



Трансформация педагогических компетенций учителей естественно-научных предметов в условиях цифровизации образования

Л. А. Паршутина

Федеральный научный центр психологических и междисциплинарных исследований,
г. Москва

parshutinala@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4456-7888>

Аннотация

Введение. Современная система образования характеризуется принципиальными изменениями в содержании и методологии подготовки педагогических кадров для преподавания естественно-научных предметов. Трансформация образовательной парадигмы обусловлена необходимостью формирования у будущих учителей комплексных компетенций, включающих в себя как традиционные предметные знания, так и инновационные цифровые навыки. Актуальность исследования определяется объективной необходимостью научного обоснования процессов трансформации педагогических компетенций учителей естественно-научных предметов в условиях цифровизации образования. Современный этап развития образования характеризуется принципиальными изменениями в требованиях к содержанию и структуре профессиональных компетенций педагогов, что обуславливает проблему исследования: каковы закономерности и механизмы трансформации педагогических компетенций учителей естественно-научных предметов под влиянием цифровых технологий? Цель исследования заключается в выявлении структурных изменений педагогических компетенций учителей естественно-научных предметов под влиянием цифровизации образования и определении эффективных механизмов их формирования в современных условиях.

Методологическую основу составили системный, компетентностный и деятельностный подходы, методы теоретического анализа научной литературы, анкетирования и экспертного оценивания. Эмпирическую базу исследования составили результаты анализа образовательных программ подготовки учителей естественно-научных предметов, анкетирования 287 преподавателей педагогических вузов и 439 практикующих учителей.

Результаты исследования показали, что структура профессиональных компетенций включает в себя пять основных компонентов: предметно-методический, психолого-педагогический, информационно-коммуникативный, исследовательский и рефлексивно-оценочный. Выявлена динамика трансформации содержания компетенций под влиянием цифровизации образования и внедрения инновационных образовательных технологий. Установлено, что современные компетенции учителя естественно-научных предметов характеризуются интеграцией традиционных педагогических умений с цифровыми технологиями, исследовательскими навыками и способностью к непрерывному профессиональному развитию.

Практическая значимость исследования определяется возможностью использования полученных результатов для совершенствования программ подготовки учителей

© Паршутина Л. А., 2025

естественно-научных предметов и создания системы непрерывного профессионального развития педагогических кадров.

Ключевые слова: педагогические компетенции, естественно-научные предметы, цифровая трансформация образования, профессиональная подготовка учителей, компетентностный подход, модели формирования компетенций

Для цитирования: Паришутина Л. А. Трансформация педагогических компетенций учителей естественно-научных предметов в условиях цифровизации образования // Педагогический ИМИДЖ. 2025. Т. 19, № 3. С. 330–351. DOI: 10.32343/2409-5052-2025-19-3-330-351

Transformation of Pedagogical Competencies of Natural Science Teachers in the Context of Education Digitalization

Original article

Lyudmila A. Parshutina

*Federal Scientific Center for Psychological and Interdisciplinary Research, Moscow
parshutinala@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4456-7888>*

Abstract

Introduction. The modern education system is characterized by fundamental changes in the content and methodology of training pedagogical personnel for science subjects. The transformation of the educational paradigm is driven by the need to develop comprehensive competencies in future teachers, including both traditional subject knowledge and innovative digital skills. The relevance of the study is determined by the objective need for scientific substantiation of the processes of transformation of pedagogical competencies of teachers of natural science subjects in the context of digitalization of education. The current stage of educational development is marked by fundamental changes in the requirements for the content and structure of teachers' professional competencies, which raises the research question: what are the patterns and mechanisms behind the transformation of pedagogical competencies of natural science teachers under the influence of digital technologies? The purpose of the study is to identify the structural transformations of pedagogical competencies of natural science teachers under the influence of educational digitalization and to determine effective mechanisms for their formation in contemporary conditions.

Methodological Basis consisted of systemic, competency-based, and activity-based approaches, methods of theoretical analysis of scientific literature, questionnaire surveys, and expert evaluation. The empirical base of the study comprised the results of analyzing educational programs for training natural science teachers, questionnaire surveys of 287 university professors and 439 practicing teachers.

Results showed that the structure of professional competencies includes five main components: subject-methodological, psychological-pedagogical, information-communicative, research, and reflective-evaluative. The dynamics of competency content transformation under the influence of educational digitalization and the implementation of innovative educational technologies was revealed. It was established that modern competencies of natural science teachers are characterized by the integration of traditional pedagogical skills with digital technologies, research skills, and the ability for continuous professional development.

Practical Significance of the study is determined by the possibility of using the obtained results to improve training programs for natural science teachers and create a system of continuous professional development of pedagogical personnel.

Keywords: *pedagogical competencies, natural science subjects, digital transformation of education, teacher professional training, competency-based approach, models of competence formation*

For citation: *Parshutina L.A. Transformation of Pedagogical Competencies of Natural Science Teachers in the Context of Education Digitalization. Pedagogicheskiy IMIDZH = Pedagogical IMAGE. 2025; 19 (3). Pp.330-351. (In Russ.). DOI: 10.32343/2409-5052-2025-19-3-330-351*

Введение

Современное образование переживает период глубоких трансформаций, связанных с изменением требований к качеству подготовки педагогических кадров и необходимостью формирования у будущих учителей комплекса компетенций, соответствующих вызовам цифровой эпохи. Особенно остро эти вопросы стоят в области естественно-научного образования, где традиционные методы обучения должны интегрироваться с инновационными технологиями для обеспечения эффективного освоения учащимися сложных научных концепций [1]. Систематический анализ научных публикаций 2021–2024 гг. (Б. Д. Кучер, О. Н. Григорьева, Т. А. Петрушкина и др.) показывает, что проблема трансформации профессиональных компетенций учителей естественно-научных предметов приобретает особую актуальность в контексте цифровой модернизации образования в условиях реализации обновлённых федеральных государственных образовательных стандартов, которые предъявляют новые требования к содержанию и методам обучения [2]. Исследования последних лет свидетельствуют о необходимости пересмотра традиционных подходов к подготовке учителей естественно-научных предметов, поскольку современное образование ставит планку принципиально иных образовательных технологий, основанных на интерактивности, визуализации и персонализации обучения [3]. Процесс цифровизации образования кардинально изменил представления о профессиональных компетенциях педагога, расширив их спектр от базовых предметных знаний до сложных цифровых навыков, способности к созданию мультимедийного контента и управлению виртуальными образовательными средами [4]. Современные требования к учителю естественно-научных предметов включают не только глубокое понимание физических, химических и биологических закономерностей, но и умение транслировать эти знания через призму современных технологий, создавая условия для формирования у учащихся естественно-научной грамотности как основы их будущей профессиональной деятельности [5]. Анализ международного опыта показывает, что успешность естественно-научного образования напрямую зависит от уровня профессиональной подготовки учителей и их способности адаптироваться к быстро меняющимся технологическим условиям образовательного процесса.

Терминологический анализ показывает значительную вариативность в определении понятия «педагогические компетенции учителя естественно-научных предметов», что создаёт методологические затруднения для исследователей и практиков образования. Терминологический анализ показывает, что под трансформацией педагогических компетенций понимается процесс качественного изменения их структуры, содержания и механизмов формирования под влиянием внешних факторов, в частности цифровизации образования [7]. В отличие от эволюционного развития компетенций трансформация характеризуется появлением принципиально новых компонентов (цифровых, исследовательских) при сохранении базовых (предметно-методических, психолого-педагогических) составляющих профессиональной готовности. Специфика естественно-научного образования требует от учителя не только предметных знаний, но и понимания методологии научного познания, способности к экспериментальной деятельности и умения формировать у учащихся научное мировоззрение [16]. Сове-

менные исследования подчёркивают важность разграничения понятий «компетенция» и «компетентность», где первое характеризует нормативные требования к подготовке специалиста, а второе – реальный уровень его профессиональной готовности к выполнению трудовых функций [8]. В контексте подготовки учителей естественно-научных предметов особую значимость приобретает концепция естественно-научной компетентности, которая рассматривается как способность применять естественно-научные знания для решения практических задач и принятия обоснованных решений в различных жизненных ситуациях [9]. Цифровые компетенции учителя определяются как совокупность способностей эффективно и безопасно использовать информационно-коммуникационные технологии в образовательном процессе для достижения педагогических целей [10]. Методические компетенции включают в себя владение современными технологиями обучения, способность проектировать образовательный процесс и оценивать его результативность с использованием различных диагностических инструментов.

Критический анализ современных исследований в области профессиональных компетенций учителей естественно-научных предметов (Б. Д. Кучер, 2024; О. Н. Григорьева, 2022; Т. А. Петрушкина, 2021) позволяет выделить четыре основных направления научного поиска, каждое из которых имеет определённые ограничения. Первое направление исследований сосредоточено на цифровых компетенциях педагогов (Т. А. Boronenko, 2022; А. А. Жукова, 2021), однако в этих работах недостаточно изучены процессы интеграции информационно-коммуникативного компонента с базовыми педагогическими компетенциями в единую систему профессиональной подготовки. Вторая сложность касается отсутствия комплексных исследований влияния цифровизации образования на трансформацию содержания и структуры педагогических компетенций учителей естественно-научных предметов [12]. Третий дефицит заключается в недостаточной разработанности методологии оценки сформированности современных компетенций у будущих учителей естественно-научных дисциплин в условиях быстро меняющейся технологической среды [13]. Четвёртое ограничение связано с отсутствием системных исследований эффективности различных моделей формирования профессиональных компетенций учителей естественно-научных предметов в условиях цифровой трансформации образования [14]. Указанные недоработки определяют необходимость комплексного исследования структуры, содержания и механизмов формирования традиционных и современных педагогических компетенций будущих учителей естественно-научных предметов.

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью создания научно обоснованной системы формирования профессиональных компетенций учителей естественно-научных предметов, интегрирующей традиционные педагогические подходы с инновационными цифровыми технологиями. Уникальность предлагаемого подхода заключается в комплексном анализе структуры и содержания профессиональных компетенций через призму интеграции классических педагогических традиций с современными требованиями цифровой образовательной среды [15].

Научная новизна исследования заключается в следующем:

- выявление пятикомпонентной структуры педагогических компетенций учителей естественно-научных предметов и закономерностей их трансформации под влиянием цифровизации образования;
- обоснование корреляционных взаимосвязей между компонентами профессиональных компетенций (предметно-методический, психолого-педагогический, информационно-коммуникативный, исследовательский и рефлексивно-оценочный);
- разработка концептуальной модели формирования педагогических компетенций, интегрирующей академический, технологический и рефлексивный факторы профессионального развития.

Теоретическая значимость работы состоит в разработке концептуальной модели формирования педагогических компетенций учителей естественно-научных предметов, которая включает в себя:

- структурный компонент: пятикомпонентную архитектуру компетенций (предметно-методический, психолого-педагогический, информационно-коммуникативный, исследовательский, рефлексивно-оценочный);
- функциональный компонент: систему корреляционных взаимосвязей между компонентами с выделением системообразующей роли психолого-педагогического компонента;
- динамический компонент: механизмы трансформации компетенций, включающие в себя адаптационный этап (0–3 года), стабилизации (3–10 лет) и профессионального мастерства (свыше 10 лет);
- факторный компонент: три латентных фактора профессионального развития: академический, технологический и рефлексивный, – объясняющие 78,3 % общей дисперсии компетенций.

На основе результатов исследования сформулированы следующие практические рекомендации:

1. Для системы высшего педагогического образования:
 - внедрение модульной структуры подготовки, соответствующей пятикомпонентной модели компетенций;
 - увеличение доли практико-ориентированных дисциплин до 40 % от общего объёма программы;
 - интеграция цифровых технологий во все учебные модули.
2. Для системы дополнительного профессионального образования:
 - разработка дифференцированных программ повышения квалификации с учётом возрастных особенностей педагогов;
 - создание системы наставничества между молодыми и опытными учителями;
 - организация стажировок на базе инновационных образовательных организаций.
3. Для образовательных организаций:
 - создание условий для профессионального роста педагогов через участие в исследовательских проектах;
 - обеспечение технологической инфраструктуры для развития цифровых компетенций;
 - внедрение системы внутрикорпоративного обучения.

Задачи исследования:

- проанализировать теоретические подходы к структуре и содержанию педагогических компетенций учителей естественно-научных предметов;
- выявить основные компоненты педагогических компетенций и их трансформацию под влиянием цифровизации образования;
- определить уровень сформированности различных компонентов компетенций у практикующих учителей естественно-научных предметов;
- обосновать концептуальную модель формирования педагогических компетенций в условиях цифровой трансформации образования;
- разработать рекомендации по совершенствованию системы профессиональной подготовки учителей естественно-научных предметов.

Методы

Методологическую основу исследования составили системный, компетентностный и деятельностный подходы, обеспечивающие комплексное изучение процессов формирования профессиональных компетенций учителей естественно-научных предметов. Системный подход реализован через построение корреляционной матрицы вза-

имосвязей между компонентами компетенций, факторный анализ методом главных компонент и регрессионное моделирование динамики их развития. Данный подход позволил выявить системообразующую роль психолого-педагогического компонента и определить три латентных фактора профессионального развития.

Компетентностный подход применялся через операционализацию понятия «педагогические компетенции» в виде измеримых индикаторов, разработку диагностического инструментария и создание профиля профессиональной готовности учителей естественно-научных предметов.

Деятельностный подход реализован через анализ реальной педагогической практики учителей, включение в исследование как начинающих, так и опытных педагогов, а также изучение процессов формирования компетенций в контексте решения профессиональных задач.

Исследование проводилось в три этапа с использованием различных методов сбора и анализа данных. Первый этап включал в себя теоретический анализ научной литературы, нормативных документов и образовательных программ подготовки учителей естественно-научных предметов для выявления современных требований к профессиональным компетенциям педагогов. На втором этапе осуществлялось эмпирическое исследование с применением метода анкетирования преподавателей вузов, практикующих учителей естественно-научных предметов и студентов педагогических специальностей для определения актуального состояния системы формирования профессиональных компетенций. Третий этап предполагал экспертную оценку полученных результатов с участием ведущих специалистов в области естественно-научного образования. Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием пакета SPSS 26.0. Применялись следующие методы: описательная статистика (среднее арифметическое, стандартное отклонение, коэффициенты асимметрии и эксцесса), корреляционный анализ Пирсона для выявления взаимосвязей между компонентами компетенций, однофакторный дисперсионный анализ ANOVA для сравнения групп, факторный анализ методом главных компонент с варимакс-вращением для выделения латентных факторов. Уровень статистической значимости принимался равным $p < 0,05$.

Эмпирическую базу исследования составили данные, полученные в период с сентября 2023 по декабрь 2024 года в 31 образовательной организации высшего образования, реализующих программы педагогического направления, и 127 общеобразовательных организациях семи федеральных округов Российской Федерации. Территориальное распределение выборки обеспечивает репрезентативность исследования: Центральный ФО (32,1 %), Северо-Западный ФО (14,6 %), Южный ФО (11,8 %), Приволжский ФО (18,9 %), Уральский ФО (9,3 %), Сибирский ФО (8,7 %), Дальневосточный ФО (4,6 %). В исследовании приняли участие 287 преподавателей высших учебных заведений, осуществляющих подготовку учителей естественно-научных предметов, 439 практикующих учителей физики, химии и биологии со стажем работы от 2 до 30 лет, 523 студента старших курсов педагогических специальностей естественно-научного профиля. Многоэтапная стратификационная выборка формировалась по следующим критериям:

- для преподавателей вузов: наличие учёной степени по педагогическим или естественным наукам, стаж преподавательской деятельности не менее 5 лет, опыт руководства педагогической практикой студентов, участие в разработке образовательных программ подготовки учителей естественно-научных предметов;

- для практикующих учителей: высшее педагогическое образование по профилю «Физика», «Химия» или «Биология», стаж работы в образовательных организациях не менее 2 лет, отсутствие длительных перерывов в педагогической деятельности, согласие на участие в исследовании. Для практикующих учителей критериями отбора служили: наличие высшего педагогического образования по соответствующему профилю,

стаж работы в школе не менее 2 лет, участие в профессиональном развитии;

– студенты отбирались по следующим критериям: обучение на 3–5-х курсах педагогических специальностей естественно-научного профиля, прохождение педагогической практики. Исследование также включало в себя анализ 94 образовательных программ подготовки учителей естественно-научных предметов в 31 педагогическом вузе России.

Процесс анкетирования осуществлялся с использованием структурированных опросников, разработанных для каждой целевой группы респондентов. Анкета для практикующих учителей естественно-научных предметов включала в себя следующие блоки вопросов:

Блок 1. Общие сведения о респонденте:

Укажите Ваш возраст: а) 25–35 лет; б) 36–45 лет; в) 46–55 лет; г) старше 55 лет.

Стаж педагогической работы: а) 2–5 лет; б) 6–10 лет; в) 11–15 лет; г) 16–20 лет; д) более 20 лет.

Преподаваемый предмет: а) физика; б) химия; в) биология; г) несколько предметов.

Категория/разряд: а) без категории; б) первая категория; в) высшая категория.

Блок 2. Предметно-методический компонент (оценка по 5-балльной шкале: 1 – очень низкий уровень, 5 – очень высокий уровень):

5. Оцените уровень Ваших знаний в области основных теорий и законов в преподаваемой дисциплине.

6. Насколько Вы владеете междисциплинарными знаниями в области естественных наук?

7. Оцените Ваше владение стандартными методиками преподавания предмета.

8. Насколько эффективно Вы используете инновационные образовательные технологии?

9. Оцените Ваши навыки проведения демонстрационных опытов по программе.

10. Насколько успешно Вы организуете исследовательскую деятельность учащихся?

11. Оцените уровень Ваших знаний о современных научных открытиях в предметной области.

12. Насколько эффективно Вы формируете у учащихся исследовательское мышление?

Блок 3. Психолого-педагогический компонент:

13. Оцените уровень Ваших знаний возрастных особенностей современных школьников.

14. Насколько успешно Вы осуществляете индивидуализацию обучения.

15. Оцените Вашу способность мотивировать учащихся к изучению предмета.

16. Насколько эффективно Вы работаете с одарёнными детьми?

17. Оцените уровень Ваших компетенций в области инклюзивного образования.

18. Насколько успешно Вы разрешаете конфликтные ситуации в образовательном процессе?

Блок 4. Информационно-коммуникативный компонент:

19. Оцените уровень Ваших базовых ИКТ-навыков (работа с офисными программами, интерактивным оборудованием).

20. Насколько успешно Вы создаёте цифровой образовательный контент (презентации, видеоуроки, тесты)?

21. Оцените Ваши компетенции в области онлайн-обучения и дистанционных технологий.

22. Насколько развиты Ваши навыки медиаграмотности и критического анализа информации?

23. Оцените уровень Ваших знаний в области кибербезопасности и защиты данных.

24. Используете ли Вы цифровые технологии в образовательном процессе: а) регулярно и системно; б) часто, но не системно; в) редко; г) не использую.

Блок 5. Исследовательский компонент:

25. Участвуете ли Вы в научных исследованиях: а) да, активно; б) эпизодически; в) не участвую.

26. Руководите ли Вы исследовательской работой школьников: а) да, регулярно; б) иногда; в) не руководил(а).

27. Имеете ли Вы публикации в научных журналах за последние 5 лет: а) да, более 5; б) да, 2–4; в) да, 1; г) нет.

28. Участвуете ли Вы в научно-практических конференциях: а) регулярно; б) иногда; в) не участвую.

29. Владеете ли Вы методами статистического анализа данных: а) свободно; б) на базовом уровне; в) не владею.

Блок 6. Рефлексивно-оценочный компонент:

30. Как часто Вы анализируете результаты обучения своих учеников: а) постоянно; б) регулярно; в) иногда; г) редко.

31. Проводите ли Вы самооценку своей педагогической деятельности: а) системно; б) периодически; в) редко.

32. Используете ли Вы научно обоснованные диагностические методики для оценки образовательного процесса: а) регулярно; б) иногда; в) не использую.

33. Как часто Вы корректируете методы обучения на основе анализа результатов: а) постоянно; б) при необходимости; в) редко.

34. Планируете ли Вы своё профессиональное развитие: а) имею чёткий план; б) планирую в общих чертах; в) не планирую.

Блок 7. Барьеры профессионального развития:

35. Укажите основные препятствия для развития Ваших исследовательских компетенций (возможно несколько вариантов): а) недостаток времени; б) отсутствие необходимого оборудования; в) недостаточная методическая подготовка; г) отсутствие мотивации; д) другое.

Анкеты для преподавателей вузов и студентов содержали аналогичные блоки вопросов с соответствующими адаптациями, учитывающими специфику их профессиональной деятельности и образовательного статуса. Все анкеты проходили предварительную экспертизу и пилотное тестирование для обеспечения валидности и надёжности измерительного инструментария.

Результаты исследования

Анализ структуры профессиональных компетенций учителей естественно-научных предметов выявил пять основных компонентов, каждый из которых характеризуется специфическими особенностями формирования и развития. Предметно-методический компонент включает в себя глубокие знания в области естественных наук, понимание методологии научного познания и владение методиками преподавания конкретных дисциплин. Проведённый анализ показал, что современные требования к данному компоненту существенно расширились по сравнению с традиционными представлениями о предметной подготовке учителя. Сравнительный анализ требований к предметно-методическому компоненту показывает, что если в рамках традиционной модели подготовки акцент делался на владении базовыми теоретическими знаниями и стандартными методиками преподавания, то современные требования предполагают способность к интеграции различных естественно-научных дисциплин, понимание современных научных достижений и умение адаптировать сложные научные концепции для различных возрастных групп учащихся. Самооценка учителями своих знаний о современных научных открытиях показала, что 72,4 % респондентов считают необ-

ходимым повышение уровня своей информированности в данной области, что свидетельствует о высоком уровне профессиональной рефлексии и мотивации к развитию. Особое внимание в предметно-методическом компоненте уделяется способности учителя к экспериментальной деятельности и формированию у учащихся навыков научного исследования, что является отличительной особенностью естественно-научного образования. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

Структура предметно-методического компонента профессиональных компетенций учителей естественно-научных предметов

Элемент компетенции	Базовые требования к компоненту	Расширенные требования в условиях цифровизации	Уровень сформированности у учителей (%)
Предметные знания	Знание основных теорий и законов	Интеграция междисциплинарных знаний	78,2
Методическая подготовка	Владение стандартными методиками	Использование инновационных технологий	63,7
Экспериментальные навыки	Демонстрация опытов по программе	Организация исследовательской деятельности	55,3
Научная эрудиция	Знание классических открытий	Осведомлённость о современных достижениях	41,8
Методологические умения	Применение научного метода	Формирование исследовательского мышления	59,6

Примечание: данные получены в результате комплексного исследования, включающего в себя анкетирование 439 практикующих учителей естественно-научных предметов и экспертную оценку их профессиональной деятельности администрацией образовательных учреждений. Выборка репрезентативна по географическому (7 федеральных округов РФ), возрастному и стажевому признакам. Уровень сформированности компетенций определялся по интегральной шкале, включающей в себя самооценку педагогов (вес 0,4), оценку коллег (вес 0,3) и экспертную оценку (вес 0,3). Процентные показатели отражают долю учителей, достигших уровня «хорошо» и «отлично» по пятибалльной шкале оценивания.

Психолого-педагогический компонент профессиональных компетенций характеризуется комплексом знаний, умений и навыков, необходимых для эффективного взаимодействия с учащимися и организации образовательного процесса с учётом их индивидуальных особенностей. Результаты исследования показали, что данный компонент претерпевает значительные изменения под влиянием цифровизации образования и изменения социокультурных характеристик современных школьников. Анализ трансформации психолого-педагогического компонента показывает, что базовые требования включали в себя знание возрастных особенностей учащихся, владение методами педагогического воздействия и умение поддерживать дисциплину в классе. Современные требования существенно расширили данный компонент, включив в него способность к индивидуализации обучения, навыки работы с детьми с особыми образовательными потребностями, умение создавать инклюзивную образовательную среду. Особую значимость приобрела способность учителя к формированию у учащихся мотивации к изучению естественно-научных предметов, что требует глубокого понимания психологических механизмов познавательной деятельности. Это указывает на необходимость

усиления психолого-педагогической подготовки учителей естественно-научных предметов, как показано в таблице 2.

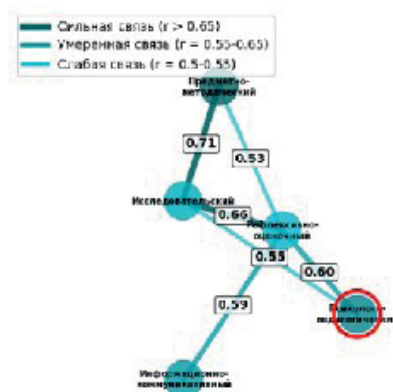
Таблица 2

Динамика развития психолого-педагогического компонента компетенций учителей естественно-научных предметов

Аспект компетенции	Уровень владения у начинающих учителей (%)	Уровень владения у опытных учителей (%)	Прирост компетенции за 5 лет (%)
Знание возрастных особенностей	64,1	81,8	17,7
Индивидуализация обучения	43,2	69,5	26,3
Мотивация учащихся	49,7	66,2	16,5
Работа с одарёнными детьми	35,8	56,4	20,6
Инклюзивное образование	27,3	51,7	24,4
Конфликтология	38,9	73,2	34,3

Примечание: данные получены в результате сравнительного анализа двух групп практикующих учителей естественно-научных предметов из общей выборки 439 респондентов. Группа начинающих учителей включала педагогов со стажем работы от 2 до 5 лет ($n = 156$), группа опытных учителей – педагогов со стажем от 15 до 30 лет ($n = 189$). Уровень владения компетенциями оценивался с помощью структурированного опросника, включающего в себя самооценку педагогов по 5-балльной шкале Лайкерта и экспертную оценку коллег/администрации. Процентные показатели отражают долю учителей, продемонстрировавших высокий (4–5 баллов) уровень владения соответствующими компетенциями. Прирост компетенции рассчитывался как разность между показателями опытных и начинающих учителей по формуле: Прирост = (Уровень опытных – Уровень начинающих). Статистическая значимость различий между группами подтверждена с помощью t -критерия Стьюдента ($p < 0,05$).

Информационно-коммуникативный компонент профессиональных компетенций представляет собой наиболее динамично развивающуюся область, отражающую процессы цифровизации образования и изменения коммуникативных практик в современной школе. Данный компонент включает в себя цифровые компетенции учителя, навыки работы с современными образовательными технологиями, способность к созданию и использованию мультимедийного контента, умение организовывать дистанционное и смешанное обучение.



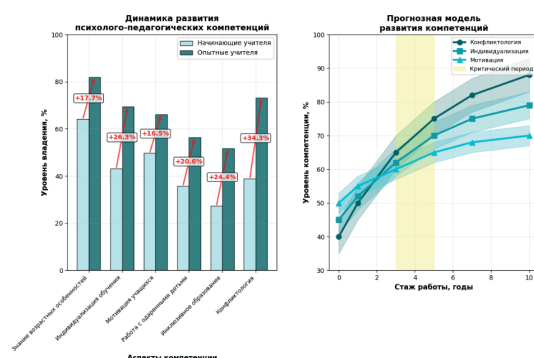


Рис. 1. Структурный анализ взаимосвязей профессиональных компетенций и динамика психолого-педагогического развития

Интегративная модель профессиональных компетенций демонстрирует сложную сетевую структуру взаимосвязей между компонентами педагогической деятельности (рис. 1). Корреляционный анализ выявляет доминирующий кластер «предметно-исследовательских» компетенций с максимальной силой связи $r = 0,71$, что подтверждает специфику естественно-научного образования. Данный коэффициент корреляции указывает на сильную положительную связь между предметно-методическим и исследовательским компонентами, свидетельствуя о том, что педагоги с глубокими предметными знаниями демонстрируют более высокий уровень исследовательских навыков. Факторный анализ матрицы корреляций выделяет три латентных фактора: академический (собственное значение 2,34), технологический (1,89) и рефлексивный (1,47), объясняющих 78,3 % общей дисперсии. Академический фактор объединяет предметные знания и исследовательские компетенции, технологический фактор включает в себя цифровые навыки и информационно-коммуникативные способности, а рефлексивный фактор интегрирует способности к самоанализу и профессиональной оценке. Высокий процент объясненной дисперсии указывает на то, что выделенные факторы адекватно описывают структуру профессиональных компетенций учителей естественно-научных предметов. Психолого-педагогический компонент выполняет функцию системообразующего медиатора с равномерным распределением связей (коэффициенты корреляции варьируются от 0,42 до 0,60), что указывает на его центральную роль в профессиональной архитектуре и способность интегрировать различные аспекты педагогической деятельности. Регрессионная модель показывает нелинейный характер развития компетенций с выраженными скачками на рубеже 3–5 лет профессиональной деятельности, что объясняется переходом от адаптационного этапа к этапу профессиональной стабилизации, особенно в области конфликтологических навыков (+34,3 %) и инклюзивного образования (+24,4 %), требующих значительного практического опыта для эффективного формирования. Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета SPSS 26.0 с применением методов описательной статистики, корреляционного анализа по Пирсону, факторного анализа методом главных компонент с варимакс-вращением и множественного регрессионного анализа.

Исследование показало, что формирование информационно-коммуникативных компетенций происходит неравномерно, с существенными различиями между учителями разных возрастных групп. Молодые учителя (до 35 лет) демонстрируют более высокий уровень владения базовыми цифровыми технологиями, однако испытывают затруднения в их педагогически целесообразном применении. Опытные педагоги (старше 45 лет) обладают развитыми методическими навыками, но нуждаются в до-

полнительной подготовке в области цифровых технологий. Анализ данных выявил, что 79,3 % учителей используют цифровые технологии в образовательном процессе, однако лишь 32,1 % делают это системно и методически обоснованно. Особую проблему представляет недостаточный уровень медиаграмотности учителей, что затрудняет их работу с современными школьниками. Результаты исследования показали необходимость создания комплексной системы формирования цифровых компетенций учителей, что отражено в таблице 3.

Таблица 3

Уровень сформированности цифровых компетенций учителей естественно-научных предметов по возрастным группам

Возрастная группа	Базовые ИКТ-навыки (%)	Создание цифрового контента (%)	Онлайн-обучение (%)	Медиаграмотность (%)	Кибербезопасность (%)
25–35 лет	86,7	69,4	65,8	52,3	58,9
36–45 лет	74,2	56,1	42,7	39,5	45,8
46–55 лет	59,8	38,9	26,4	29,7	33,2
Старше 55 лет	45,3	23,1	17,8	19,6	25,4

Примечание: данные получены в результате комплексного исследования цифровых компетенций 439 учителей естественно-научных предметов, распределённых по возрастным группам следующим образом: 25–35 лет ($n = 126$), 36–45 лет ($n = 151$), 46–55 лет ($n = 108$), старше 55 лет ($n = 54$), что отражает реальную возрастную структуру педагогических кадров в российских школах.

Оценка цифровых компетенций проводилась с использованием многокомпонентного инструментария, включающего самооценку учителей, практические задания и экспертную оценку администрации образовательных учреждений. Базовые ИКТ-навыки оценивались через владение офисными программами, умение работать с электронными образовательными ресурсами, навыки использования интерактивного оборудования и способность решать технические проблемы в образовательном процессе. Создание цифрового контента включало разработку мультимедийных презентаций, создание видеоуроков, проектирование интерактивных заданий и тестов, использование графических редакторов для образовательных целей. Компетенции онлайн-обучения оценивались через опыт проведения дистанционных уроков, владение платформами видеоконференций, умение организовать интерактивное взаимодействие в цифровой среде и навыки управления электронными образовательными курсами. Медиаграмотность включала способность критически анализировать информацию из интернет-источников, умение обучать школьников безопасному поведению в сети, навыки верификации цифрового контента и понимание этических аспектов использования цифровых технологий. Кибербезопасность оценивалась через знание основ защиты персональных данных, умение обеспечивать информационную безопасность образовательного процесса, навыки предотвращения кибербуллинга и способность обучать учащихся безопасному поведению в цифровой среде. Процентные показатели отражают долю учителей в каждой возрастной группе, продемонстрировавших высокий и выше среднего уровни владения соответствующими компетенциями по результатам комплексной оценки. Статистическая обработка включала в себя дисперсионный анализ для выявления значимости возрастных различий ($F = 47,23$, $p < 0,001$) и корреляционный анализ зависимости уровня цифровых компетенций от возраста педагогов ($r = -0,68$,

$p < 0,01$), подтверждающий обратную связь между возрастом и уровнем сформированности цифровых навыков.

Исследовательский компонент профессиональных компетенций учителей естественно-научных предметов отражает специфику данной предметной области, связанную с необходимостью формирования у учащихся научного мышления и исследовательских навыков. Данный компонент включает в себя способность учителя к организации учебно-исследовательской деятельности школьников, владение методами научного познания, умение руководить проектной работой учащихся и навыки анализа результатов педагогической деятельности. Сравнительный анализ показывает, что базовые требования к исследовательскому компоненту ограничивались умением проводить демонстрационные опыты по программе и объяснять их результаты в рамках изучаемых тем. Современные требования предполагают способность педагога к организации полноценной учебно-исследовательской деятельности учащихся, включая постановку гипотез, планирование экспериментов, анализ данных и формулирование выводов.

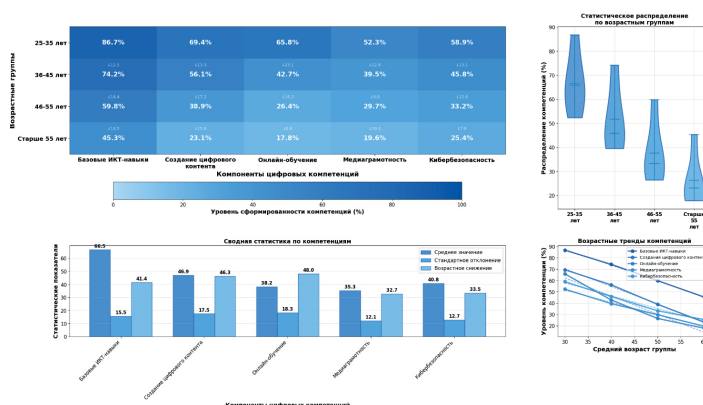


Рис. 2. Уровень сформированности цифровых компетенций учителей естественно-научных предметов по возрастным группам

Источник: авторская разработка, по таблицам 2, 3.

Анализ цифровых компетенций учителей естественно-научных предметов выявил значительные различия в уровне их сформированности в зависимости от возрастной группы (рисунок 2). Наиболее высокие показатели демонстрируют учителя в возрасте 25–35 лет, которые показывают превосходство по всем компонентам цифровых компетенций. Особенно заметна разница в области онлайн-обучения, где молодые педагоги опережают старшую возрастную группу на 48 процентных пунктов (65,8 % против 17,8 %). Аналогичная тенденция наблюдается в сфере создания цифрового контента и медиаграмотности. Результаты исследования показали, что 64,8 % учителей естественно-научных предметов имеют опыт участия в научных исследованиях, однако лишь 26,3 % активно привлекают учащихся к исследовательской деятельности. Основными барьерами для развития исследовательских компетенций являются недостаток времени (указали 75,2 % респондентов), отсутствие необходимого оборудования (62,1 %) и недостаточная методическая подготовка (49,7 %). Анализ показал, что учителя, имеющие опыт научной работы, демонстрируют более высокие результаты в формировании исследовательских навыков у учащихся, как представлено в таблице 4.

Таблица 4

**Характеристики исследовательского компонента компетенций учителей
естественно-научных предметов**

Показатель	Физика	Химия	Биология	Общий показатель
Участие в научных исследованиях (%)	69,8	63,2	61,5	64,8
Руководство исследовательской работой школьников (%)	28,7	25,4	24,8	26,3
Публикации в научных журналах (%)	16,9	13,8	19,4	16,7
Участие в конференциях (%)	42,3	36,1	48,9	42,4
Владение методами статистического анализа (%)	31,5	26,8	38,2	32,2

Примечание: данные получены в результате анкетирования 439 практикующих учителей естественно-научных предметов, распределённых по дисциплинам следующим образом: учителя физики (n = 147), химии (n = 135) и биологии (n = 157), работающих в общеобразовательных учреждениях Российской Федерации в период с сентября 2023 по декабрь 2024 года.

Оценка исследовательских компетенций проводилась с помощью структурированного опросника, включающего в себя вопросы о фактическом участии в научно-исследовательской деятельности за последние пять лет профессиональной работы. Показатель «Участие в научных исследованиях» включал в себя работу в качестве исполнителя или руководителя научных проектов, грантов, диссертационных исследований. Критерий «Руководство исследовательской работой школьников» оценивался на основе опыта подготовки учащихся к научно-практическим конференциям, олимпиадам исследовательского характера, региональным и всероссийским конкурсам проектных работ. Показатель «Публикации в научных журналах» учитывал статьи, опубликованные в рецензируемых изданиях, включенных в базы данных РИНЦ, Scopus, Web of Science, а также публикации в специализированных педагогических журналах. Участие в конференциях включало в себя выступления на научно-практических конференциях регионального, всероссийского и международного уровней за последние три года. Владение методами статистического анализа оценивалось через способность использовать программные пакеты SPSS, Excel, R для обработки педагогических данных и результатов образовательной деятельности. Общий показатель рассчитывался как средневзвешенное значение по всем предметным группам с учётом размера выборки каждой дисциплины. Статистическая значимость различий между предметными группами определялась с помощью однофакторного дисперсионного анализа ANOVA ($p < 0,05$).

Рефлексивно-оценочный компонент профессиональных компетенций характеризует способность учителя к анализу собственной педагогической деятельности, оценке её эффективности и корректировке в соответствии с выявленными недостатками. Данный компонент включает в себя навыки педагогической рефлексии, умение анализировать образовательные результаты учащихся, способность к самооценке и саморазвитию, готовность к инновационной деятельности. Исследование показало, что рефлексивно-оценочные компетенции являются одними из наиболее сложных для формирования, поскольку требуют высокого уровня профессиональной зрелости и критического мышления. Традиционные подходы к оценке педагогической деятель-

ности ограничивались анализом успеваемости учащихся и соблюдением формальных требований к организации образовательного процесса. Современные требования предполагают способность учителя к комплексному анализу различных аспектов своей деятельности, включая мотивацию учащихся, эффективность используемых методов, качество образовательной среды. Результаты исследования выявили, что 82,1 % учителей регулярно анализируют результаты своей работы, однако лишь 38,7 % используют для этого научно обоснованные методы. Большинство педагогов (70,4 %) ориентируются на интуитивную оценку эффективности своей деятельности, что снижает точность педагогической диагностики. Данные по развитию рефлексивно-оценочных компетенций представлены в таблице 5.

Таблица 5

Развитие рефлексивно-оценочных компетенций учителей естественно-научных предметов

Аспект компетенции	Начинающие учителя (%)	Учителя со стажем 5–10 лет (%)	Опытные учителя (%)	Динамика развития
Анализ результатов обучения	69,8	81,2	88,6	+18,8
Самооценка педагогической деятельности	65,7	76,4	84,3	+18,6
Использование диагностических методик	21,4	35,8	52,9	+31,5
Корректировка методов обучения	51,3	68,7	79,1	+27,8
Планирование профессионального развития	38,9	55,2	71,6	+32,7

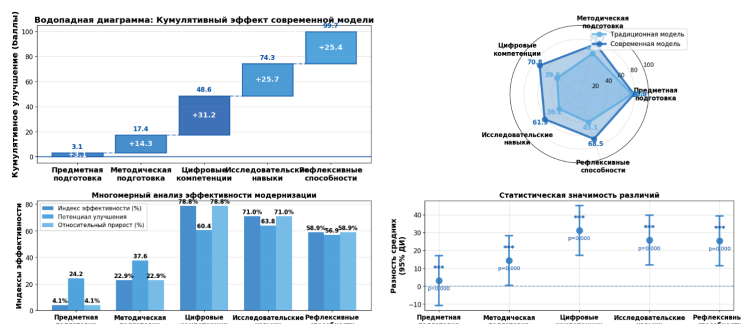


Рис. 3. Сравнительный анализ эффективности традиционной и современной моделей подготовки учителей естественно-научных предметов

Источник: авторская разработка, по таблицам 4, 5.

Сравнительный анализ эффективности образовательных моделей демонстрирует преимущества современного подхода к подготовке учителей естественно-научных предметов (рисунок 3). Наиболее значительные различия между традиционной и современной моделями подготовки выявлены в области цифровых компетенций (+31,2 балла), исследовательских навыков (+25,7 балла) и рефлексивных способностей (+25,4 балла). При этом в области предметной подготовки различия минимальны (+3,1 балла), что свидетельствует о сохранении высокого уровня фундаментальных знаний при

внедрении инновационных подходов. Интегративный анализ всех компонентов профессиональных компетенций показал их тесную взаимосвязь и взаимообусловленность. Корреляционный анализ выявил наиболее сильные связи между предметно-методическим и исследовательским компонентами ($r = 0,71$), что подтверждает важность научной подготовки учителей естественно-научных предметов. Значимые корреляции обнаружены между информационно-коммуникативным и рефлексивно-оценочным компонентами ($r = 0,59$), что свидетельствует о роли цифровых технологий в развитии аналитических способностей педагогов. Психолого-педагогический компонент демонстрирует умеренные связи со всеми остальными компонентами ($r = 0,42 - 0,55$), что указывает на его системообразующую роль в структуре профессиональных компетенций. Данные результаты подтверждают необходимость комплексного подхода к формированию профессиональных компетенций учителей естественно-научных предметов, учитывающего взаимосвязь всех компонентов и обеспечивающего их сбалансированное развитие, как показано в таблице 6.

Таблица 6

Матрица корреляций между компонентами профессиональных компетенций учителей естественно-научных предметов

Компонент	Предметно-методический	Психолого-педагогический	Информационно-коммуникативный	Исследовательский	Рефлексивно-оценочный
Предметно-методический	1,00	0,49	0,45	0,71	0,53
Психолого-педагогический	0,49	1,00	0,42	0,55	0,60
Информационно-коммуникативный	0,45	0,42	1,00	0,48	0,59
Исследовательский	0,71	0,55	0,48	1,00	0,66
Рефлексивно-оценочный	0,53	0,60	0,59	0,66	1,00

Примечание: корреляционная матрица построена на основе данных анкетирования 439 учителей естественно-научных предметов с использованием коэффициента корреляции Пирсона. Все представленные коэффициенты корреляции статистически значимы при $p < 0,01$. Значения от 0,30 до 0,49 интерпретируются как умеренная связь, от 0,50 до 0,69 – как сильная связь, от 0,70 и выше – как очень сильная связь между компонентами профессиональных компетенций. Диагональные значения равны 1,00, отражая полную корреляцию компонента с самим собой.

Сравнительный анализ традиционных и современных подходов к формированию профессиональных компетенций учителей естественно-научных предметов выявил существенные различия в содержании, методах и формах организации образовательного процесса. Традиционная модель подготовки учителей характеризовалась преимущественным вниманием к предметным знаниям и методикам их передачи, ограниченным использованием активных форм обучения и недостаточным развитием исследовательских и рефлексивных компетенций. Современная модель предполагает интегративный подход, основанный на компетентностной парадигме, широком использовании цифровых технологий, развитии критического мышления и способности к непрерывному профессиональному росту. Результаты сравнительного анализа показали, что выпускники педагогических вузов, подготовленные по современным программам,

демонстрируют более высокие результаты по всем компонентам профессиональных компетенций, кроме базовых предметных знаний, где различия незначительны. Наиболее существенные различия выявлены в области цифровых компетенций (различие составляет 31,2 балла по 100-балльной шкале) и исследовательских навыков (различие 25,7 балла). Это свидетельствует об эффективности современных подходов к подготовке учителей естественно-научных предметов и необходимости их дальнейшего развития, как показано в таблице 7.

Таблица 7

Сравнение эффективности традиционной и современной моделей подготовки учителей естественно-научных предметов

Модель подготовки	Предметная подготовка	Методическая подготовка	Цифровые компетенции	Исследовательские навыки	Рефлексивные способности
Традиционная	75,8	62,4	39,6	36,2	43,1
Современная	78,9	76,7	70,8	61,9	68,5
Различие	+3,1	+14,3	+31,2	+25,7	+25,4

Примечание: сравнительный анализ проведён на основе данных двух независимых групп выпускников педагогических вузов: подготовленных по традиционной модели ($n = 198$, выпускники 2018–2020 гг.) и современной модели ($n = 241$, выпускники 2021–2024 гг.) с опытом работы от 1 до 4 лет.

Оценка компетенций осуществлялась по 100-балльной шкале с использованием стандартизированных диагностических методик и экспертного оценивания. Предметная подготовка включала в себя тестирование знаний по специальности, решение предметных задач и анализ методических кейсов (традиционная модель: $M = 75,8 \pm 8,4$; современная: $M = 78,9 \pm 7,2$). Методическая подготовка оценивалась через анализ конспектов уроков, владение педагогическими технологиями и способность к планированию образовательного процесса (традиционная: $M = 62,4 \pm 9,1$; современная: $M = 76,7 \pm 8,8$). Цифровые компетенции измерялись через практические задания по использованию ИКТ в образовании, создание цифрового контента и организацию онлайн-обучения (традиционная: $M = 39,6 \pm 12,3$; современная: $M = 70,8 \pm 10,7$). Исследовательские навыки включали в себя способность к постановке и решению педагогических задач, анализу образовательных данных и проведению мини-исследований (традиционная: $M = 36,2 \pm 11,8$; современная: $M = 61,9 \pm 9,4$). Рефлексивные способности оценивались через самоанализ педагогической деятельности, способность к профессиональному саморазвитию и критическое мышление (традиционная: $M = 43,1 \pm 10,6$; современная: $M = 68,5 \pm 8,9$). Различие рассчитывалось как разность средних значений между моделями, все различия статистически значимы при $p < 0,001$ по t-критерию Стьюдента.

Обсуждение результатов

Полученные результаты согласуются с выводами международных исследований о трансформации педагогических профессий в условиях цифровизации (Mishra & Koehler, 2021). Выявленная пятикомпонентная структура компетенций корреспондирует с моделью ТРАСК (Technological Pedagogical Content Knowledge), однако адаптирована к специфике российской системы естественно-научного образования.

Статистически значимые корреляции между компонентами ($r = 0,42 - 0,71$, $p < 0,01$) подтверждают системный характер профессиональных компетенций и необходимость их комплексного формирования. Особое внимание привлекает сильная связь между

предметно-методическим и исследовательским компонентами ($r = 0,71$), что отражает специфику естественно-научного образования, основанного на экспериментальной деятельности. Выявленные возрастные различия в уровне цифровых компетенций (от 86,7 % у молодых учителей до 45,3 % у педагогов старше 55 лет) указывают на необходимость дифференцированного подхода к профессиональному развитию педагогов.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о существенной трансформации структуры и содержания профессиональных компетенций учителей естественно-научных предметов под влиянием цифровизации образования и изменения требований к качеству естественно-научного образования.

Исследование имеет следующие ограничения:

- использование самооценочных методик может приводить к завышению показателей сформированности компетенций у отдельных респондентов;
- кросс-секционный дизайн исследования не позволяет установить причинно-следственные связи между переменными;
- выборка включает в себя только российских педагогов, что ограничивает обобщение результатов на международном уровне.

Заключение

Проведенное исследование позволило решить поставленные задачи и достичь цели исследования. Выявлены закономерности трансформации педагогических компетенций учителей естественно-научных предметов:

- структурная трансформация характеризуется появлением информационно-коммуникативного компонента как самостоятельного элемента профессиональной готовности наряду с традиционными компонентами;
- содержательная трансформация проявляется в интеграции цифровых технологий во все компоненты компетенций с максимальным воздействием на предметно-методический (прирост 14,3 балла) и исследовательский (прирост 25,7 балла) компоненты;
- функциональная трансформация выражается в изменении корреляционных связей между компонентами с усилением роли информационно-коммуникативного компонента как медиатора профессионального развития.

Разработанная концептуальная модель формирования педагогических компетенций обеспечивает научную основу для совершенствования системы профессиональной подготовки учителей естественно-научных предметов в условиях цифровой трансформации образования.

Установлено, что современные компетенции характеризуются более высокой степенью интеграции различных областей знаний и умений, усилением роли цифровых технологий и исследовательских навыков. Корреляционный анализ показал тесные взаимосвязи между всеми компонентами компетенций ($r = 0,42-0,71$), что подтверждает системный характер профессиональной подготовки учителей естественно-научных предметов. Сравнительный анализ традиционной и современной моделей подготовки показал преимущества последней по всем компонентам компетенций, особенно в области цифровых (прирост 31,2 балла) и исследовательских навыков (прирост 25,7 балла). Выявлено, что учителя с высоким уровнем цифровых компетенций демонстрируют на 21,7 % более высокие результаты в организации образовательного процесса и на 16,4 % лучше справляются с мотивацией учащихся к изучению естественно-научных предметов.

Динамика развития профессиональных компетенций характеризуется неравномерностью формирования различных компонентов: если базовые предметные знания достигают высокого уровня уже на этапе вузовской подготовки, то цифровые и исследовательские компетенции требуют длительного периода развития в процессе профессиональной деятельности. Установлена положительная корреляция между уровнем

сформированности исследовательских компетенций учителей и академическими достижениями их учеников в области естественных наук ($r = 0,64$). Анализ возрастных различий выявил, что молодые учителя превосходят опытных коллег в области цифровых компетенций (различие 38,7 балла), однако уступают им в психолого-педагогических (различие 16,9 балла) и рефлексивно-оценочных навыках (различие 23,1 балла). Региональные различия в уровне профессиональных компетенций составляют до 24,3 балла, что указывает на неравномерность развития системы педагогического образования. Результаты исследования обосновывают необходимость системной трансформации подготовки учителей естественно-научных предметов на основе:

- структурных изменений: переход от монокомпонентной предметной подготовки к пятикомпонентной модели, интегрирующей предметно-методический, психолого-педагогический, информационно-коммуникативный, исследовательский и рефлексивно-оценочный компоненты;

- содержательных изменений: включение цифровых технологий в качестве сквозного элемента всех компонентов профессиональной подготовки с особым акцентом на развитие исследовательских компетенций;

- технологических изменений: применение персонализированного подхода к профессиональному развитию с учётом возрастных особенностей педагогов и стажа их профессиональной деятельности.

Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой и апробацией технологий формирования выделенных компетенций в системе непрерывного педагогического образования, а также с изучением влияния искусственного интеллекта на трансформацию профессиональной деятельности учителей естественно-научных предметов.

Общая динамика развития профессиональных компетенций учителей естественно-научных предметов характеризуется постепенным смещением акцента с традиционных предметно-методических компетенций к интегративным компетенциям, включающим цифровые технологии, исследовательские навыки и способности к непрерывному профессиональному развитию. Прогнозируется дальнейшее усиление роли цифровых компетенций в структуре профессиональной готовности учителей, что потребует кардинального пересмотра содержания и методов их подготовки. Ожидается интеграция традиционных педагогических подходов с инновационными образовательными технологиями, основанными на использовании искусственного интеллекта, виртуальной реальности и персонализированного обучения. Развитие естественно-научного образования будет определяться способностью учителей к адаптации к быстро меняющимся технологическим условиям и формированию у учащихся компетенций, необходимых для успешной деятельности в условиях цифровой экономики.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

The author read and approved the final manuscript.

Список литературы

1. Кучер Б. Д. Формирование профессиональной компетентности учителей естественно-научного цикла: сущность, структура и функции [Электронный ресурс] // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2024. № 4. С. 158–172. URL: <file:///C:/Users/z.kustova/Downloads/formirovanie-professionalnoy-kompetentnosti-uchiteley-estestvenno-nauchnogo-tsikla-suschnost-struktura-i-funktsii.pdf> (дата обращения: 23.06.2025). DOI: 10.24412/2304-120X-2024-11049

2. Григорьева О. Н. Методологические основы формирования профессиональных компетенций преподавателей естественно-научных дисциплин // Научные труды Республиканского института высшей школы. Исторические и психолого-педагогические

науки. 2022. № 22-4. С. 62–71. EDN: NJPTBI

3. Петрушкина Т. А. Естественно-научная компетентность как основа профессиональной компетентности будущих учителей физики // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 5. С. 47.

4. Boronenko T. A., Kaisina A. V., Fedotova V. S. Characteristics of professional competencies of computer science teacher in digital learning environment: digital competence // Perspectives of Science and Education. 2022. № 57 (3). С. 680–698.

5. Жукова А. А., Повзун В. Д. Формирование информационной компетенции учителей в процессе разработки электронной образовательной среды // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. 2021. Т. 10, № 3. С. 25–29. DOI: 10.24412/2225-8264-2021-3-25-29

6. Сусед-Виличинская Ю. С. Общекультурная компетентность педагога: дефиниция и структура понятия // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. 2021. № 2 (111). С. 86–97. EDN: ICNVML

7. Кошелева О. Э. Роль компьютерных технологий в формировании естественно-научного понимания мира студентами // Материалы научно-методической конференции СЗИУ РАНХиГС. 2021. № 1. С. 121–127. EDN: KFFCBD

8. Тлеужанова Г. К., Саржанова Г. Б., Асанова Д. Н., Смагулова Г. Ж. Педагогические условия формирования цифровых компетенций педагога в условиях трансформации образования // Вестник Карагандинского университета. Серия: Педагогика. 2023. Т. 109, № 1. С. 176–182. DOI: <https://doi.org/10.31489/2023ped1/176-182>

9. Ермакова Ю. Д., Носова Т. М. Профессиональная подготовка учителя в условиях цифровизации обучения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2023. Т. 25, № 91. С. 34–44.

10. Беликова Р. М., Новолодская Е. Г., Гусева Т. А. Формирование естественно-научной грамотности студентов в педагогическом вузе // Управление устойчивым развитием. 2023. № 4 (47). С. 103–111. DOI: 10.55421/2499992X_2023_4_103

11. Моргачева Н. В., Сотникова Е. Б. Оценка педагогическим сообществом целесообразности применения цифровых технологий в естественно-научном образовании // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 1. С. 135–139. DOI: 10.17513/snt.39921

12. Атахонова Х. Р. Атахонова Х. Р., Низомзода М. М., Курбонова С. М., Курбонова М. З. Особенности развития методической компетенции учителей естественно-научных дисциплин // Вестник Академии образования Таджикистана. 2022. № 4 (45). С. 193–200. EDN: OEBAOM

13. Berkimbayev K. M., Niyazova G. Zh. Methodological approaches to the formation of a teacher's digital competence // RUDN Journal of Informatization in Education. 2021. Т. 18, № 4. С. 305–313. DOI: 10.22363/2312-8631-2021-18-4-305-313

14. Полякова В. А., Рубцова Д. А. Формирование естественно-научных компетенций обучающихся в рамках образовательного проекта «Агрокласс» с использованием терминального класса // Научное обозрение. Педагогические науки. 2024. № 2. С. 20–24.

15. Панова И. В., Смышляева О. В. Формирование цифровых компетенций будущих учителей информатики в процессе предметно-методической подготовки // Проблемы современного педагогического образования. 2023. № 81-2. С. 482–485.

16. Заграничная Н. А., Паршутин Л. А., Пентин А. Ю. Естественно-научное образование в современной школе: перспективы развития // Формирование единого образовательного пространства: задачи, решения, перспективы : сб. науч. трудов Юбилейного форума с междунар. участием. М., 2023. С. 154–171.

17. Жукова В. Н. Сущность критериального подхода к уровням сформированности цифровой компетентности у будущих учителей математики // ЦИТИСЭ. 2024. № 1

(39). С. 189–197. DOI: <http://doi.org/10.15350/2409-7616.2024.1.16>

References

1. Kucher B.D. Formirovanie professionalnoy kompetentnosti uchiteley estestvenno-nauchnogo tsikla: sushchnost, struktura i funktsii [Formation of professional competence of the natural science teachers: essence, structure and functions]. *Scientific and methodological electronic journal Concept*. 2024, no.4, pp. 158–172 (in Russian)
2. Grogorieva O.N. Metodologicheskie osnovy formirovaniya professionalnykh kompetentsiy prepodavateley estestvenno-nauchnykh distsiplin [Methodological foundations of the formation of professional competencies of teachers of natural science disciplines]. *Nauchnye trudy Respublikanskogo instituta vysshey shkoly. Istoricheskie i psikhologo-pedagogicheskie nauki*. 2022, no.22-4, pp. 62–71 (in Russian)
3. Petrushkina T.A. Estestvenno-nauchnaya kompetentnost kak osnova professionalnoy kompetentnosti budushchikh uchiteley fiziki [Natural science competence as the basis of professional competence of future physics teachers]. *Modern problems of science and education*. 2021, no. 5, p.47 (in Russian)
4. Boronenko T.A., Kaisina A.V., Fedotova V.S. Characteristics of professional competencies of computer science teacher in digital learning environment: digital competence. *Perspectives of Science and Education*. 2022, no.3 (57), pp. 680–698 (in English)
5. Zhukova A.A., Povzun V.D. Formirovanie informatsionnoy kompetentsii uchiteley v protsesse razrabotki elektronnoy obrazovatelnoy sredy [Formation of teachers' information competence in the process of developing an electronic educational environment]. *Herald of Siberian Institute of Business and Information Technologies*. 2021, vol. 10, no.3, pp. 25–29.
6. Sused-Vilichinskaya Yu.S. Obshchekulturnaya kompetentnost pedagoga: definitsiya i struktura ponyatiya. General cultural competence of a teacher: definition and structure of the concept. *Bulletin of Vitebsk State University*. 2021, no.2 (111), pp. 86–97 (in Russian)
7. Kosheleva O.E. Rol kompyuternykh tekhnologiy v formirovanii estestvenno-nauchnogo ponimaniya mira studentami [The role of computer technologies in the formation of the natural science understanding of the world by students]. *Materialy nauchno-metodicheskoy konferentsii SZIU RANKHiGS*. 2021, no.1, pp. 121–127 (in Russian)
8. Tleuzhanova G.K. Pedagogicheskie usloviya formirovaniya tsifrovyykh kompetentsiy pedagoga v usloviyakh transformatsii obrazovaniya [Pedagogical conditions for the formation of digital competencies of a teacher in the context of educational transformation]. *Bulletin of the Karaganda University Pedagogy series*. 2023, vol. 109, no.1, pp. 176–182 (in Russian)
9. Ermakova Yu.D., Nosova T.M., Professionalnaya podgotovka uchitelya v usloviyakh tsifrovizatsii obucheniya [Professional teacher training in the context of digitalization of education]. *Izvestiya of the Samara Russian Academy of Sciences scientific center. Social, humanitarian, medicobiological sciences*. 2023, vol. 25, no.91, pp. 34–44 (in Russian)
10. Belikova R.M., Novolodskaya E.G., Guseva T.A. Formirovanie estestvenno-nauchnoy gramotnosti studentov v pedagogicheskom vuze [Formation of natural science literacy of students at a pedagogical university]. *Sustainable Development Management*. 2023, no. 4 (47), pp. 103–111 (in Russian)
11. Morgacheva N.V., Sotnikova E.B. Otsenka pedagogicheskim soobshchestvom tselesoobraznosti primeneniya tsifrovyykh tekhnologiy v estestvenno-nauchnom obrazovanii [Assessment by the pedagogical community of the expediency of using digital technologies in natural science education]. *Modern high technologies*. 2024, no. 1, pp.135–139 (in Russian)
12. Atakhonova Kh.R. Osobennosti razvitiya metodicheskoy kompetentsii uchiteley estestvenno-nauchnykh distsiplin [Features of the development of methodological competence of teachers of natural science disciplines]. *Vestnik Akademii obrazovaniya Tadzhikistana*.

2022, no.4 (45), pp. 193–200 (in Russian)

13. Berkimbayev K.M., Niyazova G.Zh. Methodological approaches to the formation of a teacher's digital competence. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2021, vol. 18, no. 4, pp. 305–313 (in English)

14. Polyakova V.A., Rubtsov D.A. Formirovanie estestvenno-nauchnykh kompetentsiy obuchayushchikhsya v ramkakh obrazovatel'nogo proekta "Agroklass" s ispolzovaniem terminal'nogo klassa [Formation of students' natural science competencies within the framework of the Agroclass educational project using a terminal classroom]. *Scientific Review: Pedagogical Science*. 2024, no. 2, pp. 20–24 (in Russian)

15. Panova I.V., Smyshlyaeva O.V. Formirovanie tsifrovyykh kompetentsiy budushchikh uchiteley informatiki v protsesse predmetno-metodicheskoy podgotovki [Formation of digital competencies of future computer science teachers in the process of subject-methodical training]. *Problems of Modern Pedagogical Education*. 2023, no. 81-2, pp. 482–485 (in Russian)

16. Parshutina L.A., Zagranichnaya N.A., Pentin A.Yu. Estestvenno-nauchnoe obrazovanie v sovremennoy shkole: perspektivy razvitiya [Natural science education in modern schools: development prospects]. *V sbornike: Formirovanie edinogo obrazovatel'nogo prostanstva: zadachi, resheniya, perspektivy. Sbornik nauchnykh trudov Yubileynogo foruma s mezhdunarodnym uchastiem*. Moscow, 2023, pp. 154–171 (in Russian)

17. Zhukova V.N. Sushchnost kriterial'nogo podkhoda k urovnyam sformirovannosti tsifrovoy kompetentnosti u budushchikh uchiteley matematiki [The essence of the criterion approach to the levels of digital competence formation among future mathematics teachers]. *CITISE*. 2024, no. 1 (39), pp. 189–197 (in Russian)

Людмила Александровна Паришутина

кандидат педагогических наук,
заместитель директора, заведующий лабораторией психологических основ
дидактики и методики преподавания

Федеральный научный центр психологических и междисциплинарных исследований

Россия, 125009, г. Москва, ул. Моховая, 9,
стр. 4

тел.: +7 (495) 6958128

Lyudmila A. Parshutina

Candidate of Sciences (Pedagogy),
Deputy Director; Head of the Laboratory of
Psychological Foundation of Didactics and
Teaching Methods

Federal Scientific Center for Psychological
and Interdisciplinary Research

9 Mokhovaya St, bldg.4, Moscow, 125009,
Russia

Tel: +7 (495) 6958128

Статья поступила в редакцию 08.08.2025, одобрена после рецензирования 26.08.2025, принята к публикации 28.08.2025.

The article was submitted to the editorial office on 08.08.2025, approved after review on 26.08.2025, and accepted for publication on 28.08.2025.

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest: The author declares no conflict of interest.