

ОБЩАЯ ПЕДАГОГИКА, ИСТОРИЯ ПЕДАГОГИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ/GENERAL PEDAGOGY, HISTORY OF PEDAGOGY AND EDUCATIONDOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.164.66>**УРОКИ ХИМИИ В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ВЫЗОВЫ ДЛЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Научная статья

Лобанов А.В.^{1,*}, Ширяев С.Д.², Куликов А.Н.³¹ORCID : 0000-0003-4205-7630;²ORCID : 0009-0001-5345-7464;³ORCID : 0009-0001-4126-7524;^{1,3}Московский педагогический государственный университет, Москва, Российская Федерация^{1,2}Российская академия образования, Москва, Российская Федерация²Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (av.lobanov[at]mpgu.su)

Аннотация

Настоящая работа посвящена значению школьного химического образования в научно-технологическом развитии Российской Федерации, а также возникшим вызовам и угрозам в связи с трендом проведения учебных занятий в дистанционном режиме, заданным санитарно-эпидемиологической обстановкой по время пандемии COVID-19. Рассматриваются особенности проведения государственной итоговой аттестации по химии при ее дистанционном изучении, а также его влияние на изучения химической науки в рамках образовательных программ высшего образования. Приводятся доводы в пользу того, что дистанционное обучение химии может быть только вынужденной мерой, способствующей получению ребенком конституционного права на получение общего образования при невозможности реализации этого права в очном формате по тем или иным причинам.

Ключевые слова: химическое образование, дистанционное обучение, научно-технологическое развитие, научно-технологический суверенитет.

CHEMISTRY LESSONS IN THE CONTEXT OF DISTANCE LEARNING: PROSPECTS AND CHALLENGES FOR SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN FEDERATION

Research article

Lobanov A.V.^{1,*}, Shiryayev S.D.², Kulikov A.N.³¹ORCID : 0000-0003-4205-7630;²ORCID : 0009-0001-5345-7464;³ORCID : 0009-0001-4126-7524;^{1,3}Moscow State Pedagogical University, Moscow, Russian Federation^{1,2}The Russian Academy of Education, Moscow, Russian Federation²The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russian Federation

* Corresponding author (av.lobanov[at]mpgu.su)

Abstract

This paper is devoted to the importance of school chemistry education in the scientific and technological development of the Russian Federation, as well as the challenges and threats that have arisen in connection with the trend of conducting classes remotely, set by the sanitary and epidemiological situation during the COVID-19 pandemic. The features of the state final certification in chemistry during its distance learning are considered, as well as its impact on the study of chemical science within the framework of higher education programs. Arguments are given in favor of the fact that distance learning of chemistry can only be a forced measure that helps a child obtain the constitutional right to receive a general education when it is impossible to realize this right in person for one reason or another.

Keywords: chemical education, distance learning, scientific and technological development, scientific and technological sovereignty.

Введение

Качественное преподавание химической науки на уровне основного общего и среднего общего образования является важнейшей и, более того, стратегической государственной задачей, поскольку оно играет важную роль при формировании целостной естественно-научной картины мира, создает необходимую основу для интеллектуального и нравственного совершенствования обучающихся [1], которые через некоторое время составят основу российского гражданского общества, будут принимать участие в решении судьбоносных для нашей страны вопросов. Отдельно следует отметить, что преподаванию естественно-научных дисциплин прямо или косвенно уделено особое значение и в документах стратегического целеполагания и стратегического планирования. В начале 2024 г. Президентом Российской Федерации была утверждена Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации, которая констатирует «неразрывную взаимосвязь между научно-образовательным, научно-технологическим,

промышленным потенциалом страны и взаимозависимость их развития» [2]. Отдельно Президент во время послания Федеральному Собранию Российской Федерации в феврале 2024 г. обозначил важность модернизации отечественной научной инфраструктуры, в том числе путем поддержки развития химической промышленности [3]. В июне 2024 г. состоялось заседание Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию, в ходе которого отдельно поднимался вопрос существующей парадигмы преподавания химии, физики и биологии в школах. Следует отметить, что по результатам прошедшего обсуждения В.В. Путиным был издан Перечень поручений Правительству Российской Федерации [4], в котором среди поставленных задач было повышение качества преподавания математики и естественно-научных дисциплин и включение соответствующих мероприятий в национальный проект «Молодежь и дети». Такое пристальное внимание к химическому образованию в школах со стороны высшего руководства страны детерминировано тем, что развитие школьного химического образования призвано стимулировать обучающихся выбирать для дальнейшего получения высшего образования инженерно-технические направления подготовки (специальности) [5], [6] и в связи с этим формировать профессиональную и научную базу для реализации обозначенных векторов научно-технологического развития российского государства [7].

В 2020 г. мир столкнулся с пандемией COVID-19, в связи чем образовательные организации были вынуждены перейти на особый режим предоставления образования (в том числе общего) в дистанционном формате в рамках специальных санитарно-эпидемиологических мер. Полноценность такого формата обучения на сегодняшний день является дискуссионной, но тем не менее многие образовательные организации, получив такой опыт работы, продолжают реализовывать его и в условиях отсутствия эпидемиологических угроз. В связи с этим целесообразно проанализировать особенности появившейся новой формы преподавания химии в дистанционном формате на предмет ее положительных черт и возникающих угроз для системы естественно-научного образования и, как следствие, научно-технологического развития российского государства.

Преимущества и недостатки дистанционного обучения

Положительной стороной дистанционного обучения является отсутствие необходимости транспортировки обучающихся в образовательную организацию. Субъекты Российской Федерации весьма контрастны по геолого-географическим условиям, в связи с чем возникают ситуации, когда школы находятся на больших расстояниях от мест проживания обучающихся. Выбор в пользу дистанционного обучения является одним из механизмов обеспечения общедоступности общего образования, гарантированной ч. 2 ст. 43 Конституции Российской Федерации [8], в условиях транспортных трудностей. В этом контексте важно отметить и периоды прекращения очных занятий в общеобразовательных организациях в связи с неблагоприятными погодными условиями, сейсмологической обстановкой и т.д., что может быть компенсировано дистанционными уроками.

Также отдельно нужно обозначить и важность возможности получения дистанционного образования для обучающихся, находящихся на длительном лечении, при котором ученик вынужден находиться в медицинском стационаре или на дому. Специалистами отмечается, что дистанционное обучение при обучении длительно болеющих детей стало таким же традиционным, как и очное [9]. Распространены случаи, когда воспитанники госпитальных школ не имеют возможности перемещаться из палаты в школьный сектор или даже встать с кровати и занять место за столом в палате, поэтому при организации учебного процесса в таких условиях активно используются дистанционные образовательные технологии, благодаря чему обучающийся имеет возможность принимать участие в групповом или индивидуальном уроке с помощью смартфона, планшета или ноутбука, что в конечном итоге позволяет воспитанникам госпитальных школ получать качественное и полноценное общее образование. Несмотря на это, С.В. Шариковым отмечается незаменимость очного общения педагога с учеником «глаза в глаза», что выступает «важнейшей характеристикой полноценной школы в стационаре медицинской организации и является стержнем педагогической концепции <госпитальных школ>» [10].

Отдельно исследователи показывают, что дистанционный формат образования позволяет экономить время как учеников, так и преподавателей, способствует освоению обучающихся в процессах цифровизации [11]. С этим трудно не согласиться, так как участники образовательного процесса, работая дистанционно, могут не тратить время на дорогу до места работы или учебы. Более того, Д. Финч и К. Джейкобс среди важных положительных черт такого обучения отмечают возможность выбора учениками образовательного контента [12], что также является важным при выстраивании индивидуальной образовательной траектории при имеющемся общемировом тренде к персонализации обучения, исходя из интересов и запросов учеников [13].

Следует обозначить, что реализация дистанционного формата обучения возможна лишь при должном материально-техническом оснащении преподавателей и обучающихся. Исследователями НИУ «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ) отмечена неоднородность доступности цифровых технологий для участников образовательного процесса в период пандемии: к примеру, отсутствие технической возможности проведения занятий было обозначено 16% опрошенных учителей (возможность проведения видеоконференций отсутствовала у 56% педагогов) [14]. Сегодня ситуация изменилась, но тем не менее нужно отдавать отчет, что имеющиеся проблемы, связанные с доступностью высокоскоростной сети «Интернет», технических средств и т.п., в Российской Федерации остаются. К примеру, в апреле 2024 г. заместитель Председателя Правительства Российской Федерации Д.Н. Чернышенко заявил, что широкополосный интернет доступен 86,4% домохозяйств [15]. Таким образом, значительная часть населения не имеет возможности участвовать в реализации образовательного процесса в дистанционном формате. Отдельно следует обратить внимание на необходимость использования специальных технических средств при обучении химии в дистанционном формате, в частности, графических планшетов, что создает дополнительные трудности для проведения уроков в таком формате.

Реализация практической компоненты при дистанционном обучении химии

Требуется обозначить невозможность реализации крайне значимой компоненты рабочих программ дисциплины в части организации лабораторных работ и практических занятий, в ходе которых ученику необходимо осваивать навыки работы с химическим оборудованием, в том числе органолептическими методами оценивать физические свойства веществ. Причем действующие Федеральные государственные образовательные стандарты основного общего и среднего общего образования (ФГОС ООО и ФГОС СОО) среди предметных результатов освоения химической дисциплины в рамках вышеобозначенных уровней образования предписывают формирование практических компетенций у обучающихся по работе с химическим лабораторным оборудованием, что невозможно реализовать в условиях дистанционного освоения образовательной программы.

Среди подходов к решению данной проблемы — демонстрация записанных учебных видео-экспериментов, которые могут способствовать овладению техники безопасного поведения с реактивами и теоретически обучить правильной работе в химической лаборатории, при этом данная практика, по мнению авторов, не является достаточной и полноценной. Требуется заметить, что зачастую педагоги используют видео-демонстрации и при очной работе с обучающимися, что связано, например, со сложностью или повышенной опасностью проведения тех или иных опытов. Ранее нами было показано, что такие демонстрации могут помочь решить задачу формирования представлений у обучающихся о физических свойствах веществ, а также визуальных и звуковых изменениях, сопровождающих химические превращения [16].

Сведение практической части в занятиях по химии к минимуму вызывает ряд проблем. Среди них сложность прохождения государственной итоговой аттестации (ГИА) по химии в 9 классе в формате основного государственного экзамена (ОГЭ), который в рамках существующей в течение многих лет модели контрольно-измерительных материалов (КИМ) предусматривает проведение «реального эксперимента» с целью проверки практических навыков выпускников. Можно предположить, что обучающиеся, изучающие химию в дистанционном формате, не будут успешными при оценивании этих практических навыков. Ранее авторами были предложены пути решения этой проблемы для категории обучающихся, не имеющих возможности работы с лабораторным оборудованием и реактивами по причине наличия медицинских противопоказаний [17]. Отдельного внимания заслуживает применение технологий виртуальной/дополненной реальности (VR/AR), позволяющих, по мнению Д.С. Чайковского и В.Ф. Изотовой, повысить учебную мотивацию обучающихся [18]. Важной особенностью такого подхода (в отличие от видео-экспериментов) является формирование не только визуальных образов, связанных с протеканием химических процессов, но и практики взаимодействия с виртуальной средой, что подробно описывается Ж.Н. Шилько и соавторами [19]. Требуется обратить внимание на то, что использование VR-технологий является весьма дорогостоящим в связи с необходимостью закупки специального оборудования. Более того, их применение требует специального обучения как педагога, так и ученика. Наиболее доступными являются именно AR-технологии, практика применения которых на уроках химии подробно описана А.А. Белохвостовым и Е.Я. Аршанским [20]: авторы показывают использование весьма несложных интерактивных платформ и программ, к которым могут быть отнесены и распространенные «онлайн-лаборатории», устанавливаемые сегодня даже на смартфоны. Их использование, на наш взгляд, может повысить познавательный интерес обучающихся. К тому же такие несложные интерактивные программы возможно создавать ученикам самостоятельно, что обеспечит межпредметные связи химии и информатики. В качестве примера можно привести разработанную нами ранее методику обучения проведения фотокolorиметрии окрашенных растворов во время проведения внеурочных занятий, требующую проведения аппроксимации, что может быть реализовано программой MS Excel [21].

Отдельно требуется обратить внимание на довольно распространенную практику проведения «домашнего» химического эксперимента. К примеру, А.Э. Маганева описывает опыт выращивания кристаллов и приготовления карамели в домашних условиях, что позволяет на практике обучающимся рассмотреть физические и химические явления, происходящие с веществами [22]. Н.А. Понамарева описываются методики развития познавательной активности: в качестве примера приводится задача, требующая доказать наличие карбонатов в куриной скорлупе путем ее растворения в разбавленном растворе кислоты (например, уксусной) [23]. Авторы считают, что данная практика является весьма эффективной и позволяет обучающимся соприкоснуться с «реальным экспериментом» в домашних условиях при невозможности сделать это в школьной лаборатории.

Дистанционное обучение как вызов традиционным методам обучения

Следует отметить, что отсутствие практических навыков обращения с химическим оборудованием (даже при условии успешного прохождения ГИА в 11 классе и поступлении на направление подготовки (специальность) химического профиля) сможет послужить препятствием для качественного освоения учебного плана образовательной программы высшего образования, так как классическое обучение химика в высшей школе требует регулярного нахождения студента в химической лаборатории, проведения синтезов, овладения методами анализа веществ и т.д., что предполагает наличие определенной подготовки к этому в рамках полученного школьного среднего общего образования.

При этом, как было отмечено ранее, особую роль изучение химической науки играет для формирования кадрового потенциала государства и как следствие обеспечения национальной безопасности страны. Специалисты считают, что ключевым фактором социально-экономического развития страны является формирование человеческого капитала [24], [25], который является во многом результатом социализации личности [26]. Отметим, что нормальный ход социализации, который должен проходить при непосредственном нахождении ученика в образовательной организации, нарушается, когда ребенок учится, находясь дома и подключаясь к урокам с помощью компьютера или мобильного телефона. Таким образом, образование и воспитание молодого человека затруднено при отсутствии очного общения с преподавателями и другими учениками. Важное значение имеет и факт затрудненности проведения

воспитательной работы, являющейся важнейшей компонентой образования как такового, при невозможности личного контакта с обучающимся.

Эти факты заставили многих специалистов пересмотреть традиционные методы преподавания, по всей видимости, сильно менее эффективные при работе в дистанционном формате. Т.А. Казакова в период пандемии COVID-19 отмечала вынужденную существенную перестройку учебного процесса [27], в том числе обновление функционала преподавателя, требующего особых подходов, например, к удержанию внимания обучающихся, верификации их академической честности и т.п. Отдельно А.Х. Гусевой показана практика адаптации содержания учебного процесса, направленная в том числе на усиление концентрации внимания студентов, организации их проектной деятельности с помощью компьютеров и смартфонов (планшетов) [28]. При этом Е.И. Никитина и Е.В. Рогова констатируют повышение роли самоконтроля и самоорганизации обучающихся, занимающихся химией дистанционно, что требует и более строгих требований со стороны преподавателя, например, установление «жесткого» регламента сдачи письменных работ и пр. [29].

Заключение

Авторы считают, что дистанционное обучение учебному предмету химии может быть только вынужденной мерой, способствующей получению ребенком конституционного права на получение общего образования при невозможности реализации этого права в очном формате, как было показано ранее, например, при медицинских противопоказаниях к очному посещению занятий, физической затрудненности доставки обучающегося в образовательную организацию, ужесточением санитарно-эпидемиологических мер в силу различных причин и пр.

При этом невозможность очного непосредственного общения со сверстниками и с педагогами скорее будет иметь негативные последствия для развития личности и, следовательно, для общества в целом, а отсутствие возможности проведения лабораторных и практических работ снизит заинтересованность обучающихся химической наукой, создаст препятствие преемственности системы «школа-ВУЗ», что способно оказать в последствии негативное влияние на научно-технологическое развитие Российской Федерации в целом.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Решение Коллегии Министерства просвещения Российской Федерации, протокол от 03.12.2019 № ПК-4вн «Концепция преподавания учебного предмета «Химия» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы». — URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/0b91a0fbd7deae619ad552137f44dc3d/download/2677/> (дата обращения: 23.09.2025).
2. Указ Президента Российской Федерации от 28.02.2024 № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». — URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358> (дата обращения: 23.09.2025).
3. Перечень поручений по итогам заседания Совета по науке и образованию и встречи с получателями мегагрантов и ведущими учеными : (утвержден Президентом Российской Федерации 30.07.2024 № Пр-1435). — URL: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/74689> (дата обращения: 23.09.2025).
4. Послание Президента Российской Федерации Федеральному Собранию от 29.02.2024 «Послание Президента Федеральному Собранию». — URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/messages/73585> (дата обращения: 23.09.2025).
5. Ширяев С.Д. Сравнительный анализ динамики предметной подготовки учителей химии в крупнейших педагогических вузах России / С.Д. Ширяев, А.В. Лобанов // Наука и школа. — 2023. — № 6. — С. 138–150.
6. Ширяев С.Д. К вопросу о совершенствовании химического педагогического образования в контексте формирования научно-технологического суверенитета Российской Федерации / С.Д. Ширяев, А.В. Лобанов // XXII Менделеевский съезд по общей и прикладной химии: материалы. — Москва : ООО «Буки Веди», 2024. — Т. 7. — 157 с.
7. Лобанов А.В. Профессиональная подготовка кадров в интересах научно-технологического развития Российской Федерации / А.В. Лобанов, М.А. Родионов, С.Д. Ширяев // Проблемы современного образования. — 2024. — № 5. — С. 59–72.
8. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020). — URL: <http://pravo.gov.ru/constitution/> (дата обращения: 23.09.2025).
9. Дзенис А.В. Использование онлайн доски Miro в практике дистанционного обучения химии в госпитальной школе / А.В. Дзенис // Актуальные проблемы химического и биологического образования : материалы XIII всероссийской научно-методической конференции. — Москва : Московский педагогический государственный университет, 2024. — С. 92–95.



10. Шариков С.В. Создание образовательной среды для детей, находящихся на длительном лечении в стационарах медицинских учреждений / С.В. Шариков // Российский журнал детской гематологии и онкологии. 2015. — Т. 2. — № 4. — С. 65–73.
11. Исмагамбетова Л.Ш. Проблемы и перспективы дистанционного обучения в условиях COVID-19 пандемии / Л.Ш. Исмагамбетова, Х.С. Раван // Вестник Северо-Казахстанского Университета им. М. Козыбаева. — 2020. — № 3 (48) — С. 184–189.
12. Finch D. Online Education: Best Practices to Promote Learning / D. Finch, K. Jacobs // Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting. — 2012. — № 56 (1). — P. 546–550.
13. Савина Н.В. Методологические основы персонализации образования / Н.В. Савина // Наука о человеке: гуманитарные исследования. — 2020. — Т. 14. — № 4. — С. 82–90.
14. Сапрыкина Д.И. Проблемы перехода на дистанционное обучение в Российской Федерации глазами учителей / Д.И. Сапрыкина, А.А. Волохович. — Москва : НИУ ВШЭ, 2020. — 32 с.
15. Более 85% домохозяйств в России имеют доступ к Интернету // Национальные проекты России. — URL: <https://xn--80aarpemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/news/bole-85-domokhozyaystv-v-rossii-imeyut-dostup-k-internetu/?ysclid=mfwdu3x1co432935388> (дата обращения: 23.09.2025).
16. Ширияев С.Д. Об особенностях практического обучения химии детей, находящихся на длительном лечении / С.Д. Ширияев, А.В. Лобанов // Госпитальная педагогика. Лучшие практики обучения детей, находящихся на длительном лечении в медицинских организациях и на дому : материалы 6-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. — Москва : Институт развития, здоровья и адаптации ребенка, 2024. — С. 58–62.
17. Ширияев С.Д. К вопросу о проведении реального эксперимента при государственной итоговой аттестации в условиях госпитальной школы / С.Д. Ширияев, А.В. Лобанов // Госпитальная педагогика. Лучшие практики обучения детей, находящихся на длительном лечении в медицинских организациях и на дому : материалы 5-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. — Москва : Институт развития, здоровья и адаптации ребенка, 2023. — С. 167–169.
18. Чайковский Д.С. Влияние технологий AR и VR на образовательный процесс / Д.С. Чайковский, В.Ф. Изотова // Информационные технологии в образовании. — 2020. — № 3. — С. 316–319.
19. Шилько Ж.Н. Использование виртуальной реальности в обучении химии / Ж.Н. Шилько, Д.С. Пиртань, А.А. Белохвостов // Вестник науки и образования. — 2021. — № 12–2 (115). — С. 8–10.
20. Белохвостов А.А. Дополненная реальность в преподавании химии: возможности и перспективы использования / А.А. Белохвостов, Е.Я. Аршанский // Свиридовские чтения. — Минск : Белорусский государственный университет, 2018. — С. 131–140.
21. Ширияев С.Д. Фотоколориметрия на внеурочных занятиях / С.Д. Ширияев // Химия в школе. — 2021. — № 9. — С. 68–71.
22. Маганева А.Э. Домашний химический эксперимент, как метод изучения химии / А.Э. Маганева // Наука через призму времени. — 2020. — № 6 (39). — С. 13–15.
23. Понамарева Н.А. Домашний химический эксперимент в курсе химии 8-го класса / Н.А. Понамарева // Ratio et Natura. — 2024. — № 2 (10). — URL: <https://ratio-natura.ru/sites/default/files/2025-10/instruktivnye-karty-dlya-organizacii-domashnego-khimicheskogo-eksperimenta-v-kurse-khimii-8-go-klassa.pdf> (дата обращения: 23.09.2025).
24. Сорокина С.Э. Инвестиции в человеческий капитал как необходимое условие инновационного развития страны / С.Э. Сорокина // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. — 2012. — № 2 (71). — С. 41–43.
25. Яхьяева А.Ю. Влияние на социально-экономическое развитие страны инвестиций в человеческий капитал / А.Ю. Яхьяева // Научные известия. Серия: Социальные и гуманитарные науки. — 2021. — Т. 17. — № 2. — С. 68–72.
26. Дудин Г.А. Профессионализм, социализация и человеческий капитал / Дудин Г.А. // Наука XXI века: актуальные направления развития. — 2017. — № 1–1. — С. 89–91.
27. Казакова Т.А. Дистанционное обучение как современный формат преподавания в вузе / Т.А. Казакова // Организация самостоятельной работы студентов по иностранным языкам. — 2021. — № 4. — С. 92–96.
28. Гусева А.Х. Адаптация образовательного модуля к формату дистанционных практических занятий: методика и практика преподавания / А.Х. Гусева // Инновации. Наука. Образование. — 2020. — № 23. — С. 1647–1653.
29. Никитина Е.И. Использование современных информационных технологий для дистанционного обучения химии / Е.И. Никитина, Е.В. Рогова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. — 2021. — № 1–1 (52). — С. 148–151.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Resheniye Kollegii Ministerstva prosveshcheniya Rossiyskoy Federatsii, protokol ot 03.12.2019 № PK-4vn «Kontseptsiya prepodavaniya uchebnogo predmeta «Khimiya» v obrazovatel'nykh organizatsiyakh Rossiyskoy Federatsii, realizuyushchikh osnovnyye obshcheobrazovatel'nyye programmy» [Decision of the Board of the Ministry of Education of the Russian Federation, protocol dated December 3, 2019 No. PK-4vn "Concept of teaching the subject "Chemistry" in educational institutions of the Russian Federation implementing basic general education programs"]. — URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/0b91a0fbd7deae619ad552137f44dc3d/download/2677/> (accessed: 23.09.2025). [in Russian]
2. Ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 28.02.2024 № 145 «O Strategii nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii» [Decree of the President of the Russian Federation of February 28, 2024 No. 145 "On the Strategy for

Scientific and Technological Development of the Russian Federation"]. — URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358> (accessed: 23.09.2025). [in Russian]

3. Perechen' porucheniy po itogam zasedaniya Soveta po nauke i obrazovaniyu i vstrechi s poluchatelyami megagranto i vedushchimi uchenymi [List of instructions following the meeting of the Council for Science and Education and the meeting with mega-grant recipients and leading scientists] : approved by the President of the Russian Federation on July 30, 2024, No. Pr-1435. — URL: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/74689> (accessed: 23.09.2025). [in Russian]

4. Poslaniye Prezidenta Rossiyskoy Federatsii Federal'nomu Sobraniyu ot 29.02.2024 «Poslaniye Prezidenta Federal'nomu Sobraniyu» [Address of the President of the Russian Federation to the Federal Assembly dated February 29, 2024 "Address of the President to the Federal Assembly"]. — URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/messages/73585> (accessed: 23.09.2025). [in Russian]

5. Shiryayev S.D. Sravnitel'nyy analiz dinamiki predmetnoy podgotovki uchiteley khimii v krupneyshikh pedagogicheskikh vuzakh Rossii [Comparative analysis of the dynamics of subject training of chemistry teachers in the largest pedagogical universities in Russia] / S.D. Shiryayev, A.V. Lobanov // Nauka i shkola [Science and School]. — 2023. — № 6. — P. 138–150. [in Russian]

6. Shiryayev S.D. K voprosu o sovershenstvovanii khimicheskogo pedagogicheskogo obrazovaniya v kontekste formirovaniya nauchno-tehnologicheskogo suvereniteta Rossiyskoy Federatsii [On the issue of improving chemical pedagogical education in the context of the formation of scientific and technological sovereignty of the Russian Federation] / S.D. Shiryayev, A.V. Lobanov // XXII Mendeleyevskiy s"yezd po obshchey i prikladnoy khimii [XXII Mendeleev Congress on General and Applied Chemistry] : proceedings. — Moscow : LLC «Buki Vedi», 2024. — Vol. 7. — 157 p. [in Russian]

7. Lobanov A.V. Professional'naya podgotovka kadrov v interesakh nauchno-tehnologicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii [Professional training of personnel in the interests of scientific and technological development of the Russian Federation] / A.V. Lobanov, M.A. Rodionov, S.D. Shiryayev // Problemy sovremennogo obrazovaniya [Problems of modern education]. — 2024. — № 5. — P. 59–72. [in Russian]

8. Konstitutsiya Rossiyskoy Federatsii (prinyata vsenarodnym golosovaniyem 12.12.1993 s izmeneniyami, odobrennymi v khode obshcherossiyskogo golosovaniya 01.07.2020) [Constitution of the Russian Federation (adopted by popular vote on December 12, 1993, with amendments approved during the all-Russian vote on July 1, 2020)]. — URL: <http://pravo.gov.ru/constitution/> (accessed: 23.09.2025). [in Russian]

9. Dzenis A.V. Ispol'zovaniye onlayn doski Miro v praktike distantsionnogo obucheniya khimii v gosital'noy shkole [Using the Miro online board in the practice of distance learning of chemistry in a hospital school] / A.V. Dzenis // Aktual'nyye problemy khimicheskogo i biologicheskogo obrazovaniya [Current Problems of Chemical and Biological Education] : materials of the XIII All-Russian Scientific and Methodological Conference. — Moscow : Moscow State Pedagogical University, 2024. — P. 92–95. [in Russian]

10. Sharikov S.V. Sozdaniye obrazovatel'noy sredy dlya detey, nakhodyashchikhsya na dlitel'nom lechenii v statsionarakh meditsinskikh uchrezhdeniy [Creating an educational environment for children undergoing long-term treatment in hospitals of medical institutions] / S.V. Sharikov // Rossijskiy zhurnal detskoj gematologii i onkologii [Russian Journal of Pediatric Hematology and Oncology]. — 2015. — V. 2. — № 4. — P. 65–73. [in Russian]

11. Ismagambetova L.Sh. Problemy i perspektivy distantsionnogo obucheniya v usloviyakh COVID-19 pandemii [Challenges and Prospects of Distance Learning during the COVID-19 Pandemic] / L.Sh. Ismagambetova, Kh.S. Ravan // Vestnik Severo-Kazakhstanskogo Universiteta im. M. Kozybayeva [Bulletin of the M. Kozybayev North Kazakhstan University]. — 2020. — № 3 (48) — P. 184–189. [in Russian]

12. Finch D. Online Education: Best Practices to Promote Learning / D. Finch, K. Jacobs // Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting. — 2012. — № 56 (1). — P. 546–550.

13. Savina N.V. Metodologicheskiye osnovy personalizatsii obrazovaniya [Methodological foundations of personalization of education] / N.V. Savina // Nauka o cheloveke: gumanitarnyye issledovaniya [Science of man: humanities research]. — 2020. — V. 14. — № 4. — P. 82–90. [in Russian]

14. Saprykina D.I. Problemy perekhoda na distantsionnoye obucheniye v Rossiyskoy Federatsii glazami uchiteley [Problems of the transition to distance learning in the Russian Federation through the eyes of teachers] / D.I. Saprykina, A.A. Volokhov. — Moscow : SRC HSE, 2020. — 32 p. [in Russian]

15. Bolee 85% domokhozyaystv v Rossii imeyut dostup k Internetu [D.N. Chernyshenko: More than 85% of households in Russia have access to the Internet] // National projects of Russia. — URL: <https://xn--80aapampemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/news/bole-85-domokhozyaystv-v-rossii-imeyut-dostup-k-internetu/?ysclid=mfwdu3x1co432935388> (accessed: 23.09.2025). [in Russian]

16. Shiryayev S.D. Ob osobennostyakh prakticheskogo obucheniya khimii detey, nakhodyashchikhsya na dlitel'nom lechenii [On the features of practical teaching chemistry to children under long-term treatment] / S.D. Shiryayev, A.V. Lobanov // Gosital'naya pedagogika. Luchshiye praktiki obucheniya detey, nakhodyashchikhsya na dlitel'nom lechenii v meditsinskikh organizatsiyakh i na domu [Hospital pedagogy. Best practices in teaching children undergoing long-term treatment in medical organizations and at home] : materials of the 6th All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation. — Moscow : Institute for Development, Health and Adaptation of the Child, 2024. — P. 58–62. [in Russian]

17. Shiryayev S.D. K voprosu o provedenii real'nogo eksperimenta pri gosudarstvennoy itogovoy attestatsii v usloviyakh gosital'noy shkoly [On the issue of conducting a real experiment during the state final certification in the conditions of a hospital school] / S.D. Shiryayev, A.V. Lobanov // Gosital'naya pedagogika. Luchshiye praktiki obucheniya detey, nakhodyashchikhsya na dlitel'nom lechenii v meditsinskikh organizatsiyakh i na domu [Hospital pedagogy. Best practices in teaching children undergoing long-term treatment in medical organizations and at home] : materials of the 5th All-Russian



Scientific and Practical Conference with international participation. — Moscow : Institute for Development, Health and Adaptation of the Child, 2023. — P. 167–169. [in Russian]

18. Tchaikovsky D.S. Vliyaniye tekhnologiy AR i VR na obrazovatel'nyy protsess [The impact of AR and VR technologies on the educational process] / D.S. Tchaikovsky, V.F. Izotova // Informatsionnyye tekhnologii v obrazovanii [Information technology in education]. — 2020. — № 3. — P. 316–319. [in Russian]

19. Shilko Zh.N. Ispol'zovaniye virtual'noy real'nosti v obuchenii khimii [Using virtual reality in chemistry teaching] / Zh.N. Shilko, D.S. Pirtan, A.A. Belokhvostov // Vestnik nauki i obrazovaniya [Bulletin of Science and Education]. — 2021. — № 12–2(115). — P. 8–10. [in Russian]

20. Belokhvostov A.A. Dopolnennaya real'nost' v prepodavanii khimii: vozmozhnosti i perspektivy ispol'zovaniya [Augmented reality in chemistry teaching: possibilities and prospects of use] / A.A. Belokhvostov, E.Ya. Arshanskii // Sviridovskiye chteniya [Sviridov Readings]. — Minsk : Belarusian State University, 2018. — P. 131–140. [in Russian]

21. Shiryaev S.D. Fotokolorimetriya na vneurochnykh zanyatiyakh [Photocolorimetry in extracurricular activities] / S.D. Shiryaev // Khimiya v shkole [Chemistry at School]. — 2021. — № 9. — P. 68–71. [in Russian]

22. Maganeva A.E. Domashniy khimicheskiy eksperiment, kak metod izucheniya khimii [Home chemistry experiment as a method of studying chemistry] / A.E. Maganeva // Nauka cherez prizmu vremeni [Science through the Prism of Time]. — 2020. — № 6(39). — P. 13–15. [in Russian]

23. Ponamareva N.A. Domashniy khimicheskiy eksperiment v kurse khimii 8-go klassa [Homemade chemical experiment for 8th grade chemistry] / N.A. Ponamareva // Ratio et Natura. — 2024. — № 2(10). — URL: <https://ratio-natura.ru/sites/default/files/2025-10/instruktivnye-karty-dlya-organizacii-domashnego-khimicheskogo-eksperimenta-v-kurse-khimii-8-go-klassa.pdf> (accessed: 23.09.2025). [in Russian]

24. Sorokina S.E. Investitsii v chelovecheskiy kapital kak neobkhodimoye usloviye innovatsionnogo razvitiya strany [Investments in human capital as a necessary condition for the country's innovative development] / S.E. Sorokina // Voprosy organizatsii i informatizatsii zdravookhraneniya [Issues of organization and informatization of healthcare]. — 2012. — № 2 (71). — P. 41–43. [in Russian]

25. Yakhyayeva A.Yu. Vliyaniye na sotsial'no-ekonomicheskoye razvitiye strany investitsiy v chelovecheskiy kapital [The impact of investments in human capital on the socio-economic development of a country] / A.Yu. Yakhyayeva // Nauchnyye izvestiya. Seriya: Sotsial'nyye i gumanitarnyye nauki [Scientific News. Series: Social Sciences and Humanities]. — 2021. — Vol. 17. — № 2. — P. 68–72. [in Russian]

26. Dudin G.A. Professionalizm, sotsializatsiya i chelovecheskiy kapital [Professionalism, socialization and human capital] / G.A. Dudin // Nauka XXI veka: aktual'nyye napravleniya razvitiya [Science of the 21st Century: Current Development Directions]. — 2017. — № 1–1. — P. 89–91. [in Russian]

27. Kazakova T.A. Distsionnoye obucheniye kak sovremennyy format prepodavaniya v vuze [Distance learning as a modern format of teaching at a university] / T.A. Kazakova // Organizatsiya samostoyatel'noy raboty studentov po inostrannym yazykam [Organizing independent work of students in foreign languages]. — 2021. — № 4. — P. 92–96. [in Russian]

28. Guseva A.Kh. Adaptatsiya obrazovatel'nogo modulya k formatu distantsionnykh prakticheskikh zanyatiy: metodika i praktika prepodavaniya [Adapting an educational module to the format of distance learning: teaching methods and practices] / A.Kh. Guseva // Innovatsii. Nauka. Obrazovaniye [Innovation. Science. Education]. — 2020. — № 23. — P. 1647–1653. [in Russian]

29. Nikitina E.I. Ispol'zovaniye sovremennykh informatsionnykh tekhnologiy dlya distantsionnogo obucheniya khimii [Using modern information technologies for distance learning of chemistry] / E.I. Nikitina, E.V. Rogova // Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i yestestvennykh nauk [International Journal of Humanities and Natural Sciences]. — 2021. — № 1–1 (52). — P. 148–151. [in Russian]