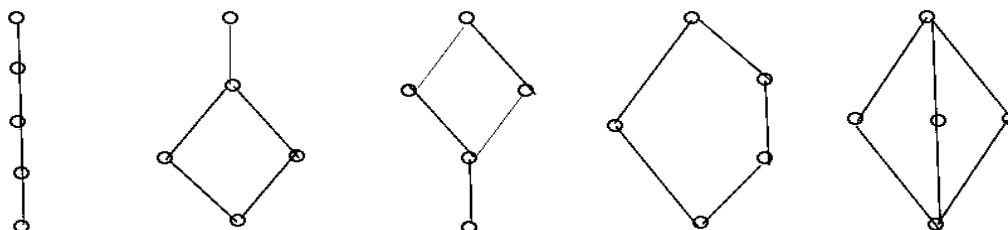


Рис. 24

Отметим, что существует всего 15 шестиэлементных решеток.

Далее можно продолжить обучение элементам теории решеток, основываясь на работе математика Э. Фрида «Элементарное введение в абстрактную алгебру»¹ и учебном пособии Е. А. Перминова² для школы. В частности, следует дать определения решетки как алгебраической структуры, привести таблицы Кэли операций пересечения и объединения на решетке (названных в статье для первоначального обучения *решеточным сложением и умножением*).

¹ Фрид Э. Элементарное введение в абстрактную алгебру. Москва: Мир, 1979. 260 с.

² Перминов Е. А. Дискретная математика: учебное пособие для 8–9-х классов средней общеобразовательной школы. Екатеринбург: ИРПО, 2004. 206 с.

Также целесообразно продолжить поисковую деятельность учащихся, предложив им описание всех n -элементных решеток для $n = 7$ и их автоморфизмов (всего имеется 73 таких решетки). Это создаст предпосылки к их обучению использованию систем компьютерной математики DELFI, GAP и т. д. для дальнейшего изучения абстрактной алгебры на математических и иных направлениях прикладной математики в университетах.

На основе обучения представленным нами элементам теории решеток можно предложить учащимся и другие темы исследований. Например, в монографии Г. Биркгофа поставлена следующая проблема: найти все конечные решетки, для которых каждый автоморфизм соответствующего им графа являлся бы решеточным автоморфизмом¹. В работе Е. А. Перминова² такие решетки названы *диаграммными* и доказано, что каждая конечная решетка может быть вложена в конечную диаграммную решетку.

Задача 2. Найти все диаграммные n -элементные решетки при $n \leq 7$.

В работе Г. Биркгофа по теории решеток и ее основным направлениям³ также выявлен ряд проблем:

- определение сложности конечной решетки как числа пересечений линий на оптимальной диаграмме этой решетки, отмечается необходимость исследования данного понятия;

- в классе решеток \mathfrak{R} установить, для каких натуральных чисел n существует решетка сложности n ?

Поясним, что *оптимальной* называется диаграмма решетки, которая из множества всех различных ее диаграмм содержит наименьшее число пересечений линий.

Задача 3. Для каждого натурального n найти решетку сложности n .

Выводы

В результате анализа научной и методической литературы обоснован тезис о том, что профильное обучение элементам теории решеток имеет фундаментальное значение в процессе освоения математики в классах не только с углубленным изучением математики, но и физики, химии и некоторых других предметов, в том числе в изучении порядка и симметрии объектов в науке, природе и даже в искусстве.

Подтверждается тот факт, что в развитии абстрактного мышления школьников особенно важна роль такой его компоненты, как нелинейное мышление.

¹ Биркгоф Г. Теория решеток. Москва: Наука, 1984. С. 25.

² Перминов Е. А. О диаграммных решетках // ВИНТИ. № 340-85. ДЕП. 1985. 9 с.

³ Биркгоф Г. Теория решеток. Москва: Наука, 1984. 568 с.

Подчеркивается значение полученных результатов исследования: впервые разработана методика внедрения в содержание профильного обучения в школе понятий решетки, максимальной цепи решетки, изоморфизма и автоморфизма решеток, а также некоторых других понятий теории решеток, важных в описании их строения.

Кроме того, отметим важность разработки методики обучения решению исследовательских задач перечисления конечных решеток, анализа решеток с заданными свойствами их групп автоморфизмов (симметрий), в том числе решения трех проблем из известной работы по теории решеток крупного математика Г. Биркгофа.

Литература / References

Алфутова В. В., Устинов А. В. *Алгебра и теория чисел. Сборник задач для математических школ*. Москва: МЦНМО, 2005. 320 с.

Alfutova V. V., & A. V. Ustinov. *Algebra and Number Theory: A Collection of Problems for Mathematics Schools*. Moscow: MCNMO, 2005. 320 p. (in Russian)

Антипов И. Н., Виленкин Н. Я. и др. *Факультативный курс. Избранные вопросы математики. Для учащихся 7–8 классов*. Москва: Просвещение, 1978. 192 с.

Antipov I. N., Vilenkin N. Ya., et al. *Optional Course: Selected Problems in Mathematics: For Students of Grades 7–8*. Moscow: Prosveshchenie, 1978. 192 p. (In Russian)

Биркгоф Г. *Теория решеток*. Москва: Наука, 1984. 568 с.

Birkhoff G. *Lattice Theory*. Moscow: Nauka, 1984. 568 p. (In Russian)

Вейль Г. *Симметрия*. Москва: Наука, 1968. 190 с.

Weyl H. *Symmetry*. Moscow: Nauka, 1968. 190 p. (In Russian)

Волошинов А. В. *Математика и искусство: Книга для тех, кто не только любит математику или искусство, но и желает задуматься о природе прекрасного и красоте науки*. Москва: Просвещение, 2000. 399 с.

Voloshinov A. V. *Mathematics and Art: A Book for Those Who Not Only Like Mathematics or Art but Also Wish to Reflect on the Nature of Beauty and the Beauty of Science*. Moscow: Prosveshchenie, 2000. 399 p. (In Russian)

Давыдов В. В. *Виды обобщения в обучении*. Москва: Педагогическое общество России, 2000. 480 с.

Davydov V. V. *Types of Generalization in Instruction*. Moscow: Pedagogicheskoe obshchestvo Rossii, 2000. 480 p. (In Russian)

Деменчук В. В. *На пороге алгебры*. Минск: Вышэйшая школа, 1987. 144 с.

Demenchuk V. V. *On the Threshold of Algebra*. Minsk: Vysheishaia shkola, 1987. 144 p. (In Russian)

Дополнительные главы по курсу математики: учебное пособие по факультативному курсу для учащихся 9 классов, составитель П. В. Стратилатов. Москва: Просвещение, 1974. 142 с.

Additional Chapters to the Mathematics Course: A Supplementary Textbook for an Optional Course for Grade 9 Students, compiled by P. V. Stratilatov. Moscow: Prosveshchenie, 1974. 142 p. (In Russian)

Калужнин Л. А., Суцанский В. А. *Преобразования и перестановки*. Москва: Наука, 1974. 117 с.

Kaluzhnin L. A., Sushchansky, V. A. *Transformations and Permutations*. Moscow: Nauka, 1974. 117 p. (In Russian)

Красовский Н. Н. Математическое моделирование в школе. *Известия Уральского государственного университета*. 1995, № 4, с. 12–24.

Krasovsky N. N. Mathematical Modeling at School. *Proceedings of the Ural State University*, 1995, no. 4, pp. 12–24. (In Russian)

Математическая энциклопедия: в 5 т., т. 1. (А–Г), под редакцией И. М. Виноградова. Москва: Советская энциклопедия, 1979. 1152 стб.

Mathematical Encyclopedia: in 5 vols., vol. 1 (A–G), edited by I. M. Vinogradov. Moscow: Sovetskaia entsiklopediia, 1979. 1152 cols. (In Russian)

Перминов Е. А. *Дискретная математика: учебное пособие для 8–9-х классов средней общеобразовательной школы*. Екатеринбург: ИРРО, 2004. 206 с.

Perminov E. A. *Discrete Mathematics: A Textbook for Grades 8–9 of Secondary General Education School*. Yekaterinburg: IRRO, 2004. 206 p. (In Russian)

Перминов Е. А. *Методическая система обучения дискретной математике студентов педагогических направлений*. Екатеринбург: Издательство Российского государственного профессионально-педагогического университета, 2015. 256 с.

Perminov E. A. *Methodological System for Teaching Discrete Mathematics to Students of Pedagogical Programs*. Ekaterinburg: Izdatelstvo Rossiiskogo gosudarstvennogo professionalnopedagogicheskogo universiteta, 2015. 256 p. (In Russian)

Перминов Е. А. О диаграммных решетках. *ВИНИТИ*, № 340-85ДЕП, 1985, 9 с.

Perminov E. A. On Diagram Lattices. *VINITI*, no. 340-85DEP, 1985. 9 p. (In Russian)

Перминов Е. А. О методике обучения дисциплине «Элементы теории формальных языков» будущих инженеров. *Пространство педагогических исследований*, 2024, т. 1, № 4, с. 34–52. <https://doi.org/10.23859/3034-1760.2024.93.56.003>; EDN: LAQXIM

Perminov E. A. On Methodology of Teaching “Elements of the Theory of Formal Languages” to Future Engineers. *Education Research Environment*, 2024, vol. 1, no. 4, pp. 34–52. (In Russian) <https://doi.org/10.23859/3034-1760.2024.93.56.003>; EDN: LAQXIM

Перминов Е. А. О методологии отражения элементов современной алгебры в содержании математической и методической подготовки будущих учителей. *Вестник Вятского государственного гуманитарного университета*, 2014, № 8, с. 115–120. EDN: SYACZZ

Perminov E. A. On the Methodology of Reflecting Elements of Modern Algebra in the Content of Mathematical and Methodological Training of Future Teachers. *Bulletin of Vyatka State Humanities University*, 2014, no. 8, pp. 115–120. (In Russian) EDN: SYACZZ

Перминов Е. А. О развивающем обучении в формировании представлений о понятиях изоморфизма и автоморфизма графов и решеток. *Математика в современном мире: материалы II Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 160-летию видного русского математика Д. А. Граве (Вологда, 19–23 сентября 2023 г.)*, под редакцией В. А. Тестова, Н. В. Масловой. Вологда: ВоГУ, 2023, с. 151–155. EDN: DAZXYE

Perminov E. A. On Developmental Instruction in Forming Concepts of Graph and Lattice Isomorphism and Automorphism. In: *Mathematics in the Modern World: Proceedings of the II All-Russian Scientific and Practical Conference Dedicated to the 160th Anniversary of the Prominent Russian Mathematician D. A. Grave (Vologda, September 19–23, 2023)*, edited by V. A. Testov and N. V. Maslova. Vologda: VoGU, 2023, pp. 151–155. (In Russian) EDN: DAZXYE

Перминов Е. А. О роли дискретной математики в изучении понятий хаоса, порядка и фрактала в вузах. *Материалы XVI Колмогоровских чтений: 3-я Международная научно-методическая конференция (Кострома, 7–9 декабря 2021 г.)*, под редакцией В. В. Секованова. Кострома: Костромской государственной университет, 2021, с. 37–42. EDN: YGCYMI

Perminov E. A. On the Role of Discrete Mathematics in the Study of the Concepts of Chaos, Order, and Fractal in Higher Education Institutions. In: *Proceedings of the XVI Kolmogorov Readings: 3rd International Scientific and Methodological Conference (Kostroma, December 7–9, 2021)*, edited by V. V. Sekovanov. Kostroma: Kostromskoi gosudarstvennyi universitet, 2021, pp. 37–42. (In Russian) EDN: YGCYMI

Тестов В. А. О формировании понятия группы. *Математический вестник педвузов и университетов Волго-Вятского региона: периодический межвузовский сборник научно-методических работ*, вып. 7, под редакцией Е. М. Вечтомова. Киров: ВятГГУ, 2005. 276 с.

Testov V. A. On the Formation of the Concept of Group. In: *Mathematical Bulletin of Pedagogical Institutes and Universities of the Volga-Vyatka Region: Periodical Interuniversity Collection of Scientific and Methodological Works*, issue 7, edited by E. M. Vechtomov. Kirov: VyatGGU, 2005. 276 p. (In Russian)

Тестов В. А., Перминов Е. А. Трансдисциплинарная роль физико-математических дисциплин в современном естественнонаучном и инженерном образовании. *Образование и наука*, 2023, т. 25, № 7, с. 14–43. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2023-7-14-43>; EDN: ZJHRWV

Testov V. A., Perminov E. A. Transdisciplinary Role of Physical and Mathematical Disciplines in Contemporary Natural Science and Engineering Education. *Education and Science*, 2023, vol. 25, no. 7, pp. 14–43. (In Russian) <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2023-7-14-43>; EDN: ZJHRWV

Антипов И. Н., Виленкин Н. Я. и др. *Факультативный курс. Избранные вопросы математики. Для учащихся 9 классов*. Москва: Просвещение, 1979. 191 с.

Antipov I. N., Vilenkin, N. Ya., et al. *Optional Course: Selected Problems in Mathematics: For Grade 9 Students*. Moscow: Prosveshchenie, 1979. 191 p. (In Russian)

Фрид Э. *Элементарное введение в абстрактную алгебру*. Москва: Мир, 1979. 260 с.

Fried E. *An Elementary Introduction to Abstract Algebra*. Moscow: Mir, 1979. 260 p. (In Russian)

Информация об авторе

Евгений Александрович Перминов – доктор педагогических наук, доцент, perminov_ea@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8807-2476>, профессор кафедры математических и естественнонаучных дисциплин Уральского государственного педагогического университета (д. 26, пр. Космонавтов, 620091 Екатеринбург, Россия); **Evgeniy A. Perminov** – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, perminov_ea@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8807-2476>, Professor of the Department of Mathematical and Natural Sciences, Ural State Pedagogical University (26, pr. Kosmonavtov, 620091 Ekaterinburg, Russia).

Статья поступила в редакцию – 12.01.2026; одобрена после рецензирования – 26.01.2026; принята к публикации – 06.02.2026.

The article was submitted – 12.01.2026; approved after reviewing – 26.01.2026; accepted for publication – 06.02.2026.

Пространство педагогических исследований, 2026, т. 3, № 1, с. 65–76.
Education Research Environment, 2026, vol. 3, no. 1, pp. 65–76.

Научная статья¹

УДК 37.012.5

<https://elibrary.ru/vxslpk>

<https://doi.org/10.23859/3034-1760.2026.42.31.005>

Сравнительный анализ даосского подхода и западных моделей цифрового образования

Наталья Викторовна Софронова

Чувашское региональное отделение
Академии информатизации образования,
Чебоксары, Россия

n_sofr@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5985-1879>

Natalia V. Sofronova

Chuvash Regional Branch
of the Academy of Informatization of Education,
Cheboksary, Russia

n_sofr@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5985-1879>



Аннотация. На основе анализа работ, размещенных на платформах crossref.org и scopus, автор приходит к выводу, что наиболее перспективной представляется гибридная образовательная модель, сочетающая технологическую эффективность Запада с гуманистическими принципами Дао. Для ее реализации формулированы рекомендации: внедрять элементы осознанности и рефлексии в западные цифровые платформы; использовать технологии адаптивного обучения, но с учетом индивидуальных психологических особенностей учащихся (по даосской традиции). Даосский подход предлагает важный баланс, способный смягчить технократические перегибы западного образования, делая цифровое обучение более гармоничным и человекоориентированным. В статье проводится сравнительный анализ западных моделей цифрового образования и подхода, основанного на принципах даосизма. Автор отмечает, что западные модели, ориентированные на технологическую эффективность, стандартизацию и масштабируемость (например, массовые открытые онлайн-курсы и адаптивные системы на базе ИИ), часто сопряжены с рисками обезличенности обучения, цифровой перегрузки и поверхностного усвоения знаний. В противоположность этому даосский подход, укорененный в идеях гармонии, естественности и «недеяния» (у-вэй), предлагает рассматривать технологии как вспомогательное средство, подчиненное естественному процессу познания и целостному развитию личности. Его ключевыми элементами являются гибкие образовательные траектории, практики осознанности, рефлексии и учет индивидуальных психоэмоциональных особенностей

¹ © Софронова Н. В., 2026

© Sofronova N. V., 2026

учащихся. На основе анализа базовых философских идей, целей, методологий и критериев успеха двух подходов автор приходит к выводу, что наиболее перспективной является гибридная модель образования. Она призвана объединить технологическую мощь и инновационность западных разработок с гуманистическими, личностно-ориентированными принципами даосской традиции. В качестве практических рекомендаций предлагается обогащать цифровые платформы элементами, способствующими осознанности и рефлексии, а также применять адаптивные технологии с учетом не только когнитивных, но и психологических особенностей обучающихся. Такой синтез позволит смягчить технократические перекосы, сделав цифровое образование более сбалансированным, гармоничным и ориентированным на человека.

Ключевые слова: цифровая трансформация образования, модели цифрового образования, даосизм

Для цитирования: Софронова Н. В. Сравнительный анализ даосского подхода и западных моделей цифрового образования. *Пространство педагогических исследований*, 2025, т. 3, № 1, с. 65–76. <https://doi.org/10.23859/3034-1760.2026.42.31.005>; EDN: VXSLPK

Comparative Analysis of the Taoist Approach and Western Models of Digital Education

Abstract. Drawing upon a systematic review of publications indexed in the Crossref and CNKI databases, the author concludes that the most promising trajectory lies in a hybrid educational model that integrates Western technological efficiency with the humanistic principles of Taoist philosophy. The study formulates a set of recommendations, including the integration of mindfulness and reflective practices into Western digital platforms, as well as the application of adaptive learning technologies with due consideration of learners' individual psychological characteristics, consistent with the Taoist tradition. The Taoist approach offers an important balance that can mitigate the technocratic excesses of Western education, making digital learning more harmonious and human-centered. The paper provides a comparative analysis of Western models of digital education and an approach based on Taoist principles. The author notes that Western models focused on technological efficiency, standardization, and scalability (e.g., massive open online courses and adaptive AI-based systems) often run the risk of impersonal learning, digital overload, and superficial knowledge acquisition. In contrast, the Taoist approach, rooted in the ideas of harmony, naturalness, and “non-action” (wu wei), proposes viewing technology as an auxiliary tool, subordinated to the natural process of cognition and holistic personal development. Its key elements include flexible educational trajectories, mindfulness practices, reflection, and consideration of the individual psycho-emotional characteristics of students. Based on an analysis of the philosophical foundations, goals, methodologies and success criteria of the two approaches, the author concludes that a hybrid model is the most promising. It should integrate the technological power and innovation of Western developments with the humanistic, student-centered principles of the Taoist tradition. Practical recommendations include enriching digital platforms with elements that promote mindfulness and reflection, as well as using adaptive technologies that take into account not only the cognitive but also the psychological characteristics of students. Such a synthesis will help mitigate technocratic biases, making digital education more balanced, harmonious, and human-centered.

Keywords: digital transformation of education, models of digital education, Taoism

For citation: Sofronova N.V. Comparative Analysis of the Taoist Approach and Western Models of Digital Education. *Education Research Environment*, 2025, vol. 3, no. 1, pp. 65–76. (in Russian) <https://doi.org/10.23859/3034-1760.2026.42.31.005>; EDN: VXSLPK

Введение

Современное образование переживает цифровую трансформацию, которую современные ученые понимают как «результат системных существенных изменений, произошедших и происходящих в сфере образования (позитивных, негативных), в связи с комплексным преобразованием деятельности участников образовательного процесса при активном и систематическом использовании цифровых технологий и реализации в образовательной практике результатов достижений научно-технического прогресса информационного общества массовой глобальной коммуникации»¹. Подходы к ней значительно различаются в зависимости от культурных и философских традиций. Западные модели делают акцент на технологической эффективности и стандартизации, восточная (даосская) предполагает гармонизацию технологий с естественным развитием личности. В данной работе сравниваются ключевые различия позиций и их влияние на образование.

Основная часть

Под моделью цифрового образования будем понимать подходы, в рамках которых используются цифровые технологии с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, повышения их качества и трансформации методов преподавания и обучения. Такие модели могут применяться на разных ступенях: в школе, в вузе, в системе дополнительного образования, а также в неформальном обучении².

Цифровое образование в зависимости от особенностей взаимодействия между участниками образовательного процесса подразделяются на следующие типы:

- **синхронное обучение** предполагает одновременное участие преподавателя и учащихся в образовательном процессе в режиме реального времени (вебинары и видеоконференции, онлайн-лекции и семинары, виртуальные классы).
- **асинхронное обучение** допускает возможность обучения каждого ученика в удобное для него время, а также предусматривает самостоятельное освоение

¹ Информатизация образования: толковый словарь понятийного аппарата / составители И. В. Роберт, В. А. Касторнова. Москва: АЭО, 2023. С. 110.

² Татаринев К. А., Орлова Е. Г. Модели цифрового обучения // *Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology*. 2020. Т. 9, № 3 (32). С. 204–207.

ние материала и выполнение заданий (записанные видеолекции, электронные учебники и онлайн-библиотеки, форумы и доски обсуждений).

- **смешанное обучение** (blended learning) сочетает элементы традиционного очного и электронного форматов.

Представленные модели имеют место как в западных, так и в восточных странах. Важно их наполнение. На основе анализа ряда работ¹, посвященных исследуемой нами тематике, выделим ключевые концептуальные различия в соответствии со следующими критериями: философской основой, целью образования, ролью технологий, методологией, оценкой успеха, рисками (см. таблицу).

¹ Бельчусов А. А., Софронова Н. В. Цифровизация внеурочной деятельности школьников по информатике. Чебоксары: Чувашский государственный педагогический университет, 2021. 304 с.; 北京数字星源科贸有限公司 [Перемещаемый мультимедийный цифровой класс] // 管理信息系统. 2002. № 03. С. 14–15; “数码”浪潮下的教育变革 [Изменения в образовании в условиях «цифровой» волны] // Education & Social Sciences. 2025. URL: <https://clck.ru/3RskRx> (дата обращения: 20.11.2025); Bećirović S. Fostering multicultural education through digital pedagogy // Digital Pedagogy. Singapore: Springer, 2023. P. 113–122. https://doi.org/10.1007/978-981-99-0444-0_9; Digital strategies in education across OECD countries // OECD Education Working Papers. 2020. <https://doi.org/10.1787/33dd4c26-en>; Journalist education and truth in the digital age: Why we need critical digital literacy // Media and Education in the Digital Age. Concepts, Assessments, Subversions / edited by M. Stocchetti. Berlin: Peter Lang Verlag, 2014. <https://doi.org/10.3726/978-3-653-04437-9>; Li Ruolin. Research on the Application of Tao Xingzhi's Life Education Thought in the 'Morality and Rule of Law Class' in Secondary School: Luoyang Normal University, 2025. <https://doi.org/10.27855/d.cnki.glysf.2025.000047>; Liu Huiyu, Li Jialiang. Exploration of labor education practice for college students based on Tao Xingzhi's "Life is Education" concept. Jiangxi Normal University, 2025. URL: <https://clck.ru/3Rskum> (дата обращения: 20.11.2025); Project Team of Digital Education Fronts. Digital Education Fronts 2025 // Frontiers of Digital Education. 2025. Vol. 2, iss. 31. <https://doi.org/10.1007/s44366-025-0068-5>; Qu Chao. Tao Xingzhi's Critical Education Thought and Its Practical Significance. Master's Thesis. Shandong Normal University, 2011. 57 p.; Thomas M. Digital education: Opportunities, challenges, and responsibilities // Digital Education. New York: Palgrave Macmillan, 2011. P. 1–5. https://doi.org/10.1057/9780230118003_1; Wang Mengchen. The study of ideological and political education contained in the Tao Te Ching [Исследование идеолого-политического воспитания, содержащегося в Дао Дэ Цзине: диссертация]. Ahnui University of Finance & Economics, 2023. <https://doi.org/10.26916/d.cnki.gahcc.2023.000851>; Wang S., Bao J. Education digital transformation // Contemporary Digital Transformation in Chinese Education. London: Routledge, 2025. <https://doi.org/10.4324/9781003648376-2>

Таблица

Основные концептуальные различия моделей цифрового образования

| Критерий | Западная модель цифрового образования | Даосский подход к цифровому образованию |
|--------------------|---|--|
| Философская основа | Рационализм, прагматизм, технократический подход | Гармония с природой, недеяние (у-вэй), естественность |
| Цель образования | Максимизация эффективности, подготовка специалистов для рынка труда | Развитие целостной личности, баланс между знанием и внутренним ростом |
| Роль технологий | Технологии как главный инструмент обучения | Технологии как вспомогательное средство, подчиненное естественному процессу познания |
| Методология | Стандартизированные курсы, алгоритмизированное обучение, геймификация | Гибкость, индивидуальные траектории, медитативные и рефлексивные практики |
| Оценка успеха | Результаты тестов, цифровая грамотность, скорость усвоения материала | Глубина понимания, гармоничное развитие, способность к созерцательному мышлению |
| Риски | Перегрузка информацией, цифровая зависимость, клиповое мышление | Недостаточная технологическая адаптивность, возможное отставание в цифровых навыках |

Чтобы лучше понять влияние даосизма на процессы цифровой трансформации образования Китая, обратимся к первоисточникам. В основе философии даосизма лежит книга «Дао дэ цзин» (кит. трад. 道德經, упр. 道德经, пиньинь *Dào Dé Jīng*, «Книга пути и достоинства») – главный канонический текст даосизма.

Учение об идеологическом и политическом воспитании, содержащееся в трактате, охватывает различные аспекты, такие как философия, управление, образование и самосовершенствование¹. «Дао Дэ Цзин» занимает важное место в истории мысли и оказывает глубокое влияние как внутри страны, так и за рубежом, поскольку содержит богатые ресурсы для идеологического и политического образования. Руководствуясь марксистской теорией и социалистическими ценностями, полностью исследуя и раскрывая содержащиеся в них полезные идеи, а также проводя современные преобразования и развитие, она помогает

¹ Wang Mengchen. The study of ideological and political education contained in the Tao Te Ching [Исследование идеолого-политического воспитания, содержащегося в Дао Дэ Цзине: диссертация]. Ahnui University of Finance & Economics, 2023. <https://doi.org/10.26916/d.cnki.gahcc.2023.000851>

продвигать превосходную традиционную культуру, усиливает ее чувство времени и является эталонной ценностью и источником вдохновения для текущей широкой всесторонней просветительской работы. Идеологические и политические принципы и интересы образования, содержащиеся в «Дао Дэ Цзин», нашли яркое отражение в основных целях, содержании, принципах и положениях воспитания. Среди его главных постулатов можно выделить следующие: «быть добродетельным» – значит быть по-настоящему добродетельным человеком; «быть самым добрым человеком» – значит быть самым добрым; «видеть простоту и принимать ее» – значит быть простым и искренним человеком. Основное содержание идеологического и политического образования, отраженное в трактате, включает в себя нравственную концепцию «следования Дао и ценности морали», концепцию целостности «соблюдения слов, но не веры в них», естественную экологическую концепцию «гармонии между небом и человеком» и концепцию жизненных ценностей «возрождения и заботы о себе». В свою очередь, данные тезисы несут в себе идеи природного «возвращения к истокам», формирования здорового менталитета «пустоты и покоя», обучения – «нести душу и обнимать друг друга» и интеллектуального развития – «отказаться от мудреца и мудрости». Основными методами идеологического и политического воспитания, содержащимися в «Дао Дэ Цзин», являются «обучение без слов» и «содействие природе во всем». Принципы исследуемого нами подхода к обучению имеют теоретическое значение и практическую справочную ценность для современной воспитательной работы. С точки зрения теоретического вдохновения понимание важности «мягкости перед жесткостью» означает усиление близости идеологического и политического образования и стимулирование осознания участия в нем высокоинтеллектуальных людей. Это подчеркивает необходимость «приверженности прошлому и сопротивления настоящему». В трактате говорится о «естественном бездействии», что означает уважение внутренних потребностей учащихся. С позиции практической ценности надлежит реализовать фундаментальную задачу идеологического и политического образования – от «нравственного воспитания мудреца» к воспитанию нравственного характера; от «поддержки природы всех вещей» к соблюдению единства доминирования и субъективности (необходимо поощрять учащихся к самообразованию); от «обучения без слов» к соблюдению принципов. Единство явного и неявного образования заключается в том, что педагоги должны демонстрировать себя и добиваться практических результатов таким образом, чтобы это было незаметно.

Одним из идеологов педагогики Китая считается Тао Синчжи (1891–1946) – великий просветитель, всю свою жизнь борющийся за образование в стране. Чтобы реализовать свой идеал освобождения трудящихся масс посредством образования, он выдвинул теории демократического образования и пожизненного

образования¹. Исследования, посвященные образованию Тао Синчжи, проведенные в стране и за рубежом, имеют множество различных точек зрения. Например, китайский исследователь Qu Chao, интерпретируя систему ценностей Тао Синчжи, обосновал влияние образовательной мысли великого ученого на отбор источников информации и причины получения образования. В теории учебных программ великий китайский педагог анализирует природу знаний, которые имеют разные эффекты. В методологическом плане он предложил метод обучения, основанный на том, как делать, чтобы получить знание «для освобождения от знаний». Образовательный центр Тао Синчжи подвергал критике китайскую реформу образования, имевшую своей целью формирование гуманистической ценностной ориентации, которая в свою очередь должна способствовать развитию индивидуальности учащихся и их всестороннему развитию, внедрению содержания образования в школьную программу и условия реальной жизни учащихся, применению более демократичных методов обучения и развитию теории образования социализма с китайской спецификой.

Идея Тао Синчжи о жизненном образовании утверждает, что необходима тесная связь между образованием и жизнью, и выступает за стимулирование интереса учащихся к обучению с помощью ориентированного на жизнь содержания и методов обучения, чтобы они могли усваивать знания и развивать способности на практике, а также продвигать интернализацию и улучшение своих моральных качеств². Применение концепции жизненного образования в курсе морали и верховенства закона в младших классах средней школы соответствует идее преподавания, направленной на укрепление связи между знаниями и жизнью в стандартном учебном плане, что способствует не только мобилизации интереса учащихся к обучению, повышению эффективности и качества преподавания, но и росту уровня качества образования в целом. Кроме того, данный подход позволяет развивать у студентов чувство ответственности и способность к практическим инновациям. Взгляды Тао Синчжи на образование в течение всей жизни: «жизнь – это образование», «общество – это школа» и «преподавание, познание и делание в одном».

Концепция Тао Синчжи «жизнь – это образование» утверждает, что образование должно быть приближено к жизни и через трудовую деятельность в жизни достигать всестороннего улучшения личностных качеств и воспитания со-

¹ Qu Chao. Tao Xingzhi's Critical Education Thought and Its Practical Significance. Master's Thesis. Shandong Normal University, 2011. 57 p.

² Li Ruolin. Research on the Application of Tao Xingzhi's Life Education Thought in the "Morality and Rule of Law Class" in Secondary School: Luoyang Normal University, 2025. <https://doi.org/10.27855/d.cnki.glysf.2025.000047>

циальной ответственности¹. Китайский ученый Liu Huiyu говорит о том, что в качестве важного способа развития практических навыков студентов, их способности к инновациям и социальной ответственности трудовое образование должно в обязательном порядке использовать идеи Тао Синчжи в современном высшем образовании. Он также предложил модели автономного и совместного обучения, выступал за углубление сотрудничества между школой и предприятием, говорил о необходимости совершенствования механизмов многомерной оценки с целью обеспечения теоретической поддержки и практической реализации.

На сегодняшний день педагоги Китая считают, что образование всегда было ключевым национальным проектом². С целью наиболее эффективной интеграции образования с существующими информационными технологиями и достижения истинного смысла «омоложения страны посредством науки и образования», Министерство образования страны предложило проект «Коммуникация между школами». Он позволит подключить большинство начальных и средних школ Китая к Интернету или национальной спутниковой широкополосной сети в течение пяти-десяти лет. Это необходимо для совместного использования возможностей, поскольку в таком случае богатые информационные ресурсы действительно будут объединены с образованием.

Описывая будущее цифрового обучения, китайские педагоги говорят о том, что «в школьном классе мудрости учитель ведет учеников бродить по гротам Могао в Дуньхуане с помощью голографической проекции, а цифровые фрески рассказывают историю тысячелетий в свете и тени; в деревне, расположенной в сотне миль отсюда, ассистенты преподавателя с искусственным интеллектом настраивают в программах обучение английскому произношению для детей, оставшихся без попечения родителей. Такая образовательная картина незаметно складывается на обширных просторах Китая. Глубокая интеграция информационных технологий и искусственного интеллекта не только реконструирует физическое пространство учебной деятельности, но и глубоко изменяет последовательность развития образования. Эта тихая революция превращает образовательный идеал тысячелетия Конфуция об «индивидуализированном образовании» в осязаемую реальность³.

¹ Liu Huiyu, Li Jialiang. Exploration of labor education practice for college students based on Tao Xingzhi's "Life is Education" concept // Jiangxi Normal University. 2025. URL: <https://clck.ru/3Rskum> (дата обращения: 20.11.2025).

² 北京数字星源科贸有限公司 [Перемещаемый мультимедийный цифровой класс] // 管理信息系统 [Информационная система управления]. 2002. № 03. С. 14–15.

³ “数码”浪潮下的教育变革 [Изменения в образовании в условиях «цифровой» волны] // Education & Social Sciences. 2025. URL: <https://clck.ru/3RskRx> (дата обращения: 20.11.2025).

Отметим более конкретно практические различия в образовательных моделях Запада и Востока.

Западная модель: технократический подход

Примеры:

- массовые онлайн-курсы (MOOCs), платформы вроде Coursera;
- адаптивное обучение на основе искусственного интеллекта (ИИ) (Knewton, Duolingo).

Преимущества:

- интенсивное внедрение инноваций;
- доступность и масштабируемость.

Недостатки:

- обезличенность обучения;
- риск перегрузки цифровыми инструментами.

Даосский подход: гармонизация технологий и природы

Примеры:

- использование цифровых медитативных приложений (например, китайские платформы, совмещающие конфуцианские и даосские практики с онлайн-обучением);
- персонализированные системы, учитывающие эмоциональное состояние ученика (на основе биометрии и ИИ).

Преимущества:

- снижение стресса от цифровой перегрузки;
- развитие осознанного обучения.

Недостатки:

- медленное внедрение технологий;
- ограниченная конкурентоспособность на глобальном рынке образования.

Сравним когнитивные и эмоциональные аспекты.

Западный подход

Развитие логического мышления, однако высока вероятность формирования цифровой усталости и поверхностного усвоения знаний.

Даосский подход

Глубокая рефлексия, устойчивость к стрессу, но возможны сложности с быстрой адаптацией к изменениям.

Отметим социальные и культурные последствия.

Западная модель способствует глобализации образования, но может нивелировать культурные особенности.

Даосская модель сохраняет культурную идентичность, однако способна ограничивать международную мобильность выпускников.

Выводы

Таким образом, можно утверждать, что наиболее перспективной является гибридная модель, сочетающая технологическую эффективность Запада с гуманистическими принципами Дао.

С учетом вышесказанного мы предлагаем некоторые рекомендации для повышения эффективности и качества образования:

- внедрять элементы осознанности и рефлексии при использовании западных цифровых платформ;
- применять технологии адаптивного обучения, принимая во внимание индивидуальные психологические особенности учащихся (по даосской традиции).

Таким образом, даосский подход позволяет достичь определенного баланса, который смягчит технократические перегибы западного образования, делая цифровое обучение более гармоничным и человекоориентированным.

Литература / References

Бельчусов А. А., Софронова Н. В. *Цифровизация внеурочной деятельности школьников по информатике*. Чебоксары: Чувашский государственный педагогический университет, 2021. 304 с.

Belchusov, A. A., Sofronova, N. V. *Digitalization of Extracurricular Activities in Informatics Education*. Cheboksary: Chuvashskii gosudarstvennyi pedagogicheskii universitet, 2021. 304 p. (in Russian)

Информатизация образования: толковый словарь понятийного аппарата, составители И. В. Роберт, В. А. Кастирнова. Москва: АЭО, 2023. 182 с.

Informatization of Education: An Explanatory Dictionary of Conceptual Terminology, compiled by I. V. Robert and V. A. Kastornova. Moscow: AEO, 2023. 182 p. (in Russian)

Татаринов К. А., Орлова Е. Г. Модели цифрового обучения. *Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology*, 2020, т. 9, № 3 (32), с. 204–207.

Tatarinov, K. A., Orlova, E. G. Models of Digital Learning. *Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology*, 2020, vol. 9, no. 3 (32), pp. 204–207. (in Russian)

北京数字星源科贸有限公司. [Перемещаемый мультимедийный цифровой класс]. *管理信息* 息系统 [Информационная система управления], 2002, № 03, с. 14–15.

Movable multimedia digital classroom. *Management Information System*, 2002, no. 03, pp. 14–15. (in Chinese)

“数码”浪潮下的教育变革. [Изменения в образовании в условиях «цифровой» волны]. *Education & Social Sciences*, 2025. URL: <https://clck.ru/3RskRx> (дата обращения: 20.11.2025).

Educational Change under the “Digital” Wave. *Education & Social Sciences*, 2025. URL: <https://clck.ru/3RskRx> (accessed: 20.11.2025). (in Chinese)

Bećirović S. Fostering Multicultural Education Through Digital Pedagogy. *Digital Pedagogy*. Springer, Singapore, 2023, pp. 113–122. https://doi.org/10.1007/978-981-99-0444-0_9

Digital Strategies in Education Across OECD Countries. *OECD Education Working Papers*, 2020. <https://doi.org/10.1787/33dd4c26-en>

Journalist Education and Truth in the Digital Age: Why We Need Critical Digital Literacy. *Media and Education in the Digital Age. Concepts, Assessments, Subversions*, edited by M. Stocchetti. Berlin: Peter Lang Verlag, 2014. <https://doi.org/10.3726/978-3-653-04437-9>

Li Ruolin. Research on the Application of Tao Xingzhi’s Life Education Thought in the ‘Morality and Rule of Law Class’. *Secondary School: Luoyang Normal University*, 2025. <https://doi.org/10.27855/d.cnki.glysf.2025.000047>

Liu Huiyu, Li Jialiang. Exploration of Labor Education Practice for College Students Based on Tao Xingzhi’s “Life is Education” Concept. *Jiangxi Normal University*, 2025. URL: <https://clck.ru/3Rskum> (accessed: 20.11.2025).

Project Team of Digital Education Fronts. Digital Education Fronts 2025. *Frontiers of Digital Education*, 2025, vol. 2, art. 31. <https://doi.org/10.1007/s44366-025-0068-5>

Qu Chao. Tao Xingzhi’s Critical Education Thought and Its Practical Significance. Master’s Thesis. Shandong Normal University, 2011. 57 p.

Thomas M. Digital Education: Opportunities, Challenges, and Responsibilities. *Digital Education*. New York: Palgrave Macmillan, 2011, pp. 1–5. https://doi.org/10.1057/9780230118003_1

Wang Mengchen. The Study of Ideological and Political Education Contained in the Tao Te Ching. Ahnui University of Finance & Economics, 2023. <https://doi.org/10.26916/d.cnki.gahcc.2023.000851>

Wang S., Bao J. Education Digital Transformation. *Contemporary Digital Transformation in Chinese Education*. London: Routledge, 2025. <https://doi.org/10.4324/9781003648376-2>

Сведения об авторе

Наталья Викторовна Софронова – доктор педагогических наук, профессор, <https://orcid.org/0000-0001-5985-1879>, n_sofr@mail.ru, SPIN-код 3304-84006, председатель общественной организации дополнительного профессионального образования «Чувашское региональное отделение Академии информатизации образования» (д. 39, корп. 6, оф. 1а, ул. Сельская, 428017 Чебоксары, Россия); **Natalia V. Sofronova** – Doctor of Pedagogical

Sciences, Professor, <https://orcid.org/0000-0001-5985-1879>, n_soifr@mail.ru, SPIN-code 3304-84006, Chairman of the public organization of additional professional education “Chuvash Regional Branch of the Academy of Informatization of Education”. (39, korp. 6, of. 1a, ul. Selskaya, 428017 Cheboksary, Russia).

Статья поступила в редакцию – 26.12.2025; одобрена после рецензирования – 19.01.2026; принята к публикации – 02.02.2026.

The article was submitted – 26.12.2025; approved after reviewing – 19.01.2026; accepted for publication – 02.02.2026.