

2026, № 01 (январь)

Раздел 5.8. Педагогика

ART 261003

DOI 10.24412/2304-120X-2026-11003

УДК 372.854

Преемственность развития символическо-графических умений при обучении химии на этапе «школа – вуз»

Continuous development of symbolic and graphical skills in chemistry education at the school – university stage

Авторы статьи

Миренкова Елена Васильевна,
доктор педагогических наук, профессор кафедры биологии и химии ФГБОУ ВО «Смоленский государственный университет», г. Смоленск, Российская Федерация
mirenkova.elena@yandex.ru
ORCID: 0009-0003-1707-0929

Мсхвильдзе Нана Паатаевна,
ассистент кафедры химии ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Тверь; аспирант ФГБОУ ВО «Смоленский государственный университет», г. Смоленск, Российская Федерация
nanamskvilidze@gmail.com
ORCID: 0009-0004-1758-7474

Authors of the article

Elena V. Mirenkova,
Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Department of Biology and Chemistry, Smolensk State University, Smolensk, Russian Federation
mirenkova.elena@yandex.ru
ORCID: 0009-0003-1707-0929

Nana P. Mskhvildze,
Assistant, Department of Chemistry, Tver State Medical University, Tver;
Postgraduate Student, Smolensk State University, Smolensk, Russian Federation
nanamskvilidze@gmail.com
ORCID: 0009-0004-1758-7474

Конфликт интересов

Конфликт интересов не указан

Conflict of interest statement

Conflict of interest is not declared

Для цитирования

Миренкова Е. В., Мсхвильдзе Н. П. Преемственность развития символическо-графических умений при обучении химии на этапе «школа – вуз» // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2026. – № 01. – С. 36–57. – URL: <https://e-koncept.ru/2026/261003.htm> – DOI: 10.24412/2304-120X-2026-11003

For citation

E. V. Mirenkova, N. P. Mskhvildze, Continuous development of symbolic and graphical skills in chemistry education at the school - university stage // Scientific-methodological electronic journal "Koncept". – 2026. – No. 01. – P. 36–57. – URL: <https://e-koncept.ru/2026/261003.htm> – DOI: 10.24412/2304-120X-2026-11003

Поступила в редакцию <i>Received</i>	14.09.25	Получена положительная рецензия <i>Received a positive review</i>	02.12.25
Принята к публикации <i>Accepted for publication</i>	02.12.25	Опубликована <i>Published</i>	31.01.26



Аннотация

Проблема формирования и развития символическо-графических умений как важнейших умений учебной (и научной) деятельности становится особенно актуальной в свете требований современной системы образования и подготовки специалистов высокого уровня. Стандартом средней школы предусматривается овладение умениями «создавать, применять и преобразовывать знаки и символы, модели и схемы для решения учебных и познавательных задач». Многие профессиональные компетенции будущего специалиста включают умения работать с информацией, представленной в различных формах. Содержание учебного предмета «химия» необычайно богато на визуальные ряды. Это химические знаки, формулы, уравнения реакций, фотографии химических объектов, рисунки и схемы, таблицы, диаграммы, графики и др. Работа с ними способна развивать не только химическое, но и логическое, пространственное мышление, востребованное у современных специалистов различных профилей. Преемственность в развитии символическо-графических умений имеет важное значение для успешного освоения и вузовских курсов химии, и иных профильных дисциплин студентами многих направлений подготовки высших учебных заведений. Целью исследования выступает изучение вопросов, связанных с преемственностью формирования символическо-графических умений при обучении химии на этапе «школа – вуз». Методологической базой исследования выступил системный подход, в соответствии с которым проблема развития знаково-символических умений рассматривалась во взаимосвязи ее компонентов. Изучению и анализу подверглись сущность и содержание дидактического принципа преемственности, направления вузовской подготовки, виды графических изображений, структура умений, методический инструментальный формирования умений. Была осуществлена систематизация направлений подготовки высшего образования с учетом присутствия или отсутствия в них химических дисциплин и их вклада в овладение будущей профессиональной деятельностью. Теоретическая значимость исследования состоит в определении ключевых символическо-графических компетенций, формируемых в рамках школьного курса химии, которые представляют собой фундаментальную основу для успешного освоения химических и иных профильных дисциплин на последующих этапах обучения. Данные компетенции были структурированы и выделены как критически важные для профессиональной подготовки будущих специалистов. Научная новизна работы состоит в выделении и раскрытии линий развития символическо-графических умений. В работе также подчеркивается принципиальная роль методического инструментария, призванного обеспечить формирование соответствующих умений. Отмечается, что на развитие символическо-графических умений существенное влияние оказывает не только наличие необходимых визуальных форм, но и организация приемов работы с ними. Практическая значимость исследования состоит в перечислении методических средств и показе их конкретных примеров.

Ключевые слова

преемственность образования, символическо-графические умения, иллюстративный материал в обучении химии, профессиональная подготовка

Благодарности

Авторы выражают благодарность коллегам СмолГУ и Тверского ГМУ за ценные комментарии и предложения по улучшению статьи.

Abstract

The problem of the formation and development of symbolic and graphic skills as the important skills of educational (and scientific) activity is becoming especially relevant in the light of the modern education system requirements and the training of high-level specialists. The secondary school standard provides for the development of the ability to "create, apply and transform signs and symbols, models and schemes for solving educational and cognitive tasks." Many professional competences of a future specialist include the ability to work with information presented in various forms. The content of the academic subject "chemistry" is extremely rich in visual series. These are chemical signs, formulas, reaction equations, photographs of chemical objects, drawings and diagrams, tables, diagrams, graphs, etc. Working with them can develop not only chemical, but also logical, spatial thinking, which are in demand among modern specialists in various fields. Continuity in the development of symbolic and graphic skills is important for the successful completion of university chemistry courses and studying other specialized disciplines by students of many departments at higher education institutions. The aim of the study is to examine issues related to the continuous development of symbolic and graphic skills in teaching chemistry at the "school – university" stage. The methodological basis of the research was a systems approach, according to which the issue of the development of sign-symbolic and graphic skills was considered in the interrelationship of its components. The essence and content of the didactic principle of succession, the directions of university training, types of graphic images, the structure of skills, and methodological tools for skill development were studied and analyzed. The systematization of higher education training areas was carried out, taking into account the presence or absence of chemical disciplines in them and their contribution to mastering future professional activity. The theoretical significance of the research lies in identification of the key symbolic and graphic competences developed within the framework of the school chemistry course, which are the fundamental basis for the successful study of chemical and other specialized disciplines at subsequent stages of training. These competences were structured and highlighted as critically important for the professional training of future specialists. The scientific novelty of the work consists in highlighting and revealing the lines of development of symbolic and graphic skills. The paper also highlights the fundamental role of methodological tools designed to ensure the development of appropriate skills. It is noted that the development of symbolic and graphic skills is significantly influenced not only by the availability of the necessary visual forms, but also by the organization of techniques for working with them. The practical significance of the study consists in presenting methodological tools and showing their specific examples.

Key words

continuity of education, symbolic and graphic skills, illustrative material in chemistry teaching, professional training

Acknowledgements

The authors would like to express their gratitude to their colleagues from SmolSU and Tver State Medical University for their valuable comments and suggestions for improving the article.

Введение / Introduction

Необходимым условием непрерывности образования выступает преемственность между его ступенями и уровнями. Соблюдение преемственности в образовании закреплено нормативными документами. В соответствии Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» «федеральные государственные образовательные стандарты обеспечивают единство образовательного пространства Российской Федерации и преемственность основных образовательных программ» [1].

Однако на практике реализация преемственности встречает значительные трудности, особенно при переходе от средней школы к высшему образованию, что приводит к различным негативным последствиям. Преподаватели вузов часто констатируют слабую предметную подготовку абитуриентов, затрудняющую освоение ими базовых дисциплин. Так, Н. Н. Замошникова и Е. И. Холмогорова указывают на проблемы освоения курса информатики [2]. А. Ф. Веселова вскрывает недостатки изучения элементов математического анализа в школе как фактор, тормозящий успешность обучения этой области математики в вузе [3]. Е. А. Васютинская и В. В. Васютинский поднимают острую проблему сохранения преемственности в музыкальном образовании [4]. А. И. Хамитова, преподаватель технологического университета, вскрывает проблемы преемственности в обучении химии между школой и вузом, следствием чего выступает сложность в овладении профессиональными компетенциями [5]. Примеры можно продолжать.

Процесс обучения и в школе, и в вузе предполагает освоение и употребление различных знаково-символических средств, формализованного языка, научной символики. Поскольку всякая учебная деятельность строится с опорой на различные визуальные средства, умения оперировать ими выделяются в качестве важнейших общеучебных познавательных умений, от овладения которыми зависит готовность и способность к обучению на любом этапе.

Овладение языком знаков, символов, графики теснейшим образом связано с конкретным образовательным процессом, обусловлено его целями и детерминировано его содержанием. Усложнение содержания образования от дошкольного, с преобладанием предметных действий, до действий с образами и символами на уровне школьного и высшего профессионального образования приводит к развитию мышления от эмпирического до теоретического. Непрерывно происходит развитие познавательных умений, для успешного функционирования которых необходимо наличие прочной предшествующей базы.

Для каждого учебного предмета, в том числе химии, характерен свой визуальный ряд. Помимо общих типов изображений (фотографии, рисунки, диаграммы), имеются и специфические. В химии это знаки химических элементов, химические формулы, уравнения реакций. Отсутствие единой классификации видов графических изображений, наличие определенных требований к их использованию, зачастую специфичных лишь для данного предмета, затрудняет выработку унифицированных подходов к оперированию знаково-символическими средствами.

Проблема преемственности в формировании и развитии знаково-символических умений обостряется в связи с непрерывным обновлением системы образования, которое затрагивает различные стороны учебного процесса. Все более активно внедряются цифровые технологии, способствующие в том числе расширению визуального ряда объектов изучения. Не только в науке, но и в образовании все шире применяется 3D-моделирова-

ние для визуализации сложных структур и процессов. Соответственно, возникает проблема овладения умениями работать с новым инструментально-технологическим оснащением и его содержательно-предметным наполнением.

Химия в школьном отечественном образовании традиционно относится к предметам обязательного освоения. Она характеризуется богатым символично-графическим рядом. Формирование умений оперировать его составными элементами может не только облегчить будущим студентам дальнейшее изучение профильных химических дисциплин, но и обеспечить плавный перенос и развитие знаково-символических умений при освоении непрофильных дисциплин на следующих ступенях образования.

Таким образом, существует необходимость в решении одной из актуальных проблем в современном образовании – проблемы совершенствования преемственности в формировании символично-графических умений как важнейших умений учебной (и научной) деятельности. Целью исследования выступает изучение вопросов, связанных с преемственностью формирования символично-графических умений при обучении химии на этапе «школа – вуз».

Обзор литературы / Literature review

Преемственность в системе образования как ее необходимый фундамент была провозглашена еще Я. А. Коменским в «Великой дидактике» – книге, благодаря которой педагогика стала осознаваться как наука об обучении и воспитании [6]. Концепция преемственности Я. А. Коменского рассматривала процесс обучения как непрерывное развитие разнообразных знаний. Как отмечает Г. К. Селевко, в этом фундаментальном труде великий чешский педагог «разрабатывает принцип единой системы образования – начального, среднего, высшего, где каждая новая ступень продолжает предшествующую» [7].

Преемственность как дидактическая категория исследовалась и многочисленными отечественными учеными: К. Д. Ушинским (1823–1870), Ю. К. Бабанским (1927–1987), Б. С. Гершунским (1935–2003), В. В. Давыдовым (1930–1998) и др. В данном контексте приведем только высказывание К. Д. Ушинского: «Привязывать к старому, уже твердо установившемуся, все изучаемое вновь – это такое педагогическое правило, от которого, главным образом, зависит успех всякого учения» [8].

Преемственность как необходимая закономерность процесса обучения, тесно связанная с последовательностью и систематичностью, традиционно трактуется педагогикой как дидактический принцип. В учебнике В. А. Сластенина читаем: «Принцип преемственности обусловлен объективно существующими этапами познания. Преемственность касается содержания обучения, его форм и способов, стратегий и тактик взаимодействия субъектов в учебном процессе, личностных новообразований обучаемых. Она позволяет объединить и иерархизировать отдельные учебные ситуации в единый целостный учебный процесс постепенного освоения закономерных связей и отношений между предметами и явлениями мира» [9].

Преемственность затрагивает различные стороны образовательного процесса, но ярче всего она проявляется в содержании образования. Принцип преемственности в содержании образования, согласно словарю С. М. Вишняковой, состоит в том, «что на каждой высшей по рангу ступени образования при определении содержания обучения учитывается все то, что было усвоено на ранних ступенях; с ориентацией на это разрабатывается состав и структура содержания учебного материала, а также организация учебного процесса» [10].

В дидактике не прекращаются изыскания, связанные с различными аспектами преемственности содержания образования.

А. К. Орешкиной в докторской диссертации углублено представление о преемственности в системе непрерывного образования, «выявлены и аргументированы условия учебной деятельности проектно-технологического типа как системообразующей основы образовательного процесса, обеспечивающей формы преемственности образовательного процесса (образовательных программ) от дошкольного образования до образования взрослых и лиц «третьего возраста» на всех уровнях и ступенях непрерывного образования» [11].

А. В. Петров и А. А. Петров предложили систематизацию типов преемственности, отражающую сущностную сторону развития научных знаний (частная и общая, формальная и диалектическая, эмпирическая и теоретическая преемственность и др.) [12]. Л. О. Филатова выделила и характеризовала два компонента в составе общепедагогического принципа преемственности обучения в системе «школа – вуз»: процессуально-обучающий и учебно-познавательный [13]. Исследователь показал возможности развития преемственности этих двух компонентов системы непрерывного образования в условиях начавшейся модернизации российского образования.

Теоретико-методические аспекты реализации принципа преемственности в содержании образования нашли свое раскрытие в области достижения метапредметной дидактической цели: З. А. Ахмедова методологически обосновала формирование коммуникативных компетенций обучающихся в условиях преемственности школа – вуз [14].

Исследований, посвященных теории и методике реализации принципа преемственности при обучении конкретным предметам, немного. Наибольшую популярность это направление работы получило в области математического образования. Так, докторская диссертация Р. М. Зайниева посвящена преемственности профессионально ориентированного содержания математического образования в системе «школа – колледж – вуз» [15]. В кандидатской диссертации Е. А. Тагаевой раскрыты вопросы обучения старшеклассников решению задач по алгебре и началам математического анализа, обеспечивающие бесшовность перехода к обучению вузе [16]. В области частной дидактики – методики обучения химии – А. В. Мызникова обосновала роль актуализирующей самостоятельной работы как инструмента, обеспечивающего взаимосвязь предметного содержания школы и вуза [17].

В ряде исследований нашли раскрытие отдельные инструменты, обеспечивающие реализацию принципа преемственности. Кандидатская диссертация В. В. Мачулиса посвящена роли новых информационных технологий в обеспечении преемственности естественно-научного образования в средней и высшей школе [18]. Автор видит усиление преемственного характера обучения по предметам естественно-научного цикла за счет увеличения количества упражнений разного уровня сложности с выходом на задачи с элементами исследования и творческие задачи, а также посредством обучения школьников созданию и анализу математической модели решаемой задачи. Информационные технологии при этом служат средством интенсификации учебного процесса.

Т. П. Гордиенко и Т. И. Гумена определяют смешанное обучение в качестве средства преемственности между школой и вузом. Авторы утверждают, что «внедрение смешанного варианта (при правильной методической поддержке) содействует нивелированию разрыва между ступенями образования и развитием у учащихся навыков

самоорганизации, критического мышления» [19]. Р.Р. Аетдинова видит решение проблемы преемственности в подготовке будущих инженеров за счет формирования единого образовательного пространства «школа – колледж – вуз» [20].

Опытом реализации преемственности в содержании учебных программ по естественно-научным дисциплинам в связи с модернизацией системы образования в Республике Казахстан поделились Ш. М. Шуиншина, Е. А. Альпеисов, К. К. Бурунбетова, А. А. Жакупов [21]. На примере типовой учебной программы курса «Физика» авторы показали, как обеспечивается преемственность и целостность образовательных программ на разных уровнях образования (среднего, высшего, послевузовского). В работе констатируется необходимость подготовки и переподготовки учительского состава для реализации новых требований.

В связи с бурным развитием цифровых технологий внимание педагогов-исследователей приковано к процессу непрерывного формирования цифровых компетенций. В коллективной статье английских авторов под руководством Н. К. Ч. Брауна поднимаются вопросы соблюдения преемственности в обучении информатики в школах Великобритании [22]. Авторы приводят подробный анализ трансформации преподавания информатики и описывают текущие усилия по активизации процесса формирования информационной грамотности. В статье описывается, как меняется содержание предмета от младших к старшим классам. Так, в начальной школе акцент делается на алгоритмическое мышление и базовые понятия; в средней школе добавляется программирование и более сложные концепции; в старших классах осуществляется углубленное изучение компьютерных наук. Через обмен опытом между учителями создается система, которая должна обеспечить согласованность преподавания на разных уровнях образования. В данной работе реализация преемственности подрабатывается через общую структуру новой учебной программы и систему поддержки учителей.

Рабочая группа авторов из девяти различных университетов мира под руководством П. Хабвизера также проанализировала ситуацию с преподаванием информатики в школах [23]. В предоставленном аналитическом отчете преемственность раскрывается через ступенчатую систему обучения, последовательное усложнение материала и общие цели образования на разных уровнях. Конкретные символично-графические умения (работа с диаграммами, схемами, графическими редакторами) не рассматриваются как самостоятельные элементы обучения, а являются частью более широких навыков алгоритмизации и программирования.

Дидактический принцип преемственности тесно переплетается с интегративными процессами в обучении. Теоретические основы интеграции, методы внедрения интегративного подхода в естественно-научном образовании, проблемы и перспективы интегрированного обучения вызывают интерес многих исследователей. Так, в работе индийских ученых А. Кадирвелу и С. Гурту, посвященной вопросам интегрированного обучения в медицинском вузе, обсуждается готовность студентов к такому обучению и связанные с этим методологические аспекты преподавания [24]. Авторы особо актуализируют вопрос трансдисциплинарного сотрудничества преподавателей, обеспечивающего подготовку учащихся к использованию фундаментальных предметных знаний в клинической практике.

Концепции интеграции учебных программ в медицинском образовании раскрыты в обзорной статье Х. Атвы и Э. Гауды [25]. Исследователи выделяют принцип преем-

ственности в качестве ключевого интеграционного фактора, который обеспечивает целостность учебно-воспитательного процесса, связывает отдельные этапы и ступени обучения, способствует формированию единой системы знаний и навыков. Преемственность помогает разрешать противоречия между необходимостью непрерывности обучения и его дискретным характером. Таким образом, интеграция и преемственность образуют единую систему, где преемственность выступает механизмом обеспечения целостности и непрерывности процессов, а интеграция – результатом их реализации.

Основная тема исследования авторов Бяо Лян, Ои-Лам Нг и Йип-Чунг Чан – проблема разрыва между университетской и школьной математикой, известная как концепция «двойного разрыва» (double discontinuity), разработанная выдающимся немецким ученым Феликсом Клейном. Авторы показывают, что проблема преемственности рассматривается не только как разрыв, но и как возможность для развития. Учителя планируют вводить элементы университетской математики в школьное образование, делая фокус на мышлении. Подчеркивается важность развития у школьников умения рассуждать, а не просто выполнять вычисления. Будущие учителя хотят подготовить учеников так, чтобы они не начинали с нуля в вузе. Основным механизмом преодоления разрыва призван служить практический опыт. Предлагается включать в школьное обучение те элементы, которые помогут ученикам легче адаптироваться к университетскому формату [26].

Статья преподавателя Канадского университета Д. Стоуна представляет собой обширный обзор исследований, посвященных проблемам успеваемости студентов при переходе от школьного к университетскому обучению химии. Констатируется разрыв в успеваемости между школьным и университетским уровнями: традиционные оценки в школе слабо коррелируют с успехами в университете. Эффективность овладения химическими дисциплинами зависит от множества факторов, включая когнитивные способности, способы мышления и обучения. В качестве приоритетной задачи обучения автор видит концептуальное понимание химии. При этом формируется научное мышление учащихся, которое включает способность анализировать информацию, выстраивать логические связи, критически оценивать данные и применять полученные знания для решения практических задач. Важным аспектом обучения является преодоление разрыва между алгоритмическим и концептуальным подходами к решению задач. Необходимо, чтобы технические навыки сочетались с развитием мышления, а теоретические знания подкреплялись практическим применением и личностной заинтересованностью учащихся. Автор подчеркивает, что проблема преемственности в химическом образовании остается актуальной, несмотря на многочисленные реформы и инновации в обучении [27].

Анализ работ позволяет заключить, что принцип преемственности в образовательном процессе средней и высшей школы означает строгую взаимосвязь и развитие содержания образования (знаний, умений, компетенций), реализацию единых подходов при решении теоретических и прикладных задач (алгоритмических, исследовательских, творческих), постепенное усложнение способов передачи информации (текстовая, графическая, модельная) и приемов работы с ней.

Поскольку преемственность в первую очередь касается содержания обучения, необходимо учитывать его структуру и устанавливать взаимосвязи между его составными частями. Решение проблемы согласования предметного обучения, в том числе на уровне взаимосвязи средней и высшей школы, предполагает прежде всего рассмотрение в развитии видов знаний и соответствующих им умений.

Особенностью современной системы непрерывного образования выступает наличие учебной информации, предоставляемой в различных формах. Визуализация объектов изучения, которая на первоначальных этапах зарождения образовательных практик преподносилась как реализация принципа наглядности, привела к значительному расширению визуальных рядов и появлению требований к умениям работать с ними, вплоть до умений моделирования, посредством которых формируются новые знания об объектах изучения.

Опыт знаково-символической деятельности приобретается обучающимися, начиная с начальной школы. Ими постепенно осваиваются различные знаково-символические системы. Поскольку овладение знаково-символическими действиями значительно расширяет возможности в овладении компетенциями, облегчает вхождение в профессиональную деятельность и в целом обеспечивает комфортность и успешность социальной жизни, формирование соответствующих умений является актуальной задачей и для средней, и для высшей школы.

Согласно ФГОС, знаково-символические действия входят в структуру универсальных познавательных действий и составляют их важнейшую часть. Выступая метапредметным результатом обучения, они включают «умение создавать, применять и преобразовывать знаки и символы, модели и схемы для решения учебных и познавательных задач» [28]. Более полно с учетом специфического предметного (химического) содержания эти умения перечислены в Федеральной рабочей программе. В соответствии с этим документом, при углубленном изучении химии школьники должны уметь «анализировать информацию различных видов и форм представления, самостоятельно выбирать оптимальную форму представления информации (схемы, графики, диаграммы, таблицы, рисунки и другие); преобразовывать модельные представления – химический знак (символ) элемента, химическая формула, уравнение химической реакции – при решении учебных познавательных и практических задач, применять названные модельные представления для выявления характерных признаков изучаемых веществ и химических реакций» [29].

Требования по оперированию знаково-символическими умениями на более высоких ступенях образования отражены в стандартах высшего образования, профессиональных стандартах, на основе которых разрабатываются основные образовательные программы. Так, участковый врач-терапевт должен уметь «интерпретировать данные, полученные при лабораторном и инструментальном обследовании пациента» [30]. Фармацевту необходимо уметь анализировать химический состав медицинских средств, проводить «фармацевтическую экспертизу рецептов на лекарственные препараты» [31]. Будущий архитектор должен уметь «представлять проектные решения с использованием традиционных и новейших технических средств изображения на должном уровне владения основами художественной культуры и объемно-пространственного мышления» [32].

Содержательный анализ показывает, что в документах такого плана умения формулируются довольно общо, что вызывает объективную сложность в установлении взаимосвязи с аналогичными умениями школьного уровня и затрудняет вычленение четких критериев, позволяющих говорить о развитии умений. Следовательно, перед учеными и методистами стоит задача раскрыть эту взаимосвязь и разработать механизмы и условия, обеспечивающие эффективность непрерывного развития знаково-символических умений.

Как указывает Н. Г. Салмина [33], содержание знаково-символической деятельности как компонента любого другого вида деятельности (игровой, учебной, научной, производственной) является универсальным и состоит в создании, оперировании и преобразовании знаково-символических средств. Охарактеризовав основные функции знаково-символических средств (коммуникативную, замещающую, познавательную), автор выделяет следующие ключевые виды знаково-символической деятельности: замещение, схематизация, кодирование (декодирование) и моделирование.

Анализ видов знаково-символической деятельности позволяет установить составляющие ее умения. Это умения различать два плана – символический и реальный, умения построить заместитель (модель), умение оперировать моделью (изменять структуру объекта, его положение, менять составляющие его элементы) и др. Моделирование рассматривается как высший уровень работы со знаково-символическими средствами. Анализ и оперирование образно-символической моделью, в которой отражены структурные, функциональные или генетические связи, раскрывающие объект изучения, дают возможность получать новые данные об оригинале.

Вопросы преемственного развития символическо-графических умений при переходе между ступенями образования нашли отражение в немногочисленных работах, предметной областью которых выступает математика.

В диссертационном исследовании Н. К. Семеновой [34] констатируется проблема недостаточной подготовки выпускников общеобразовательных учреждений применительно к области политехнического образования, в связи с чем акцентируется внимание на необходимости формирования допрофессиональных знаний и умений учащихся по графическим дисциплинам. Автором разработана методическая система предпрофессиональной подготовки школьников профильных классов к будущей инженерной деятельности, центральным звеном которой выступает система графических задач. Автор подчеркивает, что решение подобных задач одновременно является основой для становления ряда профессиональных умений: моделировать поверхности из листового материала, выполнять чертежи разверток поверхностей и т.д.

Технологию формирования креативных конструкторско-графических умений учащихся профильных классов и учреждений дополнительного образования предложила О. В. Терновская [35]. Ключевыми особенностями авторской технологии выступают: тесная интеграция инженерной графики с другими предметами общеобразовательной школы, в частности с «Технологией»; конструирование профессионально значимых изделий, широкое использование в обучении компьютерных технологий, применение специально разработанного учебно-методического комплекса.

Кандидатская диссертация Н. Д. Калины посвящена разработке методики формирования профессиональных конструктивно-графических умений у будущих архитекторов-дизайнеров [36]. Автор подчеркивает, что реализация преемственности формирования умений в системе «школа – вуз» опирается на основной закон учебно-воспитательного процесса, заключающийся в связях между целями, содержанием и методами формирования умений. Исследователем разработана модель формирования профессионально-конструктивных графических умений, начиная с простых графических умений, сформированных черчением, через овладение специальными конструктивно-графическими умениями, формируемыми в лицее, до сложных аналитических и творческих проектировочных умений, обеспеченных специальными вузовскими дисциплинами.

А. Б. Снатович в качестве одного из условий эффективного формирования конструктивно-графических умений будущих архитекторов выделяет раннюю профессионализацию на основе преемственности умений, приобретенных в художественной школе, с дальнейшим их развитием в вузе [37].

Многомерный подход, подразумевающий сочетание (комбинирование, интегрирование) различных методов, средств, форм обучения и современных технологий, при формировании и развитии метапредметных компетенций, компонентом которых выступают знаково-символические действия, разработан Г. Д. Гуторовой [38].

Китайские исследователи утверждают, что использование комбинаций числовых и графических методов является отличным примером развития математического мышления [39]. В китайском математическом образовании особое внимание уделяется методу сочетания символической и графической математики, нет строгого разделения между символическим и графическим представлением математических концепций.

Рабиндра Р. Баджрачарья, В. Л. Сили, Дж. Томпсон проводили исследования в двух государственных университетах США. Авторы анализировали различные аспекты работы с символическими-графическими средствами при изучении интегралов в контексте как математики, так и физики и пришли к выводу, что графические представления часто вступают в противоречие с символическими интерпретациями. Например, когда студенты рассматривают площадь под кривой как исключительно положительную величину, они сталкиваются с трудностями при понимании отрицательного знака интеграла. Авторы указывают, что ориентация на направление интегрирования – это более простой способ, в то время как работа с графическим контекстом дает более глубокое понимание математической природы интеграла [40].

Одним из направлений исследования А. Жакель и А. Кланчар является изучение роли графических представлений в решении геометрических задач. В статье рассматриваются два основных типа заданий по работе с геометрическим материалом. Первый тип с готовыми графическими представлениями, где учащиеся должны считывать данные и использовать их для решения задачи. Второй – без графических представлений, где учащиеся самостоятельно создают графические представления на основе текстового описания. Авторы выделяют многоуровневую визуализацию геометрических понятий через конкретные физические модели, статические графические представления (изображения, схемы, диаграммы), динамические графические представления (видео, апплеты), компьютерные построения с помощью программ динамической геометрии. Работа с визуальными представлениями помогает лучше запоминать информацию, развивать креативность, улучшать понимание математических концепций, формировать различные стратегии решения задач. Подчеркивается важность помощи учащимся в осознании связи между различными визуальными формами [41].

В статье [42] раскрывается использование символическо-графических средств в контексте развития пространственных способностей. Основное внимание уделяется тому, как эти способности влияют на успеваемость студентов в техническом образовании. Авторы предлагают интегрировать работу с символическими системами в учебный процесс через использование карт и диаграмм, работу с графиками, применение описательного языка в сочетании с визуальными образами, использование аналогий для лучшего понимания пространственных отношений. Работа с графическими средствами должна быть органично встроена в учебный процесс, а не добавлена как отдельный компонент. Это позволяет развивать пространственные способности параллельно с освоением предметного содержания.

Рассмотрение преемственности формирования символично-графических умений при переходе от средней школы к обучению в вузе непременно предполагает обращение к арсеналу визуальных средств, характерных для учебного предмета «химия». Ранее Е. В. Миренковой была осуществлена систематизация иллюстративного материала, использующегося в процессе обучения [43]. Автором также выделены приемы работы с ним [44]. В контексте данного исследования наиболее весомой следует считать классификацию ресурсов визуального ряда по характеру графического изображения. С этих позиций ученым выделено три группы изображений: изображения в знаковой, символической форме, в пиктографической и идеографической формах. Учитывая специфику химии как науки и учебного предмета, автор считает необходимым выделение химической символики (знаков химических элементов, химических формул и уравнений реакций) самостоятельным элементом в системе иллюстративного материала.

Пиктографические формы (от латинского «рисованный, изображенный») по степени возрастания абстрактности отражаемой информации выстраиваются в следующий ряд: фотография – технический рисунок – схема – пиктограмма. Изображения, относящиеся ко всем этим структурным элементам, присутствуют в содержании школьных учебников химии.

Идеографические изображения (график, гистограмма, диаграмма, таблица, формула, номограмма) не непосредственно раскрывают объекты реального мира, а передают некоторые идеи, с ними связанные. Изображение в этом случае интерпретируется не буквально. Например, классификационные таблицы отображают произведенную группировку объектов, круговые диаграммы – соотношение компонентов в некоторой системе и т. д. Идеографические средства наглядности можно разделить на две группы. Одна из них включает изображения, характеризующие объекты изучения преимущественно с качественной стороны, другая группа графических средств отображает количественные зависимости. Сюда относятся математические формулы, показывающие взаимосвязь физических величин, различные диаграммы. Визуальные образы, представляющие все структурные элементы идеографических изображений, также имеют место в содержании школьного предмета «химия».

Анализ богатого разнообразия визуальных средств учебного предмета «химия», которые непосредственно связаны с его содержанием, позволяет сделать вывод об огромной роли дисциплины в развитии ученика. Освоение предмета при должной организации не только способствует формированию научного мировоззрения, химической картины природы, но и стимулирует развитие разных видов мышления, обладает высоким воспитывающим потенциалом. Не случайно с момента обоснования безусловной необходимости химии как самостоятельного учебного предмета в средней школе (начало XX века) подчеркивалось его мировоззренческое, общепознавательное значение.

Обращение к литературным источникам позволяет заключить, что, несмотря на давнюю историю провозглашения принципа преемственности в педагогической науке и разработанность различных его сторон, проблема преемственности между разными ступенями образования не теряет своей актуальности и в теории дидактики, и в практике преподавания отдельных дисциплин. Особенно остро она стоит на переходном этапе от школы к вузу. Среди причин наличия проблемы, безусловно, есть чисто субъективные, заключающиеся в слабой подготовке выпускников, оказавшихся в рядах студентов. Другими причинами недостаточной согласованности содержания образования следует считать:

- сложность адаптации общепедагогических рекомендаций к уровню конкретного предмета;

- недостаточную разработанность реализации принципа преемственности в частных методиках;
- многообразие направлений вузовской подготовки с индивидуальными акцентами в требованиях к абитуриентам и слабые возможности средней школы в их удовлетворении. Наличие профильных классов в ряде школ несколько снижает остроту проблемы, но не решает ее.

Преемственность содержания образования означает непрерывное развитие уже приобретенных знаний и умений на каждой последующей ступени обучения.

В современном обществе значительная часть информации фиксируется и передается посредством знаковых и графических форм. Овладение информацией, представленной в разных формах, обеспечивается соответствующими умениями. С объективным усложнением объектов изучения на каждой последующей ступени образования усложняются и знаково-символические формы отображения этих объектов. Следовательно, должны соблюдаться условия для развития умений понимать эту графическую информацию, пользоваться ею, успешно присваивать.

Обладание символическо-графическими умениями является обязательным требованием к выпускникам средней и высшей школы. Эффективное формирование и развитие знаково-символических умений обеспечивается научно-теоретическим обоснованием и конкретными методическими разработками. В области дидактики и психологии в этом направлении сделано немало. Однако практически нет работ, в которых бы исследовались вопросы преемственного формирования знаково-символических умений, обеспечивающих мягкий («бесшовный») переход от школьного образования к вузовскому. Лишь в частных методиках, связанных с предметной областью «математика», имеется опыт, отражающий преемственность развития графических умений на этапе «школа – вуз». Следует отметить, что специфика математического образования на старшей ступени школы и в вузе лимитирована определенным набором графических средств. Имеющийся педагогический опыт сконцентрирован на формировании пространственного мышления обучающихся.

Содержание школьного предмета «химия» отличается большим разнообразием визуальных форм, среди которых и весьма специфические, в связи с чем актуальным является изучение вопроса преемственного развития символическо-графических умений на этапе «школа – вуз».

Методологическая база исследования / Methodological base of the research

Состояние проблемы рассматривалось на основе сравнительно-сопоставительного анализа различных отечественных и зарубежных источников информации. Аргументация выбора темы исследования подкреплялась изучением законодательной базы педагогического образования на уровне средней и высшей школы. Приоритет при отборе источниковой базы отдавался диссертационным исследованиям, монографиям, статьям в ведущих научных журналах.

Методологической базой исследования выступил системный подход, в соответствии с которым проблема развития знаково-символических умений при обучении химии на этапе «школа – вуз» рассматривалась во взаимосвязи ее структурных компонентов.

Теоретической основой выполненной работы является декомпозиция – структурный анализ, позволяющий вычленивать группы символическо-графических средств и соответствующих умений как важнейших общеучебных познавательных умений. Од-

новременно задействован ограничительный метод, согласно которому рассматривается только тот набор визуальных средств, который традиционно используется при обучении химии.

Результаты исследования / Research results

Поскольку в данном исследовании мы обращаемся ко всему арсеналу наглядных средств школьного курса (а это не только знаки и символы, но и рисунки, схемы, графики, диаграммы и пр.), умения работать с ними мы называем символично-графическими умениями. Это целый комплекс умений, который включает умения отображать объекты химического познания посредством различных визуальных форм, умения разрабатывать схемы и применять их в соответствии с учебными задачами, умения анализировать наглядные изображения химических объектов, извлекать из них информацию и строить на этой основе новые знания и др.

Предмет исследования – преемственность в формировании символично-графических умений на этапе «школа – вуз» – вызывает необходимость обращения к учебному процессу в высшей школе с целью выявления соответствующих умений, востребованных на этой ступени обучения. При этом надо учитывать, что современное состояние высшего образования характеризуется разнообразием направлений подготовки, среди которых есть те, что предполагают дальнейшее развитие химических знаний за счет изучения химических дисциплин, содержание других направлений не предусматривает дополнительного освоения химической информации.

На основе анализа нами проведена группировка направлений подготовки специалистов с высшим образованием с обозначением наличия (отсутствия) химических дисциплин в учебном плане вуза. Выявлены группы базовых символично-графических умений школьного курса, важных и необходимых для дальнейшего освоения дисциплин химического блока. Дополнительно обозначены символично-графические умения, способствующие освоению профильных дисциплин, непосредственно связанных с будущей профессиональной деятельностью. Приведены примеры визуальных средств школьного курса химии, работа с которыми обеспечивает формирование соответствующих умений (см. таблицу).

В основе любых символично-графических умений лежат умственные действия. Наглядный материал составляет внешнюю опору внутренних действий, и чем богаче предметное содержание, тем более сложными становятся фиксирующие его внешние опоры, а вместе с ними и умственные действия. Это принципиальное утверждение позволяет рассматривать важнейшую линию развития символично-графических умений, состоящую в оперировании все более сложными визуальными изображениями предметных структур как объектов изучения. В ряде случаев это предполагает рассмотрение объекта на более глубоком теоретическом уровне.

Так, на базовом школьном уровне результатом умения кодировать информацию на примере создания знакового образа молекулы этана будет запись структурной формулы типа $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$. Углубленный уровень изучения предмета предполагает оперирование атомно-орбитальной схемой строения молекулы (рис. 1а). Если особо стоит задача формирования пространственного мышления, важного для многих профессиональных областей, на уроках химии следует подчеркнуть тетраэдрическую форму атомов углерода в составе молекулы, возможность свободного вращения групп атомов по цепи сигма-связи $\text{C}-\text{C}$ и наличие существования многочисленных конформационных форм молекул (рис. 1б).

**Преемственность содержания на этапе «школьный курс химии – вуз»
в аспекте развития символично-графических умений**

<i>Направления вузовской подготовки</i>	<i>Наличие химических дисциплин в учебном процессе вуза (число знаков «+» означает приблизительную долю дисциплин)</i>	<i>Базовые символично-графические умения, необходимые для успешного освоения химических дисциплин (* отмечены узкие специфические умения)</i>	<i>Символично-графические умения, необходимые для освоения профильных дисциплин</i>	<i>Визуальные изображения школьного курса химии, работа с которыми обеспечивает формирование умений</i>
Химические, химико-технологические	++++	Весь спектр символично-графических умений. *Умения оперировать скелетными формулами	Весь спектр символично-графических умений	Весь спектр символично-графических изображений
Профильные педагогические (учитель химии, биологии)	++++	Весь спектр символично-графических умений. *Умения оперировать скелетными формулами	Весь спектр символично-графических умений	Весь спектр символично-графических изображений
Медицинские, фармацевтические	+++	Весь спектр символично-графических умений. *Умения оперировать скелетными формулами	Умения декодировать и анализировать данные в знаково-символической и графической формах	Химические формулы, уравнения реакций, диаграммы, графики, рисунки
Биологические, агрономические. Непрофильные педагогические (учитель географии)	++	Умения составлять химические формулы и уравнения реакций, анализировать информацию, понимать количественные зависимости, проводить расчеты материального баланса	Умения декодировать и анализировать данные в знаково-символической и графической формах	Химические формулы, уравнения реакций, диаграммы, графики, рисунки
Инженерные (нехимические), технические. Архитектура, строительство	+	Умения составлять химические формулы и уравнения реакций, анализировать информацию, понимать количественные зависимости, проводить расчеты материального баланса	Умения строить и читать технологические схемы и чертежи, умения оперировать пространственными формами	Химические формулы, уравнения реакций, диаграммы, графики, рисунки, схемы, пространственные модели атомов и молекул
Гуманитарные	-	-	Умения строить структурно-логические (смысловые) схемы, схемы-конспекты изучаемого материала	Визуальный ряд школьного учебника во взаимосвязи с текстовым содержанием

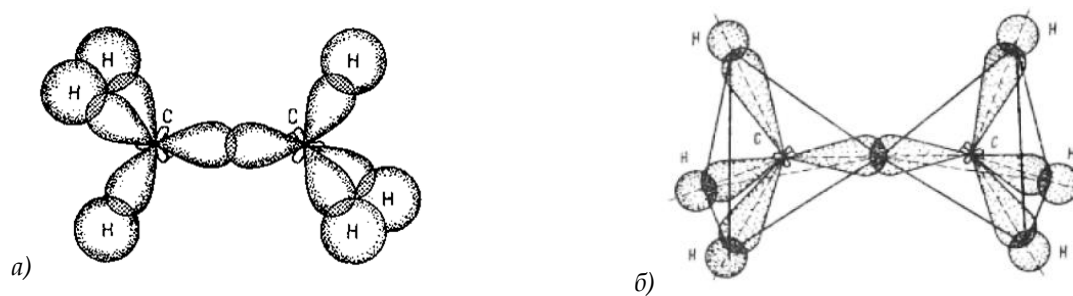


Рис. 1. Строение молекулы этана
(изображения здесь и далее взяты из открытых источников сети Интернет)

Формирование и развитие умений требует целенаправленной разработки соответствующего *методического инструментария*. На материале, близком к вышерассмотренному предметному содержанию, приведем пример конструирования комплекса методических средств.

Особой задачей для профессионально ориентированного обучения химии является вооружение школьников умениями оперировать скелетными формулами органических веществ. Скелетные изображения молекул точно встречаются в заданиях ЕГЭ по химии и особенно активно используются в высшей школе при подготовке специалистов химического, медицинского, педагогического профилей. Формированию соответствующих умений способствует организация работы обучающихся со специально сконструированными визуальными рядами (рис. 2а-г):

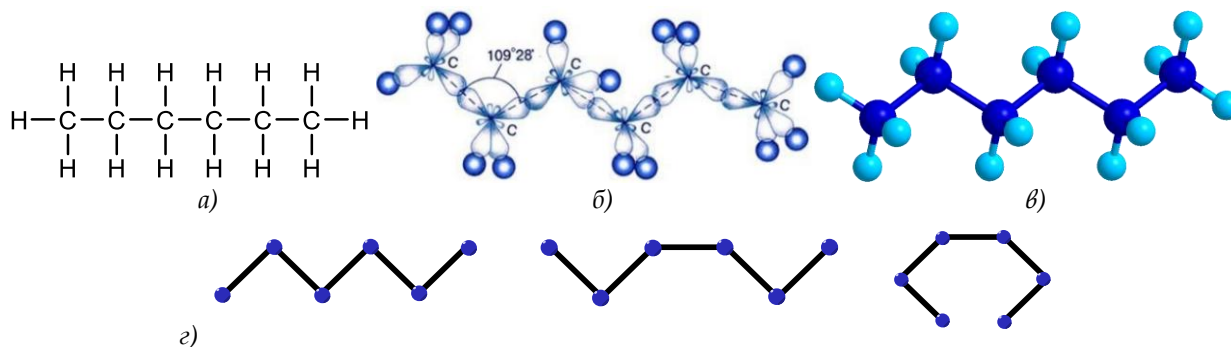


Рис. 2. Строение молекулы н-гексана

Именно в такой последовательности наглядные опоры следует вводить в учебный процесс. Первая формула структурная, отображающая только порядок соединения атомов в молекуле н-гексана (см. рис. 2а). Такая запись не несет информации об истинном пространственном строении молекулы. На втором изображении – атомно-орбитальная модель объекта (см. рис. 2б). Гибридизация атомных орбиталей углерода обеспечивает зигзагообразную форму молекулы. Более ярко геометрия видна, если абстрагироваться от форм атомных орбиталей и соединить центры химически связанных атомов (см. рис. 2в). Поскольку атомы углерода во всех органических веществах четырехвалентны, необходимые до насыщения связей атомы водорода можно не показывать, автоматически подразумевая их наличие. Таким образом, получаются информационно сжатые, более емкие изображения молекул – скелетные формулы. С учетом вращения группировок атомов по цепи сигма-связей для молекулы н-гексана возможно наличие многочисленных конформеров (см. рис. 2г).

Работа с визуальными изображениями может строиться по-разному. Их можно предъявлять как в готовом виде, так и конструировать совместно с учениками. Основным методом обучения должен стать учебно-познавательный диалог.

Помимо визуальных изображений и специально разработанных приемов работы с ними, для формирования умений применяются и другие методические средства. В частности, в данном контексте успешно зарекомендовал себя алгоритм преобразования развернутой структурной формулы в скелетную.

Другой линией развития символично-графических умений следует считать *овладение новыми видами визуальных изображений*, а также значительным усложнением уже освоенных визуальных форм. Это подразумевает, например, овладение функционалом создания 3D-изображений объектов и оперирование полученными формами.

В составе символично-графических умений особое внимание мы придаем умениям кодирования (декодирования) информации и умениям моделирования. При этом под моделированием мы понимаем такое оперирование знаково-символическими формами, которое приводит к получению объективно новой информации (познавательная функция). Модельные отображения могут предлагаться как в готовом виде, так и конструироваться самими обучающимися. Это могут быть не только модели непосредственно химических объектов изучения (веществ, приборов, процессов), но и модели решения химических задач, в том числе с межпредметным содержанием. Схематизация решения расчетных и качественных задач, разработка схематических планов выполнения химического эксперимента, построение структурно-логических схем взаимосвязи химических, биологических, технических объектов с выходом на уровень действий с этими объектами являются важными умениями в подготовке специалиста с высшим образованием.

Цель проводимого исследования не ограничивается выявлением преемственного развития между предпрофессиональными и профессиональными символично-графическими умениями, обеспечиваемыми предметным химическим содержанием. Представляется целесообразным обратить внимание на значимость работы с иллюстративным материалом школьного курса химии в развитии личности ученика, его мышления, потенциальном вкладе освоения химического содержания в формирование общеучебных умений, состоящих в «концентрации знания» посредством знаково-символических структур. Иными словами, овладение символично-графическими умениями как обеспечивает эффективность усвоения предметных знаний, так и активно стимулирует умственное развитие обучающихся. Оперирование знаково-символическими средствами позволяет выделять форму и содержание, разграничивать сущность и явление, устанавливать причину и следствие, прогнозировать развитие событий.

Богатое разнообразие визуальных средств учебного предмета «химия», которые непосредственно связаны с его содержанием, в сочетании с многообразием приемов работы с иллюстративными рядами позволяет сделать вывод об огромной роли дисциплины в обучении, развитии и воспитании ученика. Не случайно с момента обоснования безусловной необходимости химии как самостоятельного учебного предмета в средней школе (начало XX века) подчеркивалось его мировоззренческое, общепознавательное и развивающее значение.

В заключение следует подчеркнуть, что соблюдение преемственности в развитии символично-графических умений требует специально организованного и контролируемого процесса, а его успешность зависит от соблюдения ряда условий. Неоспоримым является утверждение, что прочность овладения умениями на каждом предшествующем уровне обучения во многом определяет эффективность дальнейшего продвижения в учебной деятельности. Методический инструментарий формирова-

ния умений должен быть не только разнообразным, но и выстроенным в определенной последовательности. Для формирования символично-графических умений это не только правильно подобранное необходимое разнообразие визуальных форм, но и специально выстроенная работа с ними, которая обеспечивается и алгоритмическими предписаниями, и заданиями по образцу, и творческими задачами. Ядром методического обеспечения формирования символично-графических умений как важнейших общеучебных познавательных умений призваны выступить учебно-познавательные диалоги и учебно-познавательные задания.

Заключение / Conclusion

Проведенное исследование заставляет глубоко осмыслить проблему преемственности в развитии символично-графических умений при обучении химии на этапе «школа – вуз», что особенно актуально в контексте современных реалий жизни (прежде всего в аспекте развития цифровых технологий и их проникновении во все сферы) и при возрастающих требованиях к образованию. Данное исследование развивает мысль о преемственности сквозь призму формирования профессиональных компетенций специалистов различных профилей.

Анализ научных трудов отечественных и зарубежных исследователей в области педагогики позволил сделать вывод о недостаточной разработанности вопроса обеспечения преемственности в образовании на уровне частных методик, в том числе методики обучения химии. Особенно остро для современной педагогической науки и практики стоит проблема обеспечения преемственности на этапе «средняя школа – вуз» вследствие большой разобщенности образовательных организаций. Создание профильных классов несколько нивелирует проблему, но не решает ее.

Учитывая межпредметный характер понятий, связанных с символично-графическими умениями, и общеучебный характер последних, необходимо констатировать несомненную актуальность формирования этой группы умений у всех категорий школьников. При этом учет их дальнейшей траектории обучения позволит адресно акцентировать внимание на символично-графических компетенциях, критически важных в плане профессиональной подготовки.

С опорой на выделенные психологами виды и составляющие знаково-символической деятельности в работе нашло отражение структурирование соответствующих умений с выделением линий их развития. Векторы развития умений связаны с усложнением предметных структур как объектов изучения, с раскрытием содержания химических объектов на все более глубоких теоретических уровнях, с увеличением числа графических элементов в составе визуальных форм, с развитием самих визуальных форм, с появлением новых визуальных форм.

Решение проблемы соблюдения преемственности формирования символично-графических умений требует комплексного подхода, который должен охватывать все основные компоненты учебного процесса. Особое внимание следует уделять методическому инструментарию формирования умений. В его состав необходимо включать как необходимое разнообразие видов и форм изобразительной наглядности, так и наличие учебных задач по освоению изображений, начиная с задач по построению заместителя и заканчивая задачами моделирования для получения нового знания об объектах изучения.

Ссылки на источники / References

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». – М.: Проспект, 2013. – С. 17.
2. Замошникова Н. Н., Холмогорова Е. И. Непрерывность образовательного процесса в средней школе и высшем учебном заведении на примере преподавания информатики и информационных технологий // Учёные записки Забайкальского государственного университета. – 2024. – Т. 19, № 3. – С. 123–133.
3. Веселова А. Ф. О проблеме преемственности в ознакомлении с элементами математического анализа в школе и в вузе // Письма в Эмиссия.Оффлайн. – 2022. – № 2. – С. 3045.
4. Васютинская Е. А., Васютинский В. В. К проблеме преемственности музыкального образования: школа, училище, вуз. Потери и достижения // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2017. – № Т31. – С. 376–380.
5. Хамитова А. И. Химико-технологическое образование: проблемы преемственности между школой и вузом // Химия в школе. – 2023. – № 4. – С. 27–30.
6. Коменский Я. А. Великая дидактика. – URL: [https://ru.wikisource.org/wiki/Великая_дидактика_\(Коменский,_1875\)](https://ru.wikisource.org/wiki/Великая_дидактика_(Коменский,_1875))
7. Селевко Г. К. Энциклопедия образовательных технологий: в 2 т. Т. 1. – М.: Народное образование, 2005. – С. 66.
8. Ушинский К. Д. Человек как предмет воспитания. Опыт педагогической антропологии // Избр. педагогические соч.: в 2 т. – М.: Педагогика, 1974. – Т. 1. – С. 157.
9. Сластенин В. А. и др. Педагогика: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. завед. / под ред. В. А. Сластенина. – М.: Изд. центр «Академия», 2002. – С. 212.
10. Вишнякова С. М. Профессиональное образование. Словарь. Ключевые понятия, термины, актуальная лексика. – М.: НМЦ СПО, 1999. – С. 255.
11. Орешкина А. К. Методологические основы преемственности образовательного процесса в системе непрерывного образования: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. – М., 2009. – С. 14.
12. Петров А. В., Петров А. А. Статус преемственности в образовании и её дидактические функции // Мир науки, культуры, образования. – 2015. – № 2(51). – С. 175–181.
13. Филатова Л. О. Развитие преемственности школьного и вузовского образования в условиях профильного обучения в старшем звене средней школы. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2005. – 192 с.
14. Ахмедова З. А. Методологическое обоснование формирования коммуникативных компетенций обучающихся в условиях преемственности школа – вуз: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08. – Грозный, 2020. – 28 с.
15. Зайниев Р. М. Преемственность профессионально-ориентированного содержания математического образования в системе «школа-колледж-вуз»: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.08. – Ярославль, 2012. – 42 с.
16. Тагаева Е. А. Обучение старшеклассников решению задач по алгебре и началам математического анализа в условиях преемственности между школой и вузом: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 5.8.2. – Саранск, 2023. – 26 с.
17. Мызникова А. В. Актуализирующая самостоятельная работа по химии курсантов медицинских специальностей военного вуз: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. – СПб., 2020. – 210 с.
18. Мачулис В. В. Роль новых информационных технологий в обеспечении преемственности естественнонаучного образования в средней и высшей школе: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01. – Тюмень, 2002. – 137 с.
19. Гордиенко Т. П., Гумена Т. И. Смешанное обучение как средство обеспечения преемственности между школой и вузом // Педагогическое образование в России. – 2024. – № 6. – С. 272.
20. Аетдинова Р. Р. Формирование единого образовательного пространства «школа – колледж – вуз» в подготовке будущих инженеров // Вестник Набережночелнинского государственного педагогического университета. – 2024. – № 2-2(50). – С. 113–115.
21. Шуиншина Ш. М. и др. Преемственность содержания учебных программ по естественнонаучным дисциплинам // Профессиональное образование в современном мире. – 2018. – Т. 8, № 4. – С. 2265–2275.
22. Brown N. C., Sentence S., Crick N., Humphreys S. Restart: The Resurgence of Computer Science in UK Schools // ACM Transactions on Computing Education. – 2014. – Vol. 14. – № 2. – URL: https://www.researchgate.net/publication/264543793_Restart_The_Resurgence_of_Computer_Science_in_UK_Schools
23. Hubwieser P., Brinda T., Magenheimer J., Jackova J. A Global Snapshot of Computer Science Education in K-12 Schools // Conference Proceedings of the 2015 ITiCSE Working Group Reports (ITiCSE-WGR '15). – 2015. – URL: https://www.researchgate.net/publication/292722310_A_Global_Snapshot_of_Computer_Science_Education_in_K-12_Schools
24. Kadirvelu A., Gurtu S. Integrated Learning in Medical Education: Are Our Students Ready? // Medical Science Educator. – 2015. – Vol. 25. – № 4. – P. 549–551. – URL: https://www.researchgate.net/publication/282001951_Integrated_Learning_in_Medical_Education_Are_Our_Students_Ready
25. Atwa H. S., Gouda E. M. Curriculum Integration in Medical Education: A Theoretical Review // Intel Prop Rights. – 2014. – Vol. 2. – P. 1–7. – URL: https://www.researchgate.net/publication/307824850_Curriculum_Integration_in_Medical_Education_A_Theoretical_Review

26. Liang B., Ng O. L., Chan Y. C. Seeing the continuity behind “double discontinuity”: investigating Hong Kong prospective mathematics teachers’ secondary–tertiary transition // *Educational Studies in Mathematics*. – 2023. – Vol. 113. – P. 107–124. – URL: <https://doi.org/10.1007/s10649-022-10197-7>
 27. Stone D. C. Student success and the high school-university transition: 100 years of chemistry education research // *Chemistry Education Research and Practice*. – 2021. – № 22. – P. 579–601. – URL: https://www.researchgate.net/publication/351964334_Student_Success_and_the_High_School-University_Transition_100_Years_of_Chemistry_Education_Research
 28. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования. – URL: <https://base.garant.ru/401433920/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/?ysclid=meaasn8um8253951043>
 29. Федеральная рабочая программа. Химия. 10–11 классы (углубленный уровень). – М.: ИСМО им. В. С. Леднева, 2025. – С. 21–22. – URL: https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2025/07/2025_soo_frp_himiya_10_11_ugl.pdf
 30. Профессиональный стандарт врач-лечебник (врач-терапевт участковый). – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=292706&ysclid=md7vti1fa444797654>
 31. Профессиональный стандарт фармацевт. – URL: <https://classinform.ru/profstandarty/02.075-farmatcevt.html>
 32. ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 07.03.01 Архитектура. – URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-07-03-01-arhitektura-509/>
 33. Салмина Н. Г. Знак и символ в обучении. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 286 с.
 34. Семенова Н. К. Методические основы формирования знаний и умений учащихся профильных классов при изучении графических дисциплин: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. – М., 2008. – 17 с.
 35. Терновская О. В. Технология формирования креативных конструкторско-графических умений учащихся профильных классов и учреждений дополнительного образования: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. – М., 2009. – 21 с.
 36. Калина Н. Д. Система формирования профессиональных конструктивно-графических умений у будущих специалистов архитекторов-дизайнеров: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08. – Владивосток, 2005. – 21 с.
 37. Снатович А. Б. Формирование конструктивно-графических умений будущих архитекторов на основе интегративного подхода: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Армавир, 2023. – С. 8.
 38. Гуторова Г. Д. Формирование метапредметных компетенций у обучающихся основной школы на основе многомерного подхода: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Казань, 2022. – 25 с.
 39. Na Li, Ida Ah Chee Mok, Yiming Cao. The Evolution of Mathematical Thinking in Chinese Mathematics Education // *Mathematics*. – 2019. – Vol. 7. – P. 1–18. – URL: https://www.researchgate.net/publication/345472076_The_Evolution_of_Mathematical_Thinking_in_Chinese_Mathematics_Education
 40. Bajracharya R. R., Sealey V. L., Thompson J. R. Student Understanding of the Sign of Negative Definite Integrals in Mathematics and Physics // *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*. – 2023. – Vol. 9. – P. 65–94. – URL: https://www.researchgate.net/publication/367349868_Student_Understanding_of_the_Sign_of_Negative_Definite_Integrals_in_Mathematics_and_Physics
 41. Žakelj A., Klančar A. The role of visual representations in geometry learning // *European Journal of Educational Research*. – 2022. – Vol. 11. – P. 1393–1411. – URL: https://www.researchgate.net/publication/362023034_The_Role_of_Visual_Representations_in_Geometry_Learning
 42. Buckley J., Seery N., Canty D., Gumaelius L. The Importance of Spatial Ability Within Technology Education // *Applications of Research in Technology Education. Contemporary Issues in Technology Education* / eds. P. J. Williams, B. von Mengersen. – 2022. – P. 165–182. – URL: https://www.researchgate.net/publication/358277334_The_Importance_of_Spatial_Ability_Within_Technology_Education
 43. Миренкова Е. В. Виды и функции иллюстративного материала в процессе обучения // *Химия в школе*. – 2017. – № 6. – С. 11–17.
 44. Миренкова Е. В. Средства наглядности в организации учебного процесса // *Химия в школе*. – 2017. – № 8. – С. 7–15.
-
1. *Federal'nyj zakon ot 29 dekabrya 2012 g. № 273-FZ “Ob obrazovanii v Rossijskoj Federacii”* [Federal Law No. 273-FL of December 29, 2012 “On Education in the Russian Federation”], Moscow Prospekt, 2013, p. 17 (in Russian).
 2. Zamoshnikova, N. N., & Holmogorova, E. I. (2024). “Neprieryvnost' obrazovatel'nogo processa v srednej shkole i vysshem uchebnom zavedenii na primere prepodavaniya informatiki i informacionnyh tekhnologij” [Continuity of the educational process in secondary school and higher education institutions: the case of computer science and information technology], *Uchyonye zapiski Zabajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta*, t. 19, № 3, pp. 123–133 (in Russian).
 3. Veselova, A. F. (2022). “O probleme preemstvennosti v oznakomlenii s elementami matematicheskogo analiza v shkole i v vuze” [On the problem of continuity in learning elements of mathematical analysis in school and university], *Pis'ma v Emissiya. Offlajn*, № 2, p. 3045 (in Russian).

4. Vasyutinskaya, E. A., & Vasyutinskij, V. V. (2017). "K probleme preemstvennosti muzykal'nogo obrazovaniya: shkola, uchilishche, vuz. Poteri i dostizheniya" [On the Problem of Continuity in Music Education: School, College, and University. Losses and Achievements], *Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal "Koncept"*, № T31, pp. 376–380 (in Russian).
5. Hamitova, A. I. (2023). "Himiko-tehnologicheskoe obrazovanie: problemy preemstvennosti mezhdru shkoloj i vuzom" [Chemical technology education: problems of continuity between school and university], *Himiya v shkole*, № 4, pp. 27–30 (in Russian).
6. Komenskij, Ya. A. *Velikaya didaktika* [Great Didactics]. Available at: [https://ru.wikisource.org/wiki/Velikaya_didaktika_\(Komenskij,_1875\)](https://ru.wikisource.org/wiki/Velikaya_didaktika_(Komenskij,_1875)) (in Russian).
7. Selevko, G. K. (2005). *Enciklopediya obrazovatel'nyh tekhnologij: v 2 t. T. 1* [Encyclopedia of educational technologies in 2 volumes. Volume 1], Narodnoe obrazovanie, Moscow, p. 66 (in Russian).
8. Ushinskij, K. D. (1974). *Chelovek kak predmet vospitaniya. Opyt pedagogicheskoy antropologii* [Man as a Subject of Education: An Experience of Pedagogical Anthropology], *Izbr. pedagogicheskie soch.: v 2 t*, Pedagogika, Moscow, t. 1, p. 157 (in Russian).
9. Slastenin, V. A. et al. (2002). *Pedagogika* [Pedagogy]: *ucheb. posobie dlya stud. vyssh. ped. ucheb. zaved.*, Moscow, p. 212 (in Russian).
10. Vishnyakova, S. M. (1999). *Professional'noe obrazovanie. Slovar'. Klyuchevye ponyatiya, terminy, aktual'naya leksika* [Professional Education. Dictionary. Key Concepts, Terms, and Current Vocabulary], NMC SPO, Moscow, p. 255 (in Russian).
11. Oreshkina, A. K. 2009 (). *Metodologicheskie osnovy preemstvennosti obrazovatel'nogo processa v sisteme nepre-ryvnogo obrazovaniya* [Methodological foundations of the educational process continuity in the system of continuous education]: *avtoref. dis. ... d-ra ped. nauk: 13.00.01*, Moscow, p. 14 (in Russian).
12. Petrov, A. V., & Petrov, A. A. (2015). "Status preemstvennosti v obrazovanii i eyo didakticheskie funkicii" [The status of continuity in education and its didactic functions], *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya*, № 2(51), pp. 175–181 (in Russian).
13. Filatova, L. O. (2005). *Razvitie preemstvennosti shkol'nogo i vuzovskogo obrazovaniya v usloviyah profil'nogo obucheniya v starshem zvene srednej shkoly* [Development of continuity of school and university education in the context of specialized education in high school], *Laboratoriya bazovyh znaniy*, Moscow, 192 p. (in Russian).
14. Ahmedova, Z. A. (2020). *Metodologicheskoe obosnovanie formirovaniya kommunikativnyh kompetencij obuchayushchihsya v usloviyah preemstvennosti shkola – vuz* [Methodological substantiation of the development of students' communicative competences in the context of school–university continuity]: *avtoref. dis. ... kand. ped. nauk: 13.00.08*, Groznyj, 28 p. (in Russian).
15. Zajniev, R. M. (2012). *Preemstvennost' professional'no-orientirovannogo sodержaniya matematicheskogo obrazovaniya v sisteme "shkola-kolledzh-vuz"* [Continuity of the professionally oriented content of mathematical education in the "school-college-university" system]: *avtoref. dis. ... d-ra ped. nauk: 13.00.08*, Yaroslavl, 42 p. (in Russian).
16. Tagaeva, E. A. (2023). *Obuchenie starsheklassnikov resheniyu zadach po algebre i nachalam matematicheskogo analiza v usloviyah preemstvennosti mezhdru shkoloj i vuzom* [Teaching high school students to solve tasks in algebra and basic mathematical analysis in a context of continuity between school and university]: *avtoref. dis. ... kand. ped. nauk: 5.8.2*, Saransk, 26 p. (in Russian).
17. Myznikova, A. V. (2020). *Aktualiziruyushchaya samostoyatel'naya rabota po himii kursantov medicinskih special'nostej voennogo vuz* [Updating independent work on chemistry for cadets of medical specialties at a military university]: *dis. ... kand. ped. nauk: 13.00.02*, St. Petersburg, 210 p. (in Russian).
18. Machulis, V. V. (2002). *Rol' novyh informacionnyh tekhnologij v obespechenii preemstvennosti estestvennonauchnogo obrazovaniya v srednej i vysshej shkole* [The role of new information technologies in ensuring the continuity of natural science education in secondary and higher education]: *dis. ... kand. ped. nauk: 13.00.01*, Tyumen', 137 p. (in Russian).
19. Gordienko, T. P., & Gumena, T. I. (2024). "Smeshannoe obuchenie kak sredstvo obespecheniya preemstvennosti mezhdru shkoloj i vuzom" [Blended learning as a means of ensuring continuity between school and university], *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii*, № 6, p. 272 (in Russian).
20. Aetdinova, R. R. (2024). "Formirovanie edinogo obrazovatel'nogo prostranstva "shkola – kolledzh – vuz" v podgotovke budushchih inzhenerov" [Formation of a unified educational space "school - college - university" in the training of future engineers], *Vestnik Naberezhnochelninskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*, № 2-2(50), pp. 113–115 (in Russian).
21. Shuinshina, Sh. M. et al. (2018). "Preemstvennost' sodержaniya uchebnyh programm po estestvennonauchnym disciplinam" [Continuity of the content of curricula in natural sciences], *Professional'noe obrazovanie v sovremen- nom mire*, t. 8, № 4, pp. 2265–2275 (in Russian).

22. Brown, N. C. C., Sentence, S., Crick, N., & Humphreys, S. (2014). "Restart: The Resurgence of Computer Science in UK Schools", *ACM Transactions on Computing Education*, vol. 14, № 2. Available at: https://www.researchgate.net/publication/264543793_Restart_The_Resurgence_of_Computer_Science_in_UK_Schools (in English).
23. Hubwieser, P., Brinda, T., Magenheimer, J., & Jackova, J. (2015). "A Global Snapshot of Computer Science Education in K-12 Schools", *Conference Proceedings of the 2015 ITICSE Working Group Reports (ITICSE-WGR '15)*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/292722310_A_Global_Snapshot_of_Computer_Science_Education_in_K-12_Schools (in English).
24. Kadirvelu, A., & Gurtu, S. (2015). "Integrated Learning in Medical Education: Are Our Students Ready?", *Medical Science Educator*, vol. 25, № 4, pp. 549–551. Available at: https://www.researchgate.net/publication/282001951_Integrated_Learning_in_Medical_Education_Are_Our_Students_Ready (in English).
25. Atwa, H. S., & Gouda, E. M. (2014). "Curriculum Integration in Medical Education: A Theoretical Review", *Intel Prop Rights*, vol. 2, pp. 1–7. Available at: https://www.researchgate.net/publication/307824850_Curriculum_Integration_in_Medical_Education_A_Theoretical_Review (in English).
26. Liang, B., Ng, O. L., & Chan, Y. C. (2023). "Seeing the continuity behind "double discontinuity": investigating Hong Kong prospective mathematics teachers' secondary–tertiary transition", *Educational Studies in Mathematics*, vol. 113, pp. 107–124. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10649-022-10197-7> (in English).
27. Stone, D. C. (2021). "Student success and the high school-university transition: 100 years of chemistry education research", *Chemistry Education Research and Practice*, № 22, pp. 579–601. Available at: https://www.researchgate.net/publication/351964334_Student_Success_and_the_High_School-University_Transition_100_Years_of_Chemistry_Education_Research (in English).
28. *Federal'nyj gosudarstvennyj obrazovatel'nyj standart osnovnogo obshchego obrazovaniya [Federal State Educational Standard of Basic General Education]*. Available at: <https://base.garant.ru/401433920/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/?ysclid=meaasn8um8253951043> (in Russian).
29. *Federal'naya rabochaya programma. Himiya. 10–11 klassy (uglublennyy uroven') [The Federal Work Program. Chemistry. Grades 10-11 (advanced level)]*, Moscow ISMO im. V. S. Ledneva, 2025, pp. 21–22. Available at: https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2025/07/2025_soo_frp_himiya_10_11_ugl.pdf (in Russian).
30. *Professional'nyj standart vrach-lechebnik (vrach-terapevt uchastkovyy) [Professional standard: medical doctor (district general practitioner)]*. Available at: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=292706&ysclid=md7tvti1fa444797654> (in Russian).
31. *Professional'nyj standart farmacevt [Professional standard: pharmacist]*. Available at: <https://classinform.ru/profstandarty/02.075-farmatcevt.html> (in Russian).
32. *FGOS VO – bakalavriat po napravleniyu podgotovki 07.03.01 Arhitektura [Federal State Educational Standard of Higher Education – Bachelor's degree in the area of training 07.03.01 Architecture]*. Available at: <https://fgos.ru/fgos/fgos-07-03-01-arhitektura-509/> (in Russian).
33. Salmina, N. G. (1988). *Znak i simvol v obuchenii [Sign and symbol in teaching]*, Izd-vo MGU, Moscow, 286 p. (in Russian).
34. Semenova, N. K. (2008). *Metodicheskie osnovy formirovaniya znanij i umenij uchashchihsya profil'nyh klassov pri izuchenii graficheskikh disciplin [Methodological foundations for the development of knowledge and skills of students in specialized classes in the study of graphic disciplines]: avtoref. dis. ... kand. ped. nauk: 13.00.02*, Moscow, 17 p. (in Russian).
35. Ternovskaya, O. V. (2009). *Tekhnologiya formirovaniya kreativnykh konstruktorsko-graficheskikh umenij uchashchihsya profil'nyh klassov i uchrezhdenij dopolnitel'nogo obrazovaniya [Technology for developing creative design and graphic skills in students of specialized classes and institutions of additional education]: avtoref. dis. ... kand. ped. nauk: 13.00.02*, Moscow, 21 p. (in Russian).
36. Kalina, N. D. (2005). *Sistema formirovaniya professional'nykh konstruktivno-graficheskikh umenij u budushchikh specialistov arhitektorov-dizajnerov [A system for developing professional design and graphic skills in preservice architectural designers]: avtoref. dis. ... kand. ped. nauk: 13.00.08*, Vladivostok, 21 p. (in Russian).
37. Snatovich, A. B. (2023). *Formirovanie konstruktivno-graficheskikh umenij budushchikh arhitektorov na osnove integrativnogo podhoda [Development of constructive and graphic skills of future architects based on an integrative approach]: avtoref. dis. ... kand. ped. nauk*, Armavir, p. 8 (in Russian).
38. Gutorova, G. D. (2022). *Formirovanie metapredmetnykh kompetencij u obuchayushchihsya osnovnoj shkoly na osnove mnogomernogo podhoda [Development of meta-subject competences in secondary school students based on a multidimensional approach]: avtoref. dis. ... kand. ped. nauk*, Kazan', 25 p. (in Russian).
39. Na, Li, Ida, Ah Chee Mok, & Yiming, Cao. (2019). "The Evolution of Mathematical Thinking in Chinese Mathematics Education", *Mathematics*, vol. 7, pp. 1–18. Available at: https://www.researchgate.net/publication/345472076_The_Evolution_of_Mathematical_Thinking_in_Chinese_Mathematics_Education (in English).

40. Bajracharya, R. R., Sealey, V. L., & Thompson, J. R. (2023). "Student Understanding of the Sign of Negative Definite Integrals in Mathematics and Physics", *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, vol. 9, pp. 65–94. Available at: https://www.researchgate.net/publication/367349868_Student_Understanding_of_the_Sign_of_Negative_Definite_Integrals_in_Mathematics_and_Physics (in English).
41. Žakelj, A., & Klančar, A. (2022). "The role of visual representations in geometry learning", *European Journal of Educational Research*, vol. 11, pp. 1393–1411. Available at: https://www.researchgate.net/publication/362023034_The_Role_of_Visual_Representations_in_Geometry_Learning (in English).
42. Buckley, J., Seery, N., Canty, D., & Gumaelius, L. (2022). "The Importance of Spatial Ability Within Technology Education", in Williams, P. J., von Mengersen, B. (eds.). *Applications of Research in Technology Education. Contemporary Issues in Technology Education*, pp. 165–182. Available at: https://www.researchgate.net/publication/358277334_The_Importance_of_Spatial_Ability_Within_Technology_Education (in English).
43. Mirenkova, E. V. (2017). "Vidy i funkcii illyustrativnogo materiala v processe obucheniya" [Types and functions of illustrative material in the learning process], *Himiya v shkole*, № 6, pp. 11–17 (in Russian).
44. Mirenkova, E. V. (2017). "Sredstva naglyadnosti v organizacii uchebnogo processa" [Visual aids in organizing the educational process], *Himiya v shkole*, № 8, pp. 7–15 (in Russian).

Вклад авторов

Е. В. Миренкова – разработка методологии исследования, написание основной части.

Н. П. Мсхвильдзе – обзор зарубежной литературы, дополнение разделов статьи.

Contribution of the authors

E. V. Mirenkova – development of research methodology, writing the main part.

N. P. Mskhvilidze – review of foreign literature, addition to the sections of the article.