

Общая педагогика, история педагогики и образования
(педагогические науки)

Научная статья

УДК 37.012.7

**РОЛЬ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЦИКЛЕ ШКОЛЬНОГО
ХИМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Виктория Викторовна Шакирова^{1✉}, Ольга Сергеевна Садомцева²

^{1, 2} Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева, Астрахань,
Россия

¹svv_2004@mail.ru✉

²sadomtseva.olga@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены актуальные вопросы реализации проектного метода обучения в школьном образовании на уроках естественно-научного цикла. Значимость изучаемых вопросов обоснована с точки зрения требований действующего законодательства в сфере образования, а также с позиции потребностей современной экономики России в технологическом развитии, что предполагает повышение качества образования, в первую очередь, в разрезе естественно-научных дисциплин (химия, геология, физика, биология).

Для всестороннего рассмотрения проектной деятельности учащихся на уроках естественно-научного цикла в рамках статьи обобщены научные подходы к пониманию сущности термина «проектная деятельность», уточнены понятия «естественно-научное образование» и определения «проектная деятельность в естественно-научном образовании».

Выделены основные преимущества проектного обучения в школе при освоении учениками традиционно «сложных» дисциплин естественно-научного цикла.

Особое внимание авторов уделено теоретико-методологическим аспектам организации проектной работы учащихся на уроках химии и специфике реализации проектного обучения в старших классах общеобразовательной школы.

Был проведен педагогический эксперимент, который заключался в оценке влияния проектной деятельности учащихся старшей школы на сформированность уровня развития исследовательских умений. Все реализованные школьниками проекты были основаны на проведении химического эксперимента, что способствовало развитию исследовательских умений, творческого мышления и интереса к химии. Проектная деятельность с использованием химических экспериментов делает обучение более занимательным и эффективным, помогая школьникам глубоко понять химические процессы и применить свои знания на практике.

Ключевые слова: проектная деятельность; виды проектов; особенности проектной деятельности; проекты в естественно-научном образовании, творческое развитие школьника, система школьного образования

Для цитирования: Шакирова В. В., Садомцева О. С. Роль проектной деятельности в цикле школьного химического образования// Педагогические исследования. 2024. № 4. С. 100–119.

General Pedagogics, History of Pedagogics and Education
(pedagogical sciences)

Original article

**THE ROLE OF PROJECT-BASED LEARNING OF THE SCHOOL CYCLES
IN CHEMISTRY**

Viktoriya V. Shakirova^{1✉}, Olga S. Sadomtseva²

^{1,2}Astrakhan Tatishchev State University, Astrakhan, Russia

¹svv_2004@mail.ru✉

²sadomtseva.olga@yandex.ru

Abstract. The article deals with the topical issues of implementing the project-based method of teaching natural sciences. The significance of the issues under study is proved by arguments in terms of the requirements of current legislation in education, as well as in terms of the needs of modern Russian economy for technological development, which implies improving the quality of education, primarily in the context of natural science disciplines (chemistry, geology, physics, biology).

To provide a comprehensive consideration of students' project-based learning at the lessons of natural sciences, the authors summarize scientific approaches to understanding the essence of the term «project activity», clarify the concepts of «natural science education» and definitions of «project activity in natural science education».

The main advantages of project-based learning at schools in mastering traditionally «difficult» disciplines of the natural science cycle are highlighted.

The authors pay special attention to the theoretical and methodological aspects of designing students' activities in chemistry and peculiarities of implementing project-based learning in high school.

To assess the impact of project activities of high school students on the level of the development of their research skills a pedagogical experiment was conducted. All projects carried out by students were based on chemical experiments, which contributed to the development of research skills, creative thinking and interest in chemistry. Project activities with the use of chemical experiments make learning more entertaining and effective, helping students to better understand chemical processes and apply their knowledge in practice.

Keywords: project activity; types of projects; peculiarities of project activity; science education; projects in science education

For citation: Shakirova V. V., Sadomtseva O. S. The role of project activities in the school cycle chemistry education. *Pedagogicheskie issledovaniya = Pedagogical Research*. 2024;(4):100-119. (In Russ.).

Введение

В последние годы возросло внимание к естественным наукам и появилось полноценное понимание практической значимости качественного освоения современными школьниками дисциплин естественно-научного цикла. Как отметил академик Ж. И. Алферов, естественно-научное образование наряду с математическим имеют критическое значение для будущего страны [1]. Такое внимание не только способствует подготовке квалифицированных кадров, но и помогает формировать граждан, способных осознанно участвовать в решении глобальных проблем.

Сказанное находит отражение и в статье 20 действующего Федерального закона от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (в ред. 25 декабря 2023 года № 685-ФЗ)

(<https://base.garant.ru/72332802/9e3305d0d08ff111955ebd93afd10878/>), согласно которой образовательный процесс требует модернизации с учетом приоритетов научно-технологического развития страны, базирующегося на дисциплинах естественно-научного цикла.

Несмотря на растущее внимание и осознание важности естественно-научного образования, многие школьники сталкиваются с трудностями в освоении учебных предметов этого цикла. Эти сложности проявляются в недостаточном уровне естественно-научной грамотности, что может иметь серьезные последствия как для самих учащихся, так и для общества в целом.

Исследования качества образования по модели PISA по итогам 2022 года показывают, что только 3,3 % учащихся демонстрируют освоение предметов естественно-научного цикла на высоком уровне, значительно уступая школьникам, достигшим отличных результатов по математике (11,1 %) (Ежегодный отчет о качестве школьного образования в России за 2022 год. URL: <https://skillbox.ru/media/education/opublikovan-otchyet-o-kachestve-shkolnogo-obrazovaniya-v-rossii-po-itogam-2022-goda/>).

Одним из действенных механизмов освоения естественно-научных дисциплин является проектная деятельность. Она позволяет учащимся активно взаимодействовать с материалом, применять знания на практике и развивать критическое мышление. Однако зачастую реализация школьных проектов оказывается чрезмерно упрощенной, что снижает их образовательную ценность. Представители научно-педагогического сообщества из-за отсутствия навыков проектной деятельности нередко имитируют проектную работу, не позволяя раскрыть весь потенциал этой важнейшей педагогической технологии [2].

Обозначенные выше тенденции развития России наряду с проблемами качественного освоения естественно-научных дисциплин обосновывают актуальность изучаемой тематики, предопределяя необходимость дальнейшего развития педагогической мысли в данном направлении, а также популяризации

на практике проектного обучения, позволяющего более качественно и эффективно осваивать дисциплины естественно-научного цикла [3].

Цель исследования: раскрыть особенности педагогических (дидактических) методов осуществления эффективной проектной деятельности учащихся старших классов при изучении естественно-научных дисциплин (химии).

Материалы и методы исследования

В педагогическом эксперименте, который осуществлялся на базе Регионального школьного технопарка Астраханской области, приняли участие старшеклассники 9–11 классов (64 человека). Авторские исследовательские проектные работы были проведены во внеурочное время.

Для достижения поставленной цели применялись следующие методы: общетеоретические (анализ литературы, изучение государственных нормативных документов), эмпирические (анкетирование, констатирующий и формирующий эксперименты), статистические методы обработки результатов исследования и качественного анализа экспериментальных данных.

Материалами для исследования послужили научные труды отечественных авторов, работающих по заявленной проблематике и нормативные документы [1–6].

Результаты исследования и их обсуждение

Термин «проектная деятельность» в контексте школьного образования к настоящему времени получил широкое освещение в педагогической литературе [4–7], но единого понимания этой категории не выработано до сих пор.

Так, Я. В. Капыткова приводит определение категории «образовательный проект», но при этом наблюдается отождествление понятия с термином «проектная деятельность», несмотря на существующие очевидные различия [5]. Отметим, что очень важно четко различать эти термины, чтобы избежать путаницы и правильно применять их на практике. Понимание различий имеет значение как для педагогов, так и для учащихся, т. к. позволяет более эффективно

организовывать учебный процесс и разрабатывать образовательные стратегии, направленные на развитие естественно-научной грамотности и других компетенций.

По мнению П. Д. Рабиновича и соавторов, проект – это совместная деятельность учителя и школьников по достижению единой образовательной цели [7, с. 10]. Данный подход соответствует большинству трактовок других исследователей [6], но, на наш взгляд, не учитывает особенности проектного обучения.

В проектном обучении учащиеся не только участвуют в процессе обучения, но и принимают на себя активную роль в его организации и реализации. Учитель выступает в роли наставника, консультанта и координатора. Таким образом, проектное обучение – это не просто «совместная деятельность учителя и школьников», а метод, который позволяет развивать у учащихся ключевые компетенции, такие как критическое мышление, креативность, коммуникация, командная работа, инициатива и самостоятельность.

Проектная деятельность учащихся в школьном образовании имеет множество достоинств, которые видятся прежде всего в том, что данная технология позволяет самостоятельно осваивать научно-практические знания, развивать ключевые компетенции, видеть реальные результаты обучения – продукты деятельности, формировать и развивать навыки планирования, опыт работы в команде [8].

С учетом перечисленных преимуществ первостепенную и решающую роль проектная деятельность приобретает при обучении естественно-научным дисциплинам, относящимся к одним из самых сложных для полноценного и качественного освоения. Кроме того, их понимание в части видового состава, межпредметных связей вызывает в научном сообществе множество дискуссий.

Основной причиной существующей полемики является то, что только в конце XX столетия появилась первая формулировка естественно-научного

образования, которое «считается знаниями в области естественных наук» [13, с. 207]. Отдельные дисциплины в общем перечне естественных наук и сегодня вызывают споры среди специалистов. Традиционно естественно-научная область включает такие дисциплины, как химия, физика, биология, астрономия, география, геология, математика. В свою очередь математика в действующей квалификации наук не относится к областям естественно-научного цикла [1]. Математика – это мощный инструмент для изучения природы, без нее естественные науки не могли бы развиваться.

Обобщая приведенные позиции специалистов, можно заключить, что проектная работа учащихся на уроках естественно-научного цикла представляет собой тандем педагога и обучающихся с целью развития познавательной активности, повышения мотивации и активизации навыков самостоятельной исследовательской работы с учебным материалом для успешного освоения дисциплин естественно-научного цикла и приобретения естественно-научного воззрения в целом [10; 11].

Проектная деятельность в естественно-научном образовании имеет ряд особенностей, которые влияют на требования, содержание, форму и условия реализации проектов. Некоторые особенности приведены на схеме (рис.).

Рисунок – Основные требования и особенности проектной деятельности в естественно-научном образовании



Среди дисциплин естественно-научного образования наибольшие затруднения у учащихся вызывает школьный курс химии. К проблемам, связанным с обучением химии, относятся:

абстрактность материала – множество понятий и процессов в химии (атомные структуры, молекулы и химические реакции) могут быть трудными для понимания учащимися, особенно на начальных этапах;

необходимость запоминания больших объемов информации (формул, реакций и терминов);

связь теории и практики – многие учащиеся не понимают, как знания применяются в реальной жизни, что приводит к снижению мотивации.

Проектная деятельность в обучении химии является одной из эффективных стратегий в решении этих проблем. Она включает применение теории на практике через реальные проекты, что помогает учащимся углублять свои знания и навыки.

В частности, на уроках целесообразно использовать различные элементы проектной деятельности, которые выбираются и предлагаются учащимся с учетом уровня их подготовки, целей и задач учебного материала, а также уровня образовательной ступени (в зависимости от класса) (табл. 1).

Таблица 1 – Особенности реализации проектов на уроках химии в школе

Вид (форма) проектной деятельности	Особенности применения в рамках школьного образования	Преимущества использования при изучении темы урока
9 класс средней общеобразовательной школы		
Краткосрочные, групповые учебно-исследовательские проекты	Междисциплинарные проекты с региональной направленностью	Развивает сотрудничество, взаимодействие (коллективная работа)
10 класс средней общеобразовательной школы		
Групповые исследовательские проекты с межпредметными составляющими	Реализация проектов посредством STEAM-технологий	Повышает успеваемость, легкость освоения сложного материала за счет межпредметных связей
11 класс средней общеобразовательной школы		
Индивидуальные исследовательские	Результаты таких проектов имеют практический выход и	Мотивирует получать новые знания, активизирует

проекты с химическим экспериментом	перспективы разработок	дальнейших	навыки работы	самостоятельной
------------------------------------	------------------------	------------	---------------	-----------------

В качестве примера в таблице приведены отдельные виды проектной деятельности на уроках химии учащихся 9–11 классов средней школы.

Анализируя данные таблицы, отметим, что для учащихся 9 классов целесообразнее использовать краткосрочные, групповые учебно-исследовательские проекты. Изучение на этой ступени образования особенностей химии металлов и неметаллов, образуемых ими неорганических соединений и их свойств предоставляет широкие возможности для межпредметных проектов, связанных не только с дисциплинами естественно-научного цикла, но и с предметами гуманитарной сферы. Основной особенностью таких проектов является использование регионального компонента, что обеспечивает всестороннее развитие школьников, позволяет развивать их интеллектуальные способности и формирует устойчивую нравственную позицию [12].

При организации проектной работы с учащимися 10 классов целесообразно использовать групповую работу с обязательным включением межпредметных связей (например, органическая химия и физика, экология). Все проекты выполняются посредством STEAM-технологий. Применение STEAM-подхода направлено на устранение разрыва между практикой и теорией, оно позволяет создавать логические связи между дисциплинами, а также дает возможность формировать глобальное мышление и замечать закономерности в разных сферах деятельности.

Учащиеся 11 класса были вовлечены в выполнение индивидуальных долгосрочных исследовательских работ с проведением химического эксперимента.

Проектная деятельность (как один из самых ярких примеров практико-ориентированного обучения) имеет огромное значение для развития школьников. Она не только способствует освоению учебного материала, но и

развивает множество навыков и качеств, необходимых для успешной жизни и профессиональной карьеры. Рассмотрим основные аспекты, на которые направлена такая деятельность:

самостоятельное приобретение знаний – школьники учатся исследовать и познавать мир самостоятельно, что способствует развитию их познавательных способностей;

овладение навыками – экспериментальная работа помогает школьникам не только теоретически усвоить знания, но и применить их на практике, развивая навыки проведения химического эксперимента;

обобщение результатов и формулирование выводов – школьники учатся систематизировать и анализировать полученные данные, что развивает их логическое и аналитическое мышление;

развитие умственных способностей – практическая деятельность помогает развивать навыки решения задач, творческого мышления и критического анализа;

воспитание потребительской культуры – учащиеся учатся осознанно относиться к информации, уметь анализировать и оценивать ее, что помогает им становиться более критически мыслящими и компетентными потребителями информации.

Этот подход способствует не только усвоению знаний, но и формированию самостоятельности, широкого кругозора и разнообразных компетенций у школьников.

Особенность реализации проектной деятельности в естественно-научном образовании заключается в применении химического эксперимента, который играет важную роль в обучении, позволяет проверить и закрепить знания на практике, это способствует глубокому пониманию материала. Проведение химических экспериментов требует умения анализировать информацию и применять логическое мышление, развивает способность решать проблемы. Химический эксперимент помогает усвоению теоретических основ дисциплин

на практике, это является важным шагом к формированию профессионального химического образования.

Экспериментальное исследование также стимулирует развитие творческого мышления и самостоятельную работу, помогает закрепить полученные знания и развить навыки работы с оборудованием.

Педагогическое экспериментальное исследование осуществлялось на базе Регионального школьного технопарка Астраханской области. Все учащиеся были поделены на три экспериментальные группы: первая группа – 9 класс, вторая группа – 10 класс, третья группа – 11 класс. Естественный эксперимент состоял из трех этапов: констатирующего, формирующего и контрольного. В эксперименте приняли участие две группы из каждого класса: экспериментальная (ЭГ) и контрольная (КГ).

Критерием оценки эффективности проектной деятельности был выбран уровень развития исследовательских умений школьников. Для получения наиболее полной картины использовали комплексный подход. Оценка включала несколько компонентов (табл. 2).

Таблица 2 – Компоненты оценки уровня развития исследовательских умений

Компоненты	Уровни		
	Низкий	Средний	Высокий
Мотив	5 баллов и менее	6–11 баллов	12–15 баллов
Навык практической работы	5 баллов и менее	6–11 баллов	12–15 баллов
Самостоятельность	5 баллов и менее	6–11 баллов	12–15 баллов

Основной целью констатирующего этапа педагогического эксперимента было определение начального уровня исследовательских умений, результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты диагностического этапа педагогического эксперимента

Уровень развития	9 класс (12 человек)		10 класс (10 человек)		11 класс (10 человек)	
	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ
Высокий	1	1	3	2	2	2
Средний	4	5	5	5	7	6
Низкий	7	6	2	3	1	2

Согласно данным таблицы 2, высокий уровень развития исследовательских умений показали только два ученика 9 класса. Учащиеся старшей школы продемонстрировали в основном средний уровень развития исследовательских умений.

Отметим, что низкий уровень развития исследовательских умений отличается преобладанием внешних мотивов. Отсутствие внутренней мотивации может быть связано с недостаточным интересом к предмету, непониманием значимости исследования, неуверенностью в собственных силах и страхом ошибиться. Кроме того, низкий уровень характеризуется у школьников затруднением при выполнении заданий практически на всех этапах исследования, причиной, как правило, является отсутствие необходимых знаний, навыков и компетенций в области исследовательской деятельности. Школьники с низким уровнем исследовательских умений часто используют аналогию как основной метод решения задач. Они пытаются решить новую проблему, опираясь на уже известные решения, не стремясь к самостоятельному анализу и поиску новых путей.

При среднем уровне развития учащиеся способны проявлять помимо внешних еще и внутренние мотивы, такие школьники демонстрируют более сбалансированный подход к исследовательской деятельности. Они начинают

чувствовать внутреннюю мотивацию и проявляют некоторые элементы самостоятельности.

Учащиеся с высоким уровнем развития демонстрируют глубокое понимание процесса исследования и обладают необходимыми компетенциями для самостоятельной работы. Наблюдается преобладание внутренних познавательных мотивов, школьников мотивирует не только результат, но и сам процесс исследования. Ребята владеют полным комплексом умений, необходимых для проведения исследования на высоком уровне: они умеют формулировать сложные вопросы исследования, строить гипотезы, выбирать методы исследования, собирать и анализировать данные, проводить эксперименты, обрабатывать информацию, формулировать обоснованные выводы и эффективно презентовать результаты.

Основным этапом педагогического эксперимента является формирующий, где происходит непосредственно реализация проектов. Школьники в соответствии с выбранной темой и целями проекта начинают воплощать свои идеи, используя разные методы и ресурсы. Педагог оценивает работу школьников на каждом этапе проекта, дает им обратную связь и помогает корректировать их действия. Этот этап позволяет оценить эффективность проектного подхода и его влияние на успеваемость и развитие компетенций школьников.

В ходе контрольного этапа педагогического эксперимента были проанализированы полученные результаты и оценено влияние проектной деятельности на развитие уровня исследовательских умений (табл. 4).

Таблица 4 – Результаты контрольного этапа, %

Уровень развития	9 класс (12 человек)		10 класс (10 человек)		11 класс (10 человек)	
	до	после	до	после	до	после
Высокий	9	33	20	40	20	50
Средний	33	50	50	50	60	50

Низкий	58	17	30	10	20	-
--------	----	----	----	----	----	---

Комментируя данные, представленные в таблице 4, отметим: проектная деятельность позволила увеличить уровень развития исследовательских умений у девятиклассников до 33 % (по сравнению с исходными 9 %). Средний уровень развития составил 50 %, что на 17 % больше, чем до участия в проекте, когда средний уровень показали 33 % учащихся. Низкий уровень развития наблюдали только у 17 % против 58 % до проведения мероприятия. У десятиклассников поднялся практически в два раза высокий уровень развития и уменьшился низкий уровень в три раза. Одиннадцатиклассники сократили на 20 % низкий уровень развития, улучшили уровень в 2,5 раза и снизили средний на 10 процентных пунктов. Уровень КГ не изменился.

Таким образом, данные контрольного этапа педагогического эксперимента демонстрируют положительные результаты влияния реализации проектов в естественно-научном дополнительном образовании. Проектная деятельность, основанная на химических экспериментах, играет важную роль в формировании у учащихся не только знаний, но и навыков, необходимых для дальнейшего обучения и профессионального роста.

Вывод

Рассмотрение проектной деятельности школьников, обучающихся в средней общеобразовательной школе, в контексте естественно-научного образования позволяет выделить следующие наиболее важные аспекты, раскрывающие суть и особенности этой важнейшей для современных школьников исследовательской деятельности:

дисциплины естественно-научного цикла традиционно относятся к одним из самых сложных для самостоятельного освоения школьниками, поэтому в процессе обучения целесообразно использовать различные формы проектной работы, которые интересны учащимся, позитивно влияют на мотивацию к

познанию новых областей, развивают навыки самостоятельной работы, делая обучения интересным, легким и понятным в целом;

в ходе использования проектного обучения в химии важно учитывать определенные организационно-педагогические моменты – требуется четкое соблюдение правил работы в химической лаборатории, необходимо заранее определить оборудование и материалы, а также обеспечить их доступность и безопасность в использовании.

Реализация межпредметных и надпредметных проектов в предметно-содержательной области позволит достичь учебно-воспитательной цели, расширяя познания учащихся в смежных областях знаний (химия и биология; экология, биология и химия); качество организации проектной работы во многом зависит от учителя, являющегося наставником, организатором познавательной деятельности учащихся. Грамотное планирование и четкое руководство положительно влияет на психологический климат в коллективе и способствует успешному обучению.

Данные педагогического эксперимента показали, что уровень развития исследовательских умений учащихся ЭГ повысился по сравнению с КГ примерно на 20 %. Кроме того, было отмечено увеличение уровня мотивации к изучению химии у учащихся ЭГ.

Таким образом, в условиях модернизации школьного образования и популяризации естественно-научных знаний проектная деятельность учащихся приобретает первостепенное значение, диктуя необходимость обобщения и развития педагогического опыта с учетом передовых технологий, а также повышения профессиональных компетенций учителей-предметников в области естественно-научного образования.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Фещенко Т. С., Рогова О. В., Завьялова О. С. Естественно-научное образование школьников: от теории к практике // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. № 9-2 (99). С. 161–169.
2. Загороднюк Т. И. Проектное обучение в школах США, Франции и России // Инновационная научная современная академическая исследовательская траектория. 2022. № 1 (9). С. 124–135.
3. Кучер Б. Д. Формирование профессиональной компетентности учителей естественно-научного цикла: сущность, структура и функции // Концепт. 2024. № 4. С. 158–172.
4. Зенкина С. В., Герасимова Е. К. Сетевая проектно-исследовательская деятельность в современной школе: монография. М.: Изд-во Юрайт, 2023. 152 с.
5. Капыткова Я. В. Проектная деятельность: понятие и сущность // Теория и практика современной науки. 2019. № 5 (47). С. 250–252.
6. Долганов Д. Н. Проблемы и перспективы проектного обучения // Вестник экспериментального образования. 2021. № 2 (27). С. 39–47.
7. Рабинович П. Д., Заведенский К. Е., Самойлов Н. Е. Школа проектных технологий: интернет вещей в межпредметном обучении // Информатика и образование. 2020. № 9 (318). С. 6–19.
8. Стук А. В., Гореликов М. И. Формирование естественно-научной грамотности как фактор развития мотивации к изучению химии // Современное педагогическое образование. 2024. № 5. С. 117–121.
9. Колягина Л. М. Проектная и исследовательская деятельность школьников в контексте требований ФГОС // Образовательный альманах. 2022. № 2 (52). С. 100–102.
10. Садуллоева М. Ф. Интегративный подход в естественно-научном образовании // Вестник науки. 2024. Т. 1. № 6 (75). С. 994–997.
11. Федулов М. А., Мосолова Ю. В. Проектная деятельность в рамках внеурочной деятельности // Вестник науки. 2024. Т. 4. № 6 (75). С. 711–720.

Педагогические исследования. 2024. Вып. 4. С. 100–119.
Pedagogical Research. 2024. Vol. 4. P. 100–119.

12. Садомцева О. С., Шакирова В. В., Шакиров И. А. Особенности реализации проектного обучения химии в школе // Проблемы современного педагогического образования. 2021. № 70-3. С. 274–277.

13. Коджаспирова Г. М., Коджаспиров А. Ю. Словарь по педагогике. М.: ИКЦ «МарТ», 2005. 448 с.

References

1. Feshchenko T. S., Rogova O. V., Zavyalova O. S. Science education of schoolchildren: from theory into practice. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal = International Research Journal*. 2020;(2(99)):161-169. (In Russ.).

2. Zagorodnyuk T. I. Project-based learning in schools in the USA, France and Russia. *Innovacionnaya nauchnaya sovremennaya akademicheskaya issledovatel'skaya traektoriya = Innovative scientific modern academic research trajectory*. 2022;(1(9)):124-135. (In Russ.).

3. Kucher B. D. Formation of professional competence of teachers of natural science cycle: essence, structure and functions. *Koncept = Concept*. 2024;(4):158-172. (In Russ.).

4. Zenkina S. V., Gerasimova E. K. Network project-research activities in a modern school. Monograph. Moscow: Unright; 2023. 152. (In Russ.).

5. Kaptkova Y. V. Project activities: the concept and essence. *Teoriya i praktika sovremennoj nauki = Theory and practice of modern science*. 2019;(5(47)):250-252. (In Russ.).

6. Dolganov D. N. Problems and prospects of project-based learning. *Vestnik eksperimental'nogo obrazovaniya = Bulletin of experimental education*. 2021;2(27):1-8. (In Russ.).

7. Rabinovich P. D., Zavedenskiy K. E., Samoylov N. E. School of project technologies: The internet of things in the interdisciplinary learning. *Informatika i obrazovanie = Informatics and education*. 2020;(9):6-19. (In Russ.).

8. Stuk A. V., Gorelikov M. I. Formation of natural-scientific literacy as a factor in the development of motivation to study chemistry. *Sovremennoe pedagogicheskoe obrazovanie = Modern pedagogical education*. 2024;(5):117-121. (In Russ.).
9. Kolyagina L. M. Project and research activities of schoolchildren in the context of the requirements of FSES. *Obrazovatel'nyj al'manah = Educational Almanac*. 2022;(2(52)):100-102. (In Russ.).
10. Sadulloeva M. F. Integrative approach in natural science education. *Vestnik nauki = Bulletin of science*. 2024;(6(75)):994-997. (In Russ.).
11. Fedulov M. A., Mosolova Y. V. Project activity within the framework of extra-lesson activity. *Vestnik nauki = Bulletin of science*. 2024;(6(75)):711-720. (In Russ.).
12. Sadomtseva O. S., Shakirova V. V., Shakirov I. A. Specifics of implementing project-based chemistry education at school. *Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya = Problems of modern pedagogical education*. 2021;(70-3):274-277. (In Russ.).
13. Kodjaspirova G. M., Kodjaspirov A. Yu. Dictionary of Pedagogy. Moscow: ICC «March»; 2005. 448 p. (In Russ.).

Информация об авторах

В. В. Шакирова – кандидат химических наук, доцент; доцент кафедры фундаментальной и прикладной химии;

О. С. Садомцева – кандидат химических наук, доцент; доцент кафедры фундаментальной и прикладной химии.

Information about the authors

Viktoriya V. Shakirova – PhD in Chemistry; Associate Professor of the Chair of Fundamental and Applied Chemistry;

Olga S. Sadomtseva – PhD in Chemistry; Associate Professor of the Chair of Fundamental and Applied Chemistry.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 29.04.2024; одобрена после рецензирования 23.09.2024; принята к публикации 09.12.2024.

The article was published 29.04.2024; approved after reviewing 23.09.2024; accepted for publication 09.12.2024.