



Дидактические дефициты учителей химии в области организации исследовательской деятельности естественно-научной направленности

И. Ю. ТАРХАНОВА, Е. В. АЛЕКСАНДРОВА, М. В. БЛЮМИНА

АННОТАЦИЯ

Введение. Актуальность исследования обусловлена потребностями повышения естественно-научной грамотности и научных компетенций обучающихся. Несмотря на улучшение материально-технической оснащённости школ, сохраняется дефицит готовности педагогов к эффективному использованию современных методик и технологий, особенно в плане химического эксперимента и исследовательской деятельности.

Цель: анализ дидактических дефицитов при организации исследовательской деятельности обучающихся у выпускников профильных образовательных программ педагогических вузов и действующих учителей химии.

Материалы и методы. Основным инструментом исследования выступил онлайн-опрос с использованием стандартизированных анкет, включающих закрытые и открытые вопросы. Всего в исследовании приняли участие 145 человек, среди которых были студенты выпускных курсов педагогических вузов и практикующие учителя химии из различных регионов России. Анализ данных проводился методами описательной статистики, с выражением результатов в процентах.

Результаты. Выявлены три категории дидактических дефицитов: 1) общедидактические трудности, такие как формирование функциональной грамотности (отметили 61, 95% респондентов), проектирование уроков и стимулирование учебной мотивации (57,2 %); 2) дефициты в организации исследовательской деятельности школьников (51,62 %); 3) ограничения в технической и методической стороне использования цифрового оборудования (48,1%). В качестве ключевых проблем определены: неспособность педагогов организовать самостоятельную постановку целей учениками (53,1%), сложность проектирования уроков (51,6 %) и недостаток опыта проведения исследовательских мероприятий (44,23 %).

Обсуждение. Различными авторами фиксируется существование значительных препятствий на пути эффективной организации исследовательской деятельности в школьных курсах химии. Основными причинами в ранее проведенных исследованиях называются: ориентация традиционного содержания предмета на качественные эксперименты, ограничивающие возможности для глубокого изучения химических процессов, и устаревшие методики, направленные скорее на воспроизводство знаний, нежели на получение самостоятельного опыта и открытие новых знаний. Особое значение в публикациях последних лет отводится использованию цифровых лабораторий, которые помогают расширить рамки традиционных уроков и обогатить учебный процесс элементами реального научного исследования.

Заключение. Исследование выявило дидактические проблемы учителей химии при организации исследовательской работы учащихся. Обучение химии как исследованию позволяет развивать естественнонаучную грамотность, поддерживать мотивацию учеников и формировать сценарии уроков разного типа. Овладение исследовательскими компетенциями предусматривает обучение через учебно-исследовательскую деятельность, имитирующую цикл научного познания. Требуется подготовка педагогов и научное сопровождение, включая вовлечение педагогических технопарков «Кванториум», разработку учебных заданий разных уровней сложности и повышение квалификации преподавателей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

естественно-научная грамотность, исследовательская деятельность, химический эксперимент, цифровые лаборатории, дидактические дефициты, педагогическое образование, современные образовательные технологии

Для цитирования: Тарханова И. Ю., Александрова Е. В., Блюмина М. В. Дидактические дефициты учителей химии в области организации исследовательской деятельности естественно-научной направленности // Перспективы науки и образования. 2025. № 6. С. 760–775. <https://doi.org/10.32744/pse.2025.6.49>

Поступила: 11.06.2025 | Одобрена: 21.08.2025 | Опубликовано: 31.12.2025



Лицензия «С указанием авторства — С сохранением условий». Позволяет перерабатывать, исправлять и развивать произведения при условии указания авторства и лицензирования производных работ на аналогичных условиях.



Didactic deficiencies of teachers in organizing research activities of a natural science orientation

I. YU. TARKHANOVA, E. V. ALEXANDROVA, M. V. BLYUMINA

ABSTRACT

Introduction. The relevance of this research is determined by the need to improve students' natural science literacy and scientific competencies. Despite advancements in the material and technical resources of schools, there remains a lack of teacher readiness for the effective use of modern methods and technologies, particularly regarding chemical experiments and research activities. The objective of this study is to analyze didactic deficiencies in the organization of students' research activities among graduates of specialized pedagogical university programs and practicing chemistry teachers.

Materials and Methods. The primary research tool was an online survey using standardized questionnaires that included both closed and open-ended questions. A total of 145 participants took part in the study, including graduate students from pedagogical universities and practicing chemistry teachers from various regions of Russia. Data were analyzed using descriptive statistics, with results expressed as percentages.

Results. Three categories of didactic deficits were identified: 1) general didactic difficulties, such as the formation of functional literacy (61.95% of respondents noted), designing lessons and stimulating learning motivation (57.2%), 2) deficits in organizing students' research activities (51.62%), and 3) limitations on the technical and methodological sides of using digital equipment (48.1%). Key problems identified were teachers' inability to organize students' independent goal setting (53.1%) and difficulty designing lessons (51.6%), as well as lack of experience conducting research activities (44.23%).

Discussion. Various authors have noted significant obstacles to the effective organization of research activities in school chemistry courses. The main reasons identified in previous research include the traditional focus of subject content on qualitative experiments, which limits opportunities for in-depth study of chemical processes, and outdated methods aimed at rote learning rather than independent inquiry and discovery. Recent publications emphasize the importance of digital laboratories, which expand the possibilities of traditional lessons and enrich the learning process with elements of authentic scientific research.

Conclusion. The study revealed didactic challenges faced by chemistry teachers in organizing students' research work. Teaching chemistry as a research-oriented subject fosters scientific literacy, maintains student motivation, and enables the creation of diverse lesson scenarios. Developing research competencies requires learning through educational and research activities that simulate the cycle of scientific knowledge. Teacher training and scientific support are necessary, including the involvement of pedagogical technoparks such as "Quantorium," the development of educational assignments of varying complexity, and advanced teacher training.

KEYWORDS

natural science literacy, research activities, chemical experiment, digital laboratories, didactic deficiencies, pedagogical education, modern educational technologies

For Citation: Tarkhanova, I. Yu., Alexandrova, E. V., & Blyumina, M. V. (2025). Didactic deficiencies of teachers in organizing research activities of a natural science orientation. *Perspektivy nauki i obrazovaniya = Perspectives of Science and Education*, (6), 760–775. <https://doi.org/10.32744/pse.2025.6.49>

Received: 11 June 2025 | Approved: 21 August 2025 | Published: 31 December 2025



This is an open access article distributed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike International License (CC-BY-SA 4.0) that allows others to share the work with an acknowledgement of the work's authorship and initial publication in this journal

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования обусловлена глобальными задачами развития естественно-научной грамотности подрастающего поколения. В среднесрочной стратегии ЮНЕСКО естественно-научное образование названо сквозной тематической областью достижения к 2030 г. целей в области устойчивого развития [1]. Исследовательская деятельность естественно-научной направленности выступает в качестве основы успешного решения глобальных задач технологического развития и инноваций в современном обществе. В связи с существующей потребностью в подготовке ученых-исследователей в области естественных наук, на уровне общего образования становится критически важной задача развития способностей понимать, интерпретировать и применять научные знания [2].

Традиционный подход к естественно-научному образованию, ориентированный только на знания, недостаточен для развития исследовательских компетенций, необходим целостный подход, включающий подготовку учащихся к самостоятельной постановке проблемных вопросов и поиску ответов на них [3]. Основой такого подхода является проведение исследований, включающих и выполнение экспериментов. Но широкое внедрение экспериментов в школьный курс химии также влечёт за собой определенные трудности: слабость теоретических выводов, отсутствие интереса к количественным методам анализа, недостаточная эффективность системы оценки результатов, неудовлетворительное состояние оборудования школьных лабораторий [4].

Результаты сравнительного международного исследования TIMSS показывают устойчивую тенденцию сохранения академических дефицитов школьников в решении исследовательских, в том числе экспериментальных задач [5]. Не только российские, но и зарубежные ученые фиксируют наличие ряда проблем как в демонстрации химического эксперимента, так и в постановке исследовательских вопросов к нему и интерпретации его результатов для выявления химических закономерностей [6]. Зачастую это связывают с недостаточной оснащённостью школьных химических лабораторий. Сегодня в российских школах эта ситуация меняется – по федеральному проекту «Современная школа» национальной проекта «Образование» даже в отдалённых сельских территориях появляются высокотехнологичные образовательные пространства естественно-научной направленности. Но ряд педагогов продолжает игнорировать данное оборудование, предпочитая идти привычным путём демонстрации, а зачастую отдавая приоритет виртуальным химическим экспериментам [7]. Проблемой является и то, что за долгие годы дефицита материально-технической базы российские учителя утратили опыт организации исследовательской деятельности школьников в области химии даже во внеурочной деятельности [8].

Одной из гипотез о причинах данной ситуации является предположение о затруднениях школьных учителей в области организации химического эксперимента и исследовательской деятельности обучающихся, порождаемых отсутствием системного формирования исследовательских компетенций в процессе их подготовки в университетах и системе повышения квалификации. Целью настоящей статьи является анализ дидактических дефицитов при организации исследовательской деятельности обучающихся у выпускников профильных образовательных программ педагогических вузов и действующих учителей химии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование построено на методологических положениях компетентностного подхода, позволяющего идентифицировать природу дидактических дефицитов будущих и действующих учителей химии, преодолеть дискретность взглядов на профессиональное развитие педагогов, акцентировать внимание на перспективах повышения их квалификации в сфере организации исследовательской (учебно-исследовательской) деятельности по химии.

Для проведения эмпирического исследования был применен метод онлайн-опроса на основе стандартизированных анкет, сочетающих закрытые и открытые вопросы. Варианты ответов были сформулированы таким образом, чтобы исключить двусмысленность и минимизировать вероятность случайных ошибок при заполнении. Открытые вопросы предоставляли респондентам свободу выражения своего мнения, что позволило выявить уникальные аспекты, идеи и точки зрения. Проведение анкетирования через удалённое заполнение специальных веб-форм, гарантирова-

ло конфиденциальность участникам опроса, что положительно сказалось на их искренности, и создало благоприятную среду для проведения исследования в удобном для респондентов режиме, позволив обдумать ответы и осмыслить свою профессиональную позицию.

В первой части анкеты респондентам предлагается определить свое понимание природы знания, механизмов его возникновения и целей образования. Эти вопросы направлены на выявление мнения педагогов относительно фундаментальных аспектов познавательной деятельности и роли учителя в процессе передачи знаний. Вторая часть опросника направлена на идентификацию общедидактических затруднений в организации обучения. Отвечая на эти вопросы, респонденты оценивают собственные затруднения в различных аспектах организации образовательного процесса, включая постановку целей, выбор методов и форм обучения, проектирование уроков, организацию мотивационной среды и контроль успеваемости учащихся. Следующая группа вопросов затрагивает специфику организации и проведения исследовательской деятельности, выясняя отношение будущих и действующих учителей к различным видам практических занятий (демонстрационные эксперименты, практические и лабораторные работы), проблемы постановки целей, планирования и анализа полученных результатов. Этот блок также позволяет выявить субъективные затруднения учителей при проведении конкретных видов химических экспериментов. В анкету также включены вопросы о необходимости и возможности вовлечения школьников в исследовательскую работу по химии, начиная от определения места эксперимента в исследованиях до практического опыта реализации проектов. Важное внимание уделяется наличию современного технологического оборудования и его применению учителями в учебном процессе.

Дифференциация инструментария исследования была достигнута путём применения различных формулировок, адаптированных под разные целевые аудитории: при схожести направленности вопросов относительно организации экспериментов и исследовательских работ по химии в школе, вопросы для студентов апеллировали к их опыту прохождения педагогической практики, в то время как учителя отвечали на вопросы, связанные с рефлексией их профессиональной деятельности.

Анкетированием были охвачены 72 студента выпускных курсов из пяти педагогических университетов и 73 педагога, также представляющие пять регионов Российской Федерации. Широкая география исследования позволила обеспечить репрезентативность полученных результатов, отражающих разнообразие ситуаций и опыта участников исследования. Анкетирование представителей различных регионов помогло выявить общие тенденции и проблемы, характерные для преподавания химии в школах различных субъектов.

Для обработки полученных данных были применены методы базовой описательной статистики. В качестве способа репрезентации данных были выбраны проценты как метод выражения относительных показателей, которые характеризуют количественное соотношение сравниваемых абсолютных величин.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На вопрос о том, что такое знание, большинство учителей химии ответили «результат записи и переработки сообщений/значений в мышлении» (61,6%), соответствующий деятельностной парадигме. Среди выпускников педагогических вузов, будущих учителей химии, эта позиция ещё более крепка – так считают 83,3% студентов. Сторонников того, что знание – это информация, пришедшая извне, среди действующих учителей оказалось 23,3%, более половины из них (12,3% из общей выборки) считают, что знание – это те внешние сообщения, которые сохранены индивидом в памяти (знаниево-центрированная парадигма), а меньшая часть (11% от общей выборки) выбрали вариант ответа «знание содержится во внешней информационной сети и хранится в различных цифровых форматах» (коннективистская парадигма). Среди студентов приверженцев теории идей коннективизма оказалось фактически столько же (11,2%), а вот приверженцев знаниевого подхода существенно меньше – всего 4,2%. Интересно, что из 15% респондентов выбравших вариант «другое» и давших свой ответ на данный вопрос, большая часть фактически синонимизирует знание с информацией, которая, по мнению респондентов, хранится в памяти и сознании человека. При этом двое респондентов считают, что знания – это информация, сохраненная в коллективном сознании. В большинстве свободных ответов уточняется, что эта информация обладает практической пользой – помогает познавать мир, позволяет

решать какие-либо задачи, создаёт основу опыта. То есть ответы, данные в варианте «другое», отражают приверженность респондентов одновременно знаниевому и деятельностному подходу.

Прерогатива конструктивистского взгляда будущих и действующих учителей химии на процесс обучения подтверждается и в ответах на вопрос о применении знания: 56,2% опрошенных учителей и 69,4% студентов считают, что в современном мире наиболее важным является практическое использование знаний. Среди работающих педагогов 35,6% уверены, что важно не столько знать и помнить что-то, сколько уметь находить необходимую информацию, в подвыборке будущих педагогов этот процент существенно ниже – 20,8%, что разрушает стереотип о современной молодежи, добывающей информацию исключительно в сети Интернет. Интересно, что при ответе на данный вопрос ни один респондент не выбрал вариант «важно фактическое знание», соответствующий знаниево-центрированной парадигме.

При ответе на вопрос «Как знания возникают в мышлении?» среди учителей выявлено равное соотношение респондентов, убежденных как в том, что знание возникает в результате опыта взаимодействия индивида с содержанием образования, так и в том, что процесс получения знания основан на способности искать информацию в сети и способности фильтровать информацию как истинную и ложную, полезную и бесполезную (по 38,4%). Сторонников того, что знания воспринимаются как готовый продукт из внешнего источника, среди действующих педагогов оказалось меньшинство (16,4%), что также свидетельствует в пользу того, что деятельностный подход к образованию учителям химии ближе. А вот в выборке студентов – выпускников педагогических вузов ситуация выглядит несколько по-другому: 47,3% выбрали вариант «знание воспринимается индивидом из внешнего источника (книги, видео, рассказа знающего человека и т. д.)», в то время как убежденность действующих учителей в порождении знания опытом взаимодействия индивида с содержанием образования разделяют только 19,4% обучающихся университетов.

При выборе ответов на вопрос о смысле образования, большинство работающих педагогов фиксировалось на том, что ценность образования заключается в развитии мышления и построении человеком собственных стратегий поиска, анализа и применения информации (71,2%), эту позицию разделяют и педагоги будущие (83,3%), что является важным предиктором применения исследовательских методов для обучения. Как и выбор в качестве приоритетной для современного учителя роли наставника, помогающего ученику найти собственные эффективные способы обучения (78,1% в выборке учителей и 79,2% среди студентов).

Таким образом, при ответе на ключевые вопросы дидактики, будущие и действующие учителя химии продемонстрировали приверженность деятельностной парадигме образования, приоритетам формирования мышления над запоминанием и воспроизведением информации, концепту функциональной грамотности (применения знаний для решения практических задач).

Анализ ответов на вопросы анкеты о личных профессиональных затруднениях при организации обучения показал, что более двух третей учителей (68,5%) и половина студентов (50%) указывают на отсутствие затруднений при постановке цели урока учителем. Вместе с тем, создание ситуации для постановки цели урока обучающимися вызывает трудности у 56,9% будущих учителей химии и 49,3% действующих педагогов. Это говорит о том, что вовлечение учащихся в активную познавательную деятельность представляет собой проблему для большей части респондентов.

Кроме того, как педагоги, так и студенты отметили задачу формирования функциональной грамотности обучающихся, как вызывающую незначительные (58,9% учителей и 48,6% студентов) и значительные (9,6% учителей и 6,8% студентов) трудности. Полученные результаты свидетельствуют о наличии у педагогов некоторого дефицита методических умений по организации учебной деятельности, направленной на интерпретацию теоретических знаний по химии и применение их к решению практических задач.

При ответах на вопросы, связанные с отдельными дидактическими элементами урока, половина студентов отметила наличие затруднений при подборе учебных материалов для урока, в подвыборке учителей этот показатель составил 38,4%; примерно, половина респондентов отметила наличие трудностей при выборе методов, приёмов и технологий обучения (55,6% – студентов и 46,6% – учителей), а также при организации работы учеников на уроке (50% – студенты; 49,3% – учителя). Трудности с проектированием сценариев уроков различных типов отметили 50% студентов и 53,4% учителей. Существенной проблемой как для студентов, так и для учителей,

является формирование и поддержание учебной мотивации обучающихся к изучению предмета. Существенные затруднения, связанные с мотивацией учащихся, отметили 11% учителей и 5,6% студентов, доля учителей, указавших на незначительные затруднения, составила 52%, а студентов – 45,8% (см. табл. 1).

Таблица 1

Результаты опроса учителей и студентов о наличии профессиональных затруднений при организации обучения химии

Ответы	Студенты (%)	Учителя (%)
Постановки цели урока учителем		
Не испытываю никаких затруднений	50,0	68,5
Испытываю незначительные затруднения	45,8	31,5
Испытываю значительные затруднения	4,2	-
Создание ситуации для постановки цели урока обучающимися		
Не испытываю никаких затруднений	43,1	50,7
Испытываю незначительные затруднения	44,4	46,6
Испытываю значительные затруднения	12,5	2,7
Выполнение задач формирования функциональной грамотности обучающихся		
Не испытываю никаких затруднений	44,4	31,5
Испытываю незначительные затруднения	48,6	58,9
Испытываю значительные затруднения	7,0	9,6
Подбор учебных материалов для урока		
Не испытываю никаких затруднений	50,0	61,6
Испытываю незначительные затруднения	47,2	37
Испытываю значительные затруднения	2,8	1,4
Выбор методов, приёмов и технологий обучения		
Не испытываю никаких затруднений	44,4	53,4
Испытываю незначительные затруднения	54,2	46,6
Испытываю значительные затруднения	1,4	-
Проектирование сценариев уроков различных типов		
Не испытываю никаких затруднений	50,0	46,6
Испытываю незначительные затруднения	43,1	47,9
Испытываю значительные затруднения	6,9	5,5
Организация работы учеников на уроке		
Не испытываю никаких затруднений	50,0	50,7
Испытываю незначительные затруднения	47,2	45,2
Испытываю значительные затруднения	2,8	4,1
Формирование и поддержание учебной мотивации обучающихся		
Не испытываю никаких затруднений	48,6	37,0
Испытываю незначительные затруднения	45,8	52,0
Испытываю значительные затруднения	5,6	11,0

Доля участников анкетирования, указавших на отсутствие затруднений при ответе на все вопросы данного блока составляет 20,6% для учителей и 26,4% для студентов, т.е. при разработке сценария урока те или иные трудности испытывает большинство респондентов.

Следует отметить, что выявленные в ходе исследования трудности в организации учебного процесса на уроке связаны между собой. В частности, формальная постановка цели урока, вле-

чет за собой отбор содержания, методов и приёмов обучения, которые не способствуют организации активной, интересной для учащихся учебной деятельности, что приводит к низкому уровню их мотивации на таком уроке.

Полученные данные свидетельствуют о том, что учителя химии, как будущие, так и действующие, при проектировании урока не опираются на единый методологический подход, диктующий общую направленность цели урока и характера деятельности учащихся. Кроме того, единая методологическая основа построения процесса обучения химии обуславливает четкие критерии подбора учебного материала, выбора методов, приёмов и технологий обучения, соответствующих характеру деятельности учащихся. С учетом целей, стоящих перед современным образованием, такой методологической основой должен стать исследовательский подход к организации процесса обучения химии.

Роль химического эксперимента в процессе формирования функциональной грамотности и развития исследовательских компетенций отмечена в целом ряде исследований. В частности, И.А. Талышева, Н.Н. Асхадуллина и Л.Р. Халиуллина считают эксперимент важнейшим методом формирования естественно-научной грамотности [9]. В исследовании T.S. Wahyuni, R.N. Analita отмечается, что обучение через эксперименты обеспечивает пониманию научного содержания, развивает навыки решения проблем и необходимые для жизни лабораторные умения [10]. В связи с этим, для нас было важно выявить дефициты будущих и действующих учителей химии в области организации и проведения химического эксперимента.

Рассматривая ответы на вопросы, касающиеся демонстрационных экспериментов и лабораторных работ в основной школе, можно констатировать следующее: большинство педагогов (60,3%) считают количество всех видов экспериментальных работ, закрепленных во ФГОС основного общего образования [11], достаточным, тогда как среди студентов менее трети (29,2%) считают также.

По нашему мнению, причина выявленного отличия кроется в том, что учителя химии в большей степени, по сравнению со студентами, видят проблемы, связанные с подготовкой и проведением химического эксперимента, и в тоже время, более низко оценивают его дидактический потенциал. Этот вывод подтверждается тем фактом, что только 28,8% учителей проводят плановое, в соответствии с ФГОС, или большее число лабораторных (практических) работ.

В качестве цели демонстрационного эксперимента большинство педагогов и студентов выбрали ответ «открытие новых знаний» (74% и 83,3% соответственно). Целью лабораторных работ большинство педагогов и студентов считают «закрепление знаний» (71,2% и 86,1% соответственно).

Интересно, что в приведенных ранее результатах (см. табл. 1) практически половина от числа опрошенных отмечает у себя затруднения, связанные с созданием ситуации для постановки цели урока обучающимися. Соотнеся эти ответы с мнениями о цели демонстрационного химического эксперимента, можно предположить, что опыты, предлагаемые в учебнике Химия [12; 13] и учебно-методической литературе [14; 15], носят преимущественно иллюстративный характер и не выводят на цели урока. Кроме того, практически половина от числа опрошенных выделяют затруднения, связанные с проектированием сценариев урока различного типа. Это, в частности, говорит о том, что содержание и методика выполнения химического эксперимента, предлагаемые сегодня российским учителям, недостаточно методически и технологически проработаны, в том числе трудно воспроизводимы. Для преодоления затруднений, по нашему мнению, требуется общая дидактическая схема химического эксперимента, как исследования.

Существенным дидактическим дефицитом является также и то, что педагоги не видят возможностей организации учебного исследования, как для создания проблемной ситуации, так и для дальнейшего открытия новых знаний. Иными словами, проблема заключается не в количестве химического эксперимента в школе, а в его иллюстративном и нетехнологичном характере, который не позволяет в полной мере реализовать педагогический потенциал данного вида учебных работ.

Среди наиболее часто отмечаемых учителями трудностей можно выделить: отсутствие оборудования и реактивов, трудоемкость процесса подготовки, большое количество детей в классах, низкая мотивация учащихся. Закономерно, что у студентов спектр описанных затруднений шире: трудности с индивидуализацией работы обучающихся, недостаток времени, проблемы контроля результатов, сложности организации работы учеников, в том числе трудности отсле-

живания соблюдения техники безопасности. Указание значительной частью опрошенных на нехватку реактивов и оборудования, как на ключевую проблему проведения химического эксперимента, свидетельствует о неготовности будущих и действующих педагогов искать замену недостающим ресурсам.

Фактически это указание на неумение рассматривать химический эксперимент, как исследование, видеть за конкретным экспериментом общие химические закономерности, определять дидактические цели эксперимента. Так, например, опыт по взаимодействию металлов с кислотами (тема «Химические свойства металлов») традиционно показывают на примере взаимодействия цинка с соляной кислотой. Однако недостаток цинка или соляной кислоты не должен быть препятствием к показу этого опыта, поскольку данная тема предусматривает изучение общих закономерностей, в числе которых взаимодействие металлов с кислотами. Для достижения этой цели можно продемонстрировать, в частности, взаимодействие железа с уксусной кислотой.

Далее в анкете респонденты (данные вопросы были адресованы только действующим учителям химии) отвечали на вопросы, связанные с реализацией демонстрационного эксперимента «Получение аммиака» и практической работы «Решение экспериментальных задач по теме «Основные классы неорганических соединений». Тематика демонстрационного эксперимента и практической работы выбиралась из следующих соображений: 1) соответствие ФГОС ООО; 2) доступность реактивов; 3) один из экспериментов должен быть традиционным с хорошо известной методикой, а второй – не должен иметь устоявшейся методики проведения; 4) эксперименты должны носить обобщающий характер (по параграфу или разделу курса).

Демонстрационный эксперимент «Получение аммиака» основан на использовании максимально дешевых и доступных реактивов (хлорид аммония и гидроксид кальция – доступны в хозяйственных магазинах) и демонстрирует в обобщенном виде целый ряд базовых приёмов химического эксперимента (способы повышения скорости химической реакции, сбор газообразного вещества, методы проверки результата и т.д.). Эксперимент по получению аммиака относится к числу традиционных, он закреплён в перечне экспериментов ФГОС ООО.

Практическая работа «Решение экспериментальных задач по теме «Основные классы неорганических соединений» является обобщающей в курсе химии основной школы. Данная работа не имеет устоявшейся (традиционной) методики проведения, при её выполнении не предполагается использование строго определенных реактивов. Работа предусматривает использование трёх классов соединений: кислоты, основания и соли и может быть проведена с использованием легко доступных реактивов и химической посуды. Также необходимо отметить, что эта практическая работа входит в перечень экспериментов ФГОС ООО.

Большая часть респондентов (56,2%) не испытывает трудностей при выполнении демонстрационного эксперимента «Получение аммиака и изучение его свойств». Вместе с тем 12,3% в качестве трудностей при проведении указанного выше эксперимента указали на технологические проблемы (растворение аммиака, сбор установки и т.п.). Более 30% респондентов указывают на формальные (отсутствие реактивов, оборудования и т. п.) и/или несуществующие трудности (например, отсутствие «твёрдого гидроксида натрия», который не требуется для проведения опыта). Хотелось бы отметить, что указаний на затруднения методического (дидактического) характера не было. Таким образом, дидактические дефициты при проведении конкретного демонстрационного эксперимента, основанного на традиционной (не исследовательской) методике по заявлениям респондентов отсутствуют.

Значительная часть участников анкетирования (65,8%) не испытывает трудностей при выполнении лабораторной (практической) работы «Решение экспериментальных задач по теме «Основные классы неорганических соединений». Вместе с тем 23,3% учителей в качестве трудностей указали на методические проблемы (нет конкретной методики, небольшая вариативность заданий, подбор объекта исследования и т.п.). Обращаем внимание, что указаний на трудности технологического характера не было.

Характер указанных методических проблем свидетельствует о том, что педагог не может поставить себя в позицию исследователя: подобрать объекты исследования, составить задания различного уровня сложности, отобрать методики эксперимента из числа знакомых учащимся.

Для проведения оценки исследовательских компетенций респондентам был предложен ряд заданий. Ответы на вопросы о сущности понятия «исследование» показали, что менее одной трети респондентов (29,5%) правильно понимает сущность понятия, в тоже время, практически половина (42,9%) подменяет понятие «исследование» понятием «эксперимент». Существенной является доля учителей, сводящих исследование к моделированию объектов (17,1%) или к сбору информации (10,5%). Среди студентов правильное понимание понятия «исследование» продемонстрировало 55,6 %, т.е. чуть более половины участников анкетирования. Треть студентов сводит исследование к эксперименту (33,3%). Значительно меньшее число студентов, в отличие от действующих учителей, подменяет понятия «исследование» понятиями «моделирование» (8,3%) и «сбор информации» (2,8%).

При ответе на вопрос о том, какие универсальные учебные действия относятся к исследовательским, подавляющее большинство респондентов (96 %) не имеет четкого представления о сущности базовых исследовательских действий, считая таковыми действия с информацией.

Также следует отметить, что респонденты не проводят четкого разграничения исследовательской и творческой деятельности. Только 16,4 % действующих педагогов и 22,2% будущих учителей химии правильно определяют существенные характеристики исследовательской деятельности.

Таким образом, оценка теоретических представлений об исследовательской деятельности показала, что респонденты не могут отличить учебное исследование от работы с информацией, моделирования или выполнения творческого задания.

Следующая группа вопросов для оценивания исследовательских компетенций была представлена в форме задач. Первая задача основана на анализе дидактических возможностей химического эксперимента, результаты которого представлены в виде таблицы (см. табл. 2).

Таблица 2

Результаты эксперимента

Исследуемый раствор (0,1 М)	Удельная электропроводность, мСм/см	Степень диссоциации, %
Хлорид калия	12,8	86
Соляная кислота	20,4	92
Уксусная кислота	1,8	1,3

Задание направлено на проверку методической и предметной грамотности респондентов и не включает элементы исследовательской деятельности. В нашем исследовании оно является своеобразной точкой отсчета для анализа результатов выполнения последующих задач. С данным заданием справилось подавляющее большинство респондентов (89%), существенных отличий между ответами учителей и студентов не выявлено.

Следующее задание проверяло владение умением ставить вопрос исследования. С данным заданием справилось более половины (52,8%) студентов и чуть больше трети (35,6%) учителей.

Далее респондентам было предложено задание, в неявном виде подразумевающее, составление плана исследования. Особенностью данного задания было наличие более одного правильного ответа. Среди студентов полный правильный ответ дали 15,3%, у учителей только 9,6%.

Заключительная задача требовала интерпретации результатов эксперимента, представленных в виде графика. Справляемость с данным заданием была достаточно высокая: 61,1% у студентов и 46,6% у учителей.

Делая выборку среди результатов выполнения заданий, направленных на проверку элементов (умений) исследовательской деятельности, мы обнаружили, что только по одному респонденту среди учителей и студентов справились со всеми задачами.

Следующая группа вопросов анкеты была посвящена техносфере современной школы, в части использования цифрового оборудования в учебном процессе. С точки зрения методики преподавания химии цифровое оборудование можно разделить на две группы: аудиовизуальное оборудование и оборудование для проведения измерений (традиционно используется термин «цифровые лаборатории», далее – ЦЛ).

Применение ЦЛ открывает новые возможности при изучении химии, в частности появляется возможность измерения и визуализации количественных признаков химических явлений. Существенным преимуществом использования ЦЛ является уменьшение временных затрат на проведение опытов, что позволяет больше времени уделить анализу (интерпретации) полученных данных [16].

Проведение химического эксперимента с использованием ЦЛ открывает новые возможности для развития понимания, интерпретации и применения обучающимися научных знаний на основе анализа, сравнения и обобщения количественных данных. Таким образом, ЦЛ могут превратить каждую практическую работу в учебное исследование.

На необходимость цифрового оборудования указывают более половины респондентов, однако, если среди учителей это 53,4%, то среди студентов 76,4%. Подобное отношение можно объяснить тем, что в среднем студенты и учителя относятся к различным возрастным категориям и их отношение соответствует отношению к цифровым технологиям в целом (поколение студентов является поколением цифровых аборигенов). Доступность ЦЛ оценивается респондентами ниже, чем запрос на них (учителя – 41,1%, студенты – 56,9%).

Среди перечисленных респондентами производителей ЦЛ, с большим отрывом лидирует Релеон (из указавших марку: учителя – 45,2%, студенты – 75%). Вместе с тем, респонденты, которые используют цифровые лаборатории, среди имеющихся датчиков чаще всего указывают датчик кислотности (учителя – 96,7%, студенты – 95%), остальные датчики указаны в меньшем количестве ответов (датчик удельной электропроводимости: учителя – 63,3%, студенты – 25%). При этом, в состав ЦЛ по химии традиционно входят, как минимум, датчики кислотности и удельной электропроводимости. Учитывая результаты анкетирования, можно сделать вывод, что респонденты слабо знают состав имеющихся в их распоряжении ЦЛ.

Отвечая на вопросы о затруднениях при использовании ЦЛ (учитывались только те, кто указал на наличие ЦЛ), респонденты указывают на проблему с калибровкой датчиков (учителя – 44,8%, студенты – 71,8%). Неудобство использования программного обеспечения вызывает проблемы у 58,6% учителей и всего лишь у 10,3% студентов. Аналогичная ситуация прослеживается с надежностью датчиков (учителя – 51,7%, студенты – 15,4%). Однако более трети учителей (34,5%) и значительная часть студентов (20,5%) указывают на трудности, связанные с качеством методического сопровождения ЦЛ.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

По результатам проведенного исследования выявлены три группы дидактических дефицитов будущих и действующих учителей химии. Первая группа носит обще-дидактический характер и включает в себя затруднения при формировании функциональной грамотности школьников, проектировании сценариев уроков различного типа (включая разработку различных дидактических элементов урока), формировании и поддержании учебной мотивации обучающихся. Вторая группа дефицитов связана с уровнем развития компетенций учителей и студентов педагогических вузов в области организации исследовательской деятельности школьников по химии. Третья группа объединяет дефициты, касающиеся техники и методики использования цифрового оборудования, как средства придания химическому эксперименту исследовательского характера.

Полученные нами данные согласуются с мнением авторов М.П. Андреевой и А.Е. Егоровой [17] о значении учебных исследований для формирования и поддержания учебной мотивации, в работе подчеркивается, что химический эксперимент несет на столько вовлекающую и мотивирующую роль, сколько формирует естественно-научный способ познания мира. R. Angelov, S. Traykova отмечают, что причина низкого интереса к химии связана с тем, что большинство учащихся испытывают разрыв между научными концепциями, которые они изучают в школе, и миром, в котором

они живут [18]. R. Bellová с соавт., отмечают, что формирование основ естественно-научной грамотности обучающихся происходит в процессе осуществления познавательно-исследовательской деятельности [19]. В целом мы согласны с мнением названных авторов. Вместе с тем, мы считаем нерациональными предлагаемые способы решения проблем, основанные на увеличении количества академических часов, выделяемых на выполнение лабораторных и практических работ [17], переносе эксперимента во внеурочную деятельность [8] или дополнительное образование школьников [19]. С нашей точки зрения, необходимо увеличивать педагогическую результативность урочного эксперимента за счет придания ему исследовательского характера.

Преодоление дефицитов учителей и студентов обще-дидактического характера, по нашему мнению, должно опираться на внедрение исследовательской методологии, как общего подхода к изучению химии в школе и в вузе. На важность исследовательских компетенций для учителей естественных наук указывают в своей работе Julie A. Luft, M. Gail Jones [20]. Однако внедрение такого подхода в практику образования затруднено, вследствие наличия у педагогов дефицитов, связанных с организацией исследовательской деятельности школьников естественно-научной направленности.

Причина недостаточного уровня развития исследовательских умений у будущих и действующих учителей, на наш взгляд, связана с недостатками предметного содержания. Существующее содержание предмета химия ориентировано исключительно на качественные опыты и внешние проявления реакций, что соответствует уровню науки начала XIX века. Сходное мнение приведено в работе [21], указывается на увеличение отрыва школьной программы от современного уровня развития науки. Авторы видят решение в том, что «применяя современное оборудование в своих учебных работах, учащиеся лучше понимают и современное состояние химии как науки и методы, которыми наука исследует мир», это совпадает и с нашим мнением. Вместе с тем в данной работе акцент сделан на углубленное изучение химии и дополнительное образование. Мы же считаем, что современное состояние химии и ее методы должны знать все учащиеся, так как это один из компонентов естественно-научной грамотности.

Следует отметить, что существующее содержание предмета разворачивается от теории к эксперименту, что сужает возможности для организации исследовательской деятельности на уроке. Построение содержания от эксперимента к теории напротив дает больше возможностей для организации учебных исследований. Практика проведения лабораторных работ подразумевает в основном механистическое воспроизведение, носит исключительно репродуктивный характер. Лабораторные работы, в существующем виде, не предполагают применения знаний школьниками в новых условиях, не носят исследовательский характер. Следовательно, внедрение исследовательской методологии обучения неизбежно затронет содержание курса химии средней школы.

В работе C. Marshall Jeff и B. Smart Julie [22] в числе значимых факторов для внедрения исследовательского подхода обращается внимание на более глубокое владение предметом со стороны педагога, а также на наличие методики от простых исследований к сложным исследованиям – проектам. Данные авторы приходят к выводу о том, что разное понимание исследовательской деятельности учителями приводит к проблемам при массовом внедрении исследовательских методов в учебный процесс, а также нарушает единое образовательное пространство страны. Выявленные нами дефициты подтверждают наличие схожих проблем в российских школах.

В исследовании S. Purtadi, S. Suyanta и E. Rohaeti [23] отмечается недостаточность подготовки учителей к организации и проведению исследований учащимися, в частности, отмечается то, что многие учителя не делают различия между экспериментом и исследованием. Далее авторы делают вывод о необходимости специальной подготовки учителей к организации исследовательской деятельности школьников. В целом, мы согласны с авторами, однако считаем, что решение существующих проблем не может быть получено без научно-методического сопровождения деятельности педагога.

Подтверждением необходимости специальной подготовки учителей к организации исследовательской деятельности школьников являются, полученные в рамках нашего исследования данные о том, что респонденты справляются без серьезных проблем с решением задач, ориентированных на репродуктивное воспроизведение. Однако, задачи, рассчитанные на планирование эксперимента, формулирование проблемы (вопроса) исследования и/или интерпретацию экспериментальных данных (результатов учебного исследования) вызывают серьезные затруднения,

что показывает недостаточный опыт решения таких задач и, как следствие, низкий уровень владения исследовательскими компетенциями.

Отдельно следует выделить дефициты, связанные с подготовкой будущих учителей. Авторы Т.А. Иванова и В.П. Ковалев писали о необходимости создания исследовательской среды обучающихся на основе интеграции информационно-технического, кадрового и социально-средового потенциалов учреждения высшего профессионального образования [24]. В настоящее время во всех педагогических вузах страны такая среда существует в форме педагогических технопарков «Кванториум». Мы согласны с мнением авторов о том, что создание исследовательской среды в педагогических вузах необходимо, однако таким же необходимым условием является научно-методическое наполнение этой среды, направленное на развитие исследовательских компетенций.

В работе И.Т. Евстафьевой и И.В. Шкурченко [25] выдвигается идея о непрерывности формирования исследовательских компетенций при подготовке будущих учителей химии. Однако предлагаемый авторами дополнительный курс «Техника лабораторных работ» не носит системного характера и вряд ли сможет оказать существенное влияние на формирование исследовательских компетенций будущих учителей.

Построение процесса обучения химии на базе исследовательской методологии предполагает внедрение в учебный процесс таких средств обучения, которые способны обеспечить проведение измерений, речь идет о ЦЛ. Использование цифровых датчиков при проведении химического эксперимента является одним из условий изменения содержания предмета, придания ему исследовательского характера.

Вместе с тем, наличие у действующих и будущих учителей химии дефицитов в части техники и методики использования цифрового оборудования приводит к недооценке педагогами дидактических возможностей ЦЛ, что, на наш взгляд, является причиной отказа от их использования на уроке. При этом, даже сторонники применения цифровых образовательных ресурсов [26] указывают на то, что именно ЦЛ позволяют сориентировать обучающихся на постановку цели исследования, задач исследования, анализ данных и поиск путей решения поставленных задач. О дидактической ценности использования измерений говорится в исследовании [27], авторы подчеркивают, что работа с числовыми данными учит школьников интерпретировать результаты эксперимента, делать выводы на основе обобщения количественной информации.

Аналогичной позиции придерживается в своей работе Л.Е. Князева отмечает, что в результате использования ЦЛ «эксперимент на уроках стал интереснее, существенно изменился. У ребят появилась возможность заняться исследовательской деятельностью, осваивать новые технологии, используя современное оборудование» [28, с. 5]. Однако мы не можем согласиться с мнением автора о том, что цифровая лаборатория полностью меняет методику и содержание экспериментальной деятельности. На наш взгляд, появление средств для проведения количественных измерений не отменяет качественные опыты, а дополняет их, доказательства чему приведены в наших прошлых публикациях [29]. В целом мы придерживаемся эволюционной, а не революционной стратегии развития содержания предмета химии.

Наше исследование показало, что и выпускники педагогического вуза, и учителя в большинстве своём придерживаются позиции о необходимости использования ЦЛ в преподавании химии. А одним из самых серьезных затруднений использования ЦЛ является несоответствие методического сопровождения реальным потребностям образовательного процесса, возможностям школьного кабинета химии и квалификации педагогов, что может быть компенсировано повышением квалификации и методической поддержкой действующих педагогов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что наличие у будущих и действующих учителей химии дидактических дефицитов в области организации исследовательской деятельности создает трудности при обучении предмету в целом. Организация процесса обучения химии как исследования позволит педагогам преодолеть ряд дидактических затруднений, связанных с формированием естественно-научной грамотности, поддержанием мотивации к изучению предмета, проектированием сценариев урока различного типа.

Вместе с тем, овладение исследовательскими компетенциями предполагает построение процесса обучения на основе исследовательской методологии, как способа обучения, при котором учащиеся осваивают научные дисциплины через учебно-исследовательскую деятельность. В отличие от традиционных способов, направленных на репродуктивное воспроизведение знаний, этот способ делает акцент на их практическом использовании, развитии универсальных познавательных действий и получении личного опыта открытия нового знания.

Ключевая особенность, обучения, основанного на исследовательской деятельности, заключается в том, что оно строится по схеме аналогичной циклу научного познания: наблюдение → вопрос → гипотеза → эксперимент → анализ → вывод [30]. Исследовательская методология в естественных науках – это не просто учеба, а учебная имитация реальной научной деятельности. Она помогает учащимся понимать, как эти знания добываются.

Внедрение исследовательской методологии как способа обучения требует подготовки педагогов и адекватного научно-методического сопровождения. При подготовке будущих учителей технологической базой могут и должны стать педагогические технопарки «Кванториум». При этом нужно обратить внимание на непрерывность формирования исследовательских компетенций. Для действующих педагогов нужно включение в различные формы повышения квалификации компонента, направленного на использование исследовательской методологии в обучении химии.

Ввиду того, что учебная исследовательская деятельность является значительно более сложной в сравнении с традиционной репродуктивной деятельностью по инструкции, требуется разработка заданий различных уровней сложности, позволяющих учащимся поэтапно освоить базовые исследовательские действия.

На сегодняшний день ЦЛ, которые могут придать школьному эксперименту исследовательский характер еще не получили должного распространения в урочной деятельности. Основным дефицитом по результатам исследования является не только низкая надежность проводимых измерений, но и отсутствие методических рекомендаций, ориентированных на реальный образовательный процесс, на реальные школьные ресурсы.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят Министерство просвещения Российской Федерации за финансирование исследования в рамках государственного задания на НИР по теме «Разработка модели непрерывного формирования исследовательских компетенций педагогов естественно-научных направлений (химия) на базе педагогического технопарка «Кванториум» (реестровый номер 720000Ф.99.1.БН60АБ84000)».

ЛИТЕРАТУРА

1. Global education monitoring report, 2023: technology in education: a tool on whose terms? Paris, UNESCO, 2023. 526 p. <https://doi.org/10.54676/UZQV8501>
2. Vijayatheepan R. Science Education for All: A Critical Analysis December, 2023. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/376492345> (accessed 26 June 2025).
3. Donley D.W. Teaching the nature of science improves scientific literacy among students not majoring in STEM // Journal of Undergraduate Neuroscience Education. 2024. Vol. 22(2). P. 152–157. <https://doi.org/10.59390/HRWL6927>
4. Hossain M.A., Rahman M.M., &Uddin M.M. Factors Affecting Higher Secondary Students' Ability to Conduct Chemistry Experiments // European Journal of Teaching and Education. 2025. Vol. 7(2). P. 1–24. <https://doi.org/10.33422/ejte.v7i2.1420>
5. Guhn M., Gadermann A., Wu A. D. Trends in international mathematics and science study (TIMSS) // Encyclopedia of quality of life and well-being research. Cham. Springer International Publishing. 2024. P. 7309–7311. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17299-1_3063
6. Alema B.G., Tesfamariam G.M., Berhe G.G., Gebretsadik T.T. Practices and challenges in implementing chemistry laboratory work in secondary schools: A review // African Journal of Chemical Education. 2024. Vol. 14(2). P. 31–60. Available at: <https://www.ajol.info/index.php/ajce/article/view/272353> (accessed 26 June 2025).
7. Yazici S.Ç., Nakıboğlu C. Examining experienced chemistry teachers' perception and usage of virtual labs in

- chemistry classes: a qualitative study using the technology acceptance model // *EducInfTechnol*. 2024. Vol. 9. P. 4337–4370. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11985-1>
8. Жукова Н. В., Кузнецов Р. С. Формирование практических навыков по химии посредством внеурочной деятельности на примере квест-игры «Моя вода» // *Учебный эксперимент в образовании*. 2023. № 4(108). С. 79–87. https://doi.org/10.51609/2079-875X_2023_4_79
 9. Талышева И.А., Асхадуллина Н.Н., Халиуллина Л.Р. Сущностные характеристики понятия «естественно-научная грамотность обучающихся» // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2023. № 8 (134). URL: <https://research-journal.org/archive/8-134-2023-august/10.23670/IRJ.2023.134.74> (дата обращения: 17.06.2025). DOI: 10.23670/IRJ.2023.134.74
 10. Wahyuni T.S., Analita R.N. Guided-inquiry laboratory experiments to improve students' analytical thinking skills // *AIP Conference Proceedings*. 2017. Vol. 1913(1). P. 2–17. <https://doi.org/10.1063/1.5016010>
 11. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 31.05.2021 № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» (Зарегистрирован 05.07.2021 № 64101). URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401333920/> (дата обращения: 17.06.2025).
 12. Химия: 8 класс: базовый уровень: учебник / О.С. Габриелян, И. Г. Остроумов, С.А. Сладков. Москва: Просвещение, 2024. 175 с.
 13. Химия: 9 класс: базовый уровень: учебник / О. С. Габриелян, И. Г. Остроумов, С.А. Сладков. Москва: Просвещение, 2024. 223 с.
 14. Уроки химии в 8 классе: методическое пособие / О. С. Габриелян, И. Г. Остроумов, С. А. Сладков, И. В. Аксёнова. Москва: Просвещение, 2022. 176 с.
 15. Уроки химии в 9 классе: методическое пособие / О. С. Габриелян, И. Г. Остроумов, С. А. Сладков, И. В. Аксёнова. Москва: Просвещение, 2022. 208 с.
 16. Александрова Е. В. Методика проведения школьного химического эксперимента с применением цифровых датчиков // *Естествознание: исследования и обучение: Материалы научно-практической конференции [Ярославль, 20–21 апреля 2023 года]*. Ярославль: РИО ЯГПУ, 2023. С. 6–13.
 17. Андреева М.П., Егорова А. Е. Профессионально-методическая подготовка будущего учителя: проект «первый урок – первый шаг в мир химии» // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2024. № 9(147). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/professionalno-metodicheskaya-podgotovka-buduschego-uchitelya-proekt-pervyy-urok-pervyy-shag-v-mir-himii/viewer> (дата обращения: 17.06.2025).
 18. Angelov R., Traykova S. Making electronic tests for assessment and self-assessment of students in chemistry and environmental protection on moodle as a part of a quality management system // *Science, Engineering & Education*. 2019. Vol. 4(1). P. 73–80.
 19. Bellová R., Melicherčíková D., Tomčík P. Possible reasons for low scientific literacy of Slovak students in some natural science subjects. *Research in Science & Technological Education*. 2018. Vol. 36(2). P. 226–242. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1367656>
 20. *Handbook of Research on Science Teacher Education* / Edited By Julie A. Luft, M. Gail Jones. New York : Routledge, 2022. 532 p.
 21. Колясников О. В., Гилев А. С., Оболенская Л. Н. Цифровизация школьного химического эксперимента как путь к расширению спектра возможных активностей // *Наука и вузы – химическому образованию: проблемы и пути их решения: Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ЮУрГГПУ, естественно-технологического факультета и кафедры химии, экологии и методики обучения химии, Челябинск, 16–18 апреля 2024 года*. Челябинск: Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, 2024. С. 252–256.
 22. Marshall Jeff C., Smart Julie B. Teachers' Transformation to Inquiry-Based Instructional Practice // *Creative Education*. 2013. Vol. 4. № 2. P. 132–142. <http://dx.doi.org/10.4236/ce.2013.42019>
 23. Purtadi S., Suyanta S., Rohaeti E. Chemistry Teachers' Need on Enhancing Pedagogical Inquiry Competences // *Journal of Curriculum and Teaching*. 2024. Vol. 13. №. 1. P. 284–297. <https://doi.org/10.5430/jct.v13n1p284>
 24. Иванова Т. А., Ковалев В. П. Педагогические условия, обеспечивающие эффективность формирования исследовательской компетентности у будущих учителей химии // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=21926> (дата обращения: 26.06.2025).
 25. Евстафьева И.Т., Шкурченко И.В. Формирование научно-исследовательских компетенций при подготовке учителей химии // *Дискуссия*. 2016. № 5 (68). С. 126–132.
 26. Якушева Г. И., Аптикеев А. А. Применение цифровых образовательных ресурсов на уроках химии и исследовательской деятельности обучающихся // *Проблемы современного педагогического образования*. 2023. № 78–4. С. 280–282.
 27. Charles Xie, Chenglu Li, Xiaotong Ding, Rundong Jiang, and Shannon Sung Chemistry on the Cloud: From Wet Labs to Web Labs // *Journal of Chemical Education*. 2021. Vol. 98 (9). P. 2840–2847. DOI: 10.1021/acs.jchemed.1c00585
 28. Князева Л. Е. Опыт применения цифровой химической лаборатории на уроках и во внеурочной деятельности // *Эйдос*. 2023. № 4. С. 4–8.
 29. Блюмина М.В., Александрова Е.В., Потехин Н.В. Экспериментальные задачи на распознавание неорганических веществ // *Химия в школе*. 2025. № 2. С. 68–73. DOI: 10.62709/0368-5632-2025-2-68-73
 30. Хомченко Е.В. Исследовательское обучение: к вопросу конститутивных признаков понятий «исследовательская деятельность», «исследовательские умения» // *Гуманитарная парадигма*. 2021. № 4 (19). С. 79–87.

REFERENCES

1. Global education monitoring report, 2023: technology in education: a tool on whose terms? Paris, UNESCO, 2023. 526 p. <https://doi.org/10.54676/UZQV8501>
2. Vijayatheepa R. Science Education for All: A Critical Analysis December, 2023. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/376492345> (accessed 26 June 2025).
3. Donley D.W. Teaching the nature of science improves scientific literacy among students not majoring in STEM. *Journal of Undergraduate Neuroscience Education*, 2024, vol. 22, no. 2, pp. 152–157. <https://doi.org/10.59390/HRWL6927>
4. Hossain M.A., Rahman M.M., Uddin M.M. Factors Affecting Higher Secondary Students' Ability to Conduct Chemistry Experiments. *European Journal of Teaching and Education*, 2025, vol. 7, no. 2, pp. 1–24. <https://doi.org/10.33422/ejte.v7i2.1420>
5. Guhn M., Gadermann A., Wu A. D. Trends in international mathematics and science study (TIMSS). Encyclopedia of quality of life and well-being research. Cham. Springer International Publishing, 2024, pp. 7309–7311. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17299-1_3063
6. Alema B.G., Tesfamariam G.M., Berhe G.G., Gebretsadik T.T. Practices and challenges in implementing chemistry laboratory work in secondary schools: A review. *African Journal of Chemical Education*, 2024, vol. 14, no. 2, pp. 31–60. Available at: <https://www.ajol.info/index.php/ajce/article/view/272353> (accessed 26 June 2025).
7. Yazici S.Ç., Nakiboğlu C. Examining experienced chemistry teachers' perception and usage of virtual labs in chemistry classes: a qualitative study using the technology acceptance model 3. *Education and Information Technologies*, 2024, no. 9, pp. 4337–4370. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11985-1>
8. Zhukova N. V., Kuznecov R. S. Formation of practical skills in chemistry through extracurricular activities using the example of the quest game "My Water". *Educational experiment in education*, 2023, vol. 4, no. 108, pp. 79–87. https://doi.org/10.51609/2079-875X_2023_4_79 (In Russ.)
9. Talysheva I. A., Ashadullina N. N., Haliullina L. R. Essential characteristics of the concept of "natural science literacy of students". *International research journal*, 2023, vol. 8, no. 134. Available at: <https://research-journal.org/archive/8-134-2023-august/10.23670/IRJ.2023.134.74> (accessed 17 June 2025). DOI: 10.23670/IRJ.2023.134.74 (In Russ.)
10. Wahyuni T.S., Analita R.N. Guided-inquiry laboratory experiments to improve students' analytical thinking skills. *AIP Conference Proceedings*, 2017, vol. 1913, no. 1, pp. 2–17. <https://doi.org/10.1063/1.5016010> (In Russ.)
11. Order of the Ministry of Education of the Russian Federation dated May 31, 2021, no. 287 "On approval of the federal state educational standard of basic general education" (Registered on July 5, 2021 No. 64101). Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401333920/> (accessed 17 June 2025). (In Russ.)
12. Chemistry: 8th grade: basic level: textbook / O. S. Gabrieljan, I. G. Ostroumov, S.A. Sladkov. Moscow, Prosveshhenie Publ., 2024. 175 p.(In Russ.)
13. Chemistry: 9th grade: basic level: textbook / O. S. Gabrieljan, I. G. Ostroumov, S.A. Sladkov. Moscow, Prosveshhenie Publ., 2024. 223 p. (In Russ.)
14. Chemistry lessons in the 8th grade: a methodological manual / O. S. Gabrieljan, I. G. Ostroumov, S. A. Sladkov, I. V. Aksjonova. Moscow, Prosveshhenie Publ., 2022. 176 p. (In Russ.)
15. Chemistry lessons in the 9th grade: a methodological manual / O. S. Gabrieljan, I. G. Ostroumov, S. A. Sladkov, I. V. Aksjonova. Moskva: Prosveshhenie, 2022. 208 p. (In Russ.)
16. Aleksandrova E. V. Methodology for conducting a school chemical experiment using digital sensors. *Natural Sciences: Research and Education: Proceedings of the Scientific and Practical Conference*. Yaroslavl, RIO YSPU Publ., 2023, pp. 6–13. (In Russ.)
17. Andreeva M. P., Egorova A. E. Professional and methodological training of future teachers: the project "First lesson – the first step into the world of chemistry". *International research journal*, 2024, vol. 9, no. 147. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/professionalno-metodicheskaya-podgotovka-buduschego-uchitelya-proekt-pervyy-urok-pervyy-shag-v-mir-himii/viewer>(accessed 17 June 2025). (In Russ.)
18. Angelov R., Traykova S. Making electronic tests for assessment and self-assessment of students in chemistry and environmental protection on moodle as a part of a quality management system. *Science, Engineering & Education*, 2019, vol. 4, no. 1, pp. 73–80.
19. Bellová R., Melicherčíková D., Tomčík P. Possible reasons for low scientific literacy of Slovak students in some natural science subjects. *Research in Science & Technological Education*, 2018, vol. 36(2), pp. 226–242. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1367656>
20. Handbook of Research on Science Teacher Education / Edited By Julie A. Luft, M. Gail Jones. New York, Routledge Publ., 2022. 532 p.
21. Koljasnikov O. V., Gilev A. S., Obolenskaja L. N. Digitalization of school chemistry experiments as a way to expand the range of possible activities. *Science and Universities for chemical education: problems and ways to solve them: Proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference dedicated to the 90th anniversary of SUSGPU, the Faculty of Natural Technology and the Department of Chemistry, Ecology and Methods of Teaching Chemistry*. Chelyabinsk, South Ural State Humanitarian Pedagogical University, 2024.

- pp. 252–256. (In Russ.)
22. Marshall Jeff C., Smart Julie B. Teachers' Transformation to Inquiry-Based Instructional Practice. *Creative Education*, 2013, vol. 4, no. 2, pp. 132–142. <http://dx.doi.org/10.4236/ce.2013.42019>
 23. Purtadi S., Suyanta S., Rohaeti E. Chemistry Teachers' Need on Enhancing Pedagogical Inquiry Competences. *Journal of Curriculum and Teaching*, 2024, vol. 13, no. 1, pp. 284–297. <https://doi.org/10.5430/jct.v13n1p284>
 24. Ivanova T. A., Kovalev V. P. Pedagogical conditions that ensure the effectiveness of developing research competence in future chemistry teachers. *Modern problems of science and education*, 2015, no. 5. Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=21926> (accessed 26 June 2025). (In Russ.)
 25. Evstaf'eva I. T., Shkurchenko I. V. Formation of research competencies in the training of chemistry teachers. *Discussion*, 2016, vol. 5, no. 68, pp. 126–132. (In Russ.)
 26. Jakusheva G. I., Aptikeev A. A. The use of digital educational resources in chemistry lessons and research activities of students. *Problems of modern pedagogical education*, 2023, vol. 78, no. 4, pp. 280–282. (In Russ.)
 27. Charles Xie, Chenglu Li, Xiaotong Ding, Rundong Jiang, and Shannon Sung Chemistry on the Cloud: From Wet Labs to Web Labs. *Journal of Chemical Education*, 2021, vol. 98, no. 9, pp. 2840–2847. DOI: 10.1021/acs.jchemed.1c00585
 28. Knjazeva L. E. Experience of using a digital chemical laboratory in lessons and extracurricular activities. *Eidos*, 2023, no. 4, pp. 4–8. (In Russ.)
 29. Bljumina M. V., Aleksandrova E. V., Potehin N. V. Experimental tasks on recognition of inorganic substances. *Chemistry in school*, 2025, no. 2, pp. 68–73. DOI 10.62709/0368-5632-2025-2-68-73 (In Russ.)
 30. Homchenko E. V. Research-based learning: on the issue of constitutive features of the concepts of "research activity", "research skills". *Humanitarian paradigm*, 2021, vol. 4, no. 19, pp. 79–87. (In Russ.)

Авторы

Тарханова Ирина Юрьевна
(Россия, г. Ярославль)

Доктор педагогических наук, профессор
Директор института педагогики и психологии
Ярославский государственный педагогический университет имени
К.Д. Ушинского
E-mail: tarhanova3000@mail.ru
ORCID ID: 0000-0002-7166-650X
Scopus Author ID: 57205532756

Александрова Елена Викторовна

(Россия, г. Ярославль)
Кандидат педагогических наук, доцент кафедры химии, теории и
методика преподавания химии
Ярославский государственный педагогический университет
имени К.Д. Ушинского
E-mail: eva.yar@mail.ru
ORCID ID: 0000-0001-7961-0263

Блюмина Мария Владимировна

(Россия, г. Ярославль)
Кандидат химических наук, доцент кафедры химии, теории и
методика преподавания химии
Ярославский государственный педагогический университет
имени К.Д. Ушинского
E-mail: m.blumina@yspu.org
ORCID ID: 0009-0005-4991-8562

Authors

Irina Yu. Tarkhanova
(Yaroslavl, Russia)

Dr. Sci. (Educ.), Professor
Director of the Institute of Pedagogy and Psychology
Yaroslavl State Pedagogical University named after K.D. Ushinsky
E-mail: tarhanova3000@mail.ru
ORCID ID: 0000-0002-7166-650X
Scopus Author ID: 57205532756

Elena V. Alexandrova

(Russia, Yaroslavl)
Cand. Sci. (Educ.), Associate Professor of the Department of
Chemistry, Theory and Methods of Teaching Chemistry
Yaroslavl State Pedagogical University named after K.D. Ushinsky
E-mail: eva.yar@mail.ru
ORCID ID: 0000-0001-7961-0263

Maria V. Blumina

(Russia, Yaroslavl)
Cand. Sci. (Chem.), Associate Professor of the Department of
Chemistry, Theory and Methods of Teaching Chemistry
Yaroslavl State Pedagogical University named after K.D. Ushinsky
E-mail: m.blumina@yspu.org
ORCID ID: 0009-0005-4991-8562

Вклад авторов

Тарханова И. Ю.: концептуализация, методология,
руководство исследованием, администрирование проекта,
создание рукописи и её редактирование
Александрова Е. В.: проведение исследования,
администрирование данных
Блюмина М. В.: создание черновика рукописи

Author's contribution

Irina Yu. Tarkhanova: Conceptualization, Methodology, Supervision,
Project administration, Writing - Review & Editing
Elena V. Alexandrova: Investigation, Data Curation
Maria V. Blumina: Writing - Original Draft

© Тарханова И. Ю., Александрова Е. В., Блюмина М. В., 2025
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

© Irina Yu. Tarkhanova, Elena V. Alexandrova, Maria V. Blumina, 2025
The author's declared no conflicts of interest