

Образовательные технологии: наука и практика

Educational technologies: science and practice

Инновационное развитие профессионального образования. 2025. № 2 (46). С. 20–27. ISSN 2304-2818

Innovative Development of Vocational Education. 2025;(2(46)):20-27. ISSN 2304-2818

И. Г. Кольчугина¹

Научная статья

УДК 372.016:54

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СХЕМНО-ЗНАКОВЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ ХИМИИ

Ирина Геннадьевна Кольчугина, defmaybe90@gmail.com, ORCID 0009-0009-5756-0571

Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

Аннотация. Современные тенденции развития высшего образования в Российской Федерации предполагают не только повышение уровня профессионального образования, но и увеличение числа иностранных студентов, обучающихся с помощью языка-посредника. В Пензенском государственном университете студенты из Индии и многих арабских стран получают образование по специальностям «Лечебное дело», «Фармация». Все преподаватели университета прошли специальную подготовку и в достаточной степени владеют английским языком, однако уровень языковой подготовки студентов зачастую недостаточен для понимания сложных химических понятий и процессов. В данной статье рассматривается проблема изучения некоторых тем аналитической химии иностранными студентами, обучающимися на английском как языке-посреднике. С учетом различного уровня подготовки иностранных студентов и разной степени владения английским языком использование средств визуализации и систематизации учебной информации является хорошим способом для студентов овладеть элементами учебной программы по предмету «Аналитическая химия». Предложено применять интерактивные методы, в частности, схемно-знаковые модели: граф логики, опорный конспект и модель обучения, разработанную на основе метода «Метаплан». Составлены методические рекомендации по применению метода «Метаплан» и апробированы с иностранными студентами второго года обучения по предмету «Аналитическая химия». Эффективность учебной деятельности студентов определялась путем научно-педагогического эксперимента, полученные результаты анализировались математически и статистически, в связи с этим вырабатывались предложения и рекомендации. Рекомендованы типы схемно-знаковых моделей в зависимости от вида занятий. Предложенные методы нашли применение на практических занятиях, лекциях и при самостоятельной работе студентов. Отмечается повышение успеваемости именно при работе студентов в группе, т. е. при взаимодействии не только с преподавателем, но и друг с другом.

Ключевые слова: *иностранные студенты, аналитическая химия, схемно-знаковые модели обучения, метод «Метаплан»*

Для цитирования: Кольчугина И. Г. Использование схемно-знаковых моделей при обучении иностранных студентов химии // Инновационное развитие профессионального образования. 2025. № 2 (46). С. 20–27.

Original article

USING SCHEMATIC-SYMBOLIC MODELS IN TEACHING CHEMISTRY
TO INTERNATIONAL STUDENTS

Irina G. Kolchugina, defmaybe90@gmail.com, ORCID 0009-0009-5756-0571

Penza State University, Penza, Russia

Abstract. Modern trends in the development of higher education in the Russian Federation imply not only an increase in the level of professional education, but also an increase in the number of international students studying with the help of an intermediary language. At Penza State University, students from India and many Arab countries receive education in the specialties of "General Medicine" and "Pharmacy". All university teachers have undergone special training and have a sufficient command of English, but the level of students' language proficiency is often insufficient to understand complex chemical concepts and processes. This article discusses the problem of studying some topics of analytical chemistry by international students studying in English as an intermediary language. Taking into account the different levels of training of foreign students and different degrees of English proficiency, the use of visualization and systematization of educational information is a good way for students to master the elements of the curriculum in the subject of "Analytical Chemistry". It is proposed to use interactive methods, in particular, diagrammatic-symbolic models: a logic graph, a reference note and a learning model developed on the basis of the "Metaplan" method. Methodological recommendations for the application of the "Metaplan" method were compiled and tested with second-year foreign students in the subject of "Analytical Chemistry". The effectiveness of students' educational activities was determined by means of a scientific and pedagogical experiment, the results obtained were analyzed mathematically and statistically, in connection with this, proposals and recommendations were developed. The types of diagrammatic-symbolic models are recommended depending on the type of classes. The proposed methods have found application in practical classes, lectures and in independent work of students. An increase in academic performance is noted precisely when students work in a group, i. e. when interacting not only with the teacher, but also with each other.

Keywords: foreign students, analytical chemistry, diagrammatic-symbolic models of teaching, the Metaplan method

For citation: Kolchugina IG. Using schematic-symbolic models in teaching chemistry to international students. *Innovacionnoe razvitie professional'nogo obrazovaniya = Innovative development of vocational education*. 2025;(2(46):20-27. (In Russ.).

Введение

Пензенский государственный университет (далее — ПГУ) проводит обучение иностранных студентов на английском языке с 2013 г., и с каждым годом количество студентов, желающих получить образование, увеличивается (так, в 2024 г. количество иностранных студентов возросло до 350 человек). Расширяются и преподаваемые курсы: к специальностям «Лечебное дело» и «Стоматология» с 2020 г. добавлена специальность «Фармация» с преподаванием неорганической, органической, физической и аналитической химии.

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации В. В. Путина от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на

перспективу до 2036 года»¹ руководство ПГУ планирует дальнейшее увеличение обучающихся иностранных студентов.

На этом фоне актуальным становится вопрос о разработке механизмов успешной адаптации и интеграции иностранных студентов в процесс обучения по российским стандартам в соответствии с ФГОС 3++.

Материалы и методы исследования

Актуальность настоящего исследования определяется:

— неоднородным исходным уровнем базовых знаний студентов, обусловленным расхождениями в содержании школьных программ и национальными особенностями;

¹ О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года : Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309 // Президент России : офиц. сайт. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50542>.

– потребностью разработки необходимого методического материала на основе схемно-знакового подхода;

– отсутствием методических разработок обучения аналитической химии с использованием языка-посредника.

Объектом исследования является процесс обучения химии студентов медицинского института специальности «Фармация», обучающихся на английском языке.

Цель исследования — разработка комплекса дидактических средств и методических рекомендаций по использованию схемно-знаковых методов обучения и особенно метода «Метаплан» со студентами, обучающимися на английском языке; внедрение схемно-знаковой модели обучения на основе метода «Метаплан» в процесс обучения аналитической химии. В нашей работе мы постараемся определить, какие типы схемно-знаковых моделей лучше применять в зависимости от вида занятия.

В ходе исследования использовались теоретические (обзор литературы по изучаемой проблеме), эмпирические (педагогический эксперимент) методы и методы обработки экспериментальных данных.

Ранее интерактивные методы работы успешно применялись при преподавании химии, соответственно отмечалось повышение заинтересованности и восприятия студентами информации [1]. Однако не всегда учебный материал воспринимается и анализируется легко, особенно студентами, в недостаточной степени владеющими языком-посредником. В научном педагогическом сообществе считается, что методы визуализации учебной информации облегчают процесс ее усвоения [2; 3]. Н. А. Неудахина [4] рассматривает особенности подготовки учебного материала для передачи студентам с помощью технологии визуализации. Г. И. Сапаевой [5] была разработана методика обучения аналитической химии студентов высших учебных заведений с использованием интерактивных методов. Т. В. Шориной и С. В. Хусаиновой [6] предложено структурирование и визуализация учебной информации на основе анализа педагогической литературы, получены данные, позволяющие актуализировать вопросы систематизации, кодирования и декодирования информации на основе схемно-знаковых моделей. Исследования Н. В. Кривошаповой [7] показали возможность использования инновационных технологий при работе с текстом, а Э. Н. Макаренко [8] рассматривал применение визуализации ин-

формации как элемент творчества. Некоторые недостатки были выявлены при использовании электронных и мультимедийных средств визуализации [9].

Но несмотря на имеющиеся недостатки, схемно-знаковые модели представления информации являются «интерактивными методами преподавания и универсальным инструментом повышения наглядности изучаемого материала, выявления и презентации его существенных связей и закономерностей и, как следствие, активизации познавательной деятельности учащихся» [10, с. 40].

Анализ практики использования схемно-знаковых моделей в учебном процессе позволил выделить наиболее распространенные: граф логики учебных элементов, «Метаплан» Н. Е. Эргановой, фреймовая модель М. Минского, продукционная модель, логическая модель, модель семантической сети, схемоконспект, опорный конспект В. Ф. Шаталова, ментальная карта, или карта мыслей.

В рамках учебного процесса в зависимости от характера выполняемой деятельности могут быть использованы все виды моделей. Например, Е. В. Шлякова считает, что использование ментальной карты в процессе обучения химии позволяет достигнуть инвариантности решения поставленной задачи [11]. Достижение одномоментного усвоения учащимся ограниченного объема информации возможно с помощью применения в учебном процессе опорного конспекта [12]. Благодаря наличию опорных сигналов, связанных между собой в графическую схему, опорный конспект В. Ф. Шаталова облегчает запоминание, повторение материала, структуризацию и приумножение знаний и как результат удовлетворенность деятельностью. Это значит, что применение данной схемно-знаковой модели представления материала может способствовать активизации познавательной деятельности студентов и усвоению полученной информации.

Одним из основных методов визуализации является «Метаплан», представляющий собой «систему разнообразных видов коллективной, групповой и индивидуальной деятельности, промежуточные результаты одной деятельности, которые являются исходным материалом для организации другой деятельности» [10, с. 17]. «Метаплан» — это методика структурирования групповых обсуждений и выработки эффективных коллективных решений.

Название «Метаплан» является собственностью компании Metaplan GmbH, которая раз-

работала данный метод в конце 1970–1980-х гг. с целью повышения эффективности групповых дискуссий (Kleber)¹.

В России метод «Метаплан» подробно рассмотрен Н. Е. Эргановой [13] и представляет собой вариативное множество элементов (знаковых форм), имеющих определенное значение. С. С. Кашлев трактует название технологии «Метаплан» как намеченный на определенный срок порядок работы, мета (в пер. с греч. ‘сверх’) — это макроуровень какого-либо явления. Таким образом, «метаплан есть сверхпорядок организации деятельности, некий стратегический порядок работы, включающий ряд тактических порядков» [10, с. 18].

Метаплан-техника представляет собой инвариантное множество знаковых форм (элементов), имеющих определенное назначение. К элементам «Метаплана» относятся: полоса, облако, овал, прямоугольник, круг. Каждый элемент несет определенные сущностные характеристики: например, полосы используются для обозначения коротких формулировок или выводов, прямоугольником выделяются названия, заголовки или категориальные понятия. «Метаплан» как знаковое визуальное средство обладает чувственно воспринимаемыми свойствами — формой и цветом, что позволяет обучающимся воспринимать учебный материал на психофизиологическом уровне с опорой на эмоционально-чувственную сферу, поэтому процесс усвоения учебного материала ускоряется и упрощается. Представление учебных элементов в структурированном виде создает ориентировочную основу деятельности. С одной стороны, происходит формирование целостной системы знаний о химическом соединении или процессе, а с другой — общей системы учебно-познавательных действий по становлению такой системы знаний.

Таким образом, использование схемно-знаковых моделей и техники «Метаплан» должно способствовать восприятию информации иностранными студентами и лучшей адаптации к учебному процессу. С дидактической точки зрения это метод, активирующий мыслительную деятельность и стимулирующий речевую деятельность [14].

Результаты исследования

В соответствии с учебным планом специальности «Фармация» в Пензенском государст-

венном университете реализуются следующие виды занятий: лекции, практические с включением лабораторных работ и самостоятельная работа студентов. В статье мы постараемся определить, какие типы схемно-знаковых моделей лучше применять в зависимости от вида учебного занятия.

Внедрение учебного средства визуализации информации «граф логики» прошло успешную адаптацию при проведении практических занятий по темам курса аналитической химии: «Качественный анализ. Разделение смеси катионов». Как правило, граф логики систематизирует теоретический материал и используется перед проведением лабораторной работы, которая является практическим закреплением теоретических знаний.

Граф логики описывается в работе [4] и состоит из точек и ребер, соединяющих их. На первых этапах внедрения иностранным студентам предлагается пустой граф, в который они должны вписать этапы разделения смеси катионов различных аналитических групп. Работа осуществляется в группах по 3–4 человека, а полученные результаты обсуждаются всеми студентами. На последующих этапах внедрения студенты сами составляют графы логики по предложенным вопросам и, как правило, делают это с удовольствием.

Составление опорных конспектов — еще один способ систематизации и визуализации учебной информации. Опорные конспекты актуально использовать на тех видах занятий, где присутствуют большие объемы учебной информации, например, на лекциях. Успешно адаптировано применение метода на лекциях «Гравиметрические методы анализа» и «Оптические методы анализа». При использовании опорного конспекта информация сжимается, выделяется главное. Возможно применение различных шрифтов, фигур, цветов. Опорный конспект может быть составлен и к лекционному курсу при самостоятельной работе студентов.

Как справедливо было отмечено С. И. Осиповой и Ю. Г. Кублицкой, при использовании графа логики и опорного конспекта происходит подключение эмоционально-волевой сферы, и удовлетворение деятельностью достигается именно за счет воздействия на психоэмоциональную сферу восприятия информации [15, с. 147].

Схемно-знаковая методика на основе метода «Метаплан» включает в себя работу с карточками различной формы и цвета и относится

¹ Metaplan. Basic Techniques Moderating group discussions using the Metaplan approach. URL: https://www.metaplan.com/wp-content/uploads/2021/04/Metaplan_Basiswissen_engl.pdf (дата обращения: 25.04.2025).

к методам визуализации информации, при котором происходит опредмечивание мыслительных операций. Этот метод имеет ряд преимуществ по сравнению с брейнсторм-методом, использующим устную форму обсуждения проблемы, в результате чего часть полученной информации может быть потеряна.

В метаплан-методе присутствует полная визуализация процесса обсуждения, соответственно его можно использовать как на магнитных досках, так и на больших и малых листах бумаги, с применением как карточек, так и цветных маркеров, т. е. существует множество вариантов выполнения техники метапланирования. Методику можно включать в разные этапы занятия в качестве средства принятия общего решения и обобщения аналитических данных. Главное, на наш взгляд, в методике «Метаплан» — интерактивность, взаимодействие участников друг с другом и нахождение совместного решения проблемы. Иностранным студентам тяжело дается вербальное восприятие информации, и метод «Метаплан» не только помогает усваивать ее, но и систематизирует знания путем визуального восприятия проблемы и коммуникации.

Чтобы техника «Метаплан» могла решать свои задачи по объективации мыслительных операций, структурированию учебных элементов (понятий), осознанию их существенных признаков и причинно-следственных связей, необходимо строго соблюдать предложенные Н. Е. Эргановой следующие правила:

- текст выступлений должен быть кратким;
- информация должна быть зафиксирована на самих элементах;
- на каждой карточке записан только один аргумент или концепция;
- текст должен быть написан разборчиво (в элементах карточки должно быть не более трех строк);
- не следует использовать более четырех цветов, нельзя игнорировать цвет;
- не допускается изменение формы элемента без изменения его значения.

Эти требования подходят для использования техники «Метаплан» на обобщающих практических занятиях по курсу аналитической химии со студентами-иностранцами.

Методика включает следующие этапы:

1. Введение в технику «Метаплан», озвучивание темы и формулирование проблем-вопросов.

2. Преподаватель (руководящий выполнением технологии) просит участников технологии в течение 5–10 минут ответить на вопрос и кратко записать ответ на прямоугольной карточке. Один ответ — одна карточка.

3. Полученные данные фиксируются на магнитной доске или листе бумаги, повторяющиеся данные зачеркиваются. Прямоугольники нумеруются с помощью кружочков.

4. Групповая работа, в ходе которой конкретизируются краткие ответы и записываются на овалах. Информация размещается на магнитной доске.

5. Подведение итогов. Фиксируем полученный результат. Выслушиваем резюме участников по поставленному вопросу.

6. Рефлексия. На этом этапе учащиеся могут оценить не только свои собственные результаты, но и результаты друг друга.

На рисунке 1 представлен «Метаплан» по теме: «Качественный анализ. Сравнительная характеристика катионов первой аналитической группы».

Курс аналитической химии преподавался студентам второго года обучения Пензенского государственного университета (специальность «Фармация»), обучающимся на английском языке как языке-посреднике. Из двух групп студентов одна (экспериментальная) обучалась с использованием схемно-знаковых моделей, а другая (контрольная) — с использованием традиционных техник (лекции, лабораторные работы). Изначально потенциал обеих групп были примерно одинаковым. Для анализа полученных знаний студентам обеих групп были даны одинаковые задания, а их результаты проанализированы (табл. 1).

Таблица 1

**Абсолютная успеваемость и индикатор качества
в экспериментальной и контрольной группах**

Группы	Кол-во студентов	Отл.	Хор.	Удовл.	Неуд.	Абс. усп., %	Инд. качества, %
Экспериментальная группа	12	2	7	3	–	100	75
Контрольная группа	15	–	5	10	–	100	33

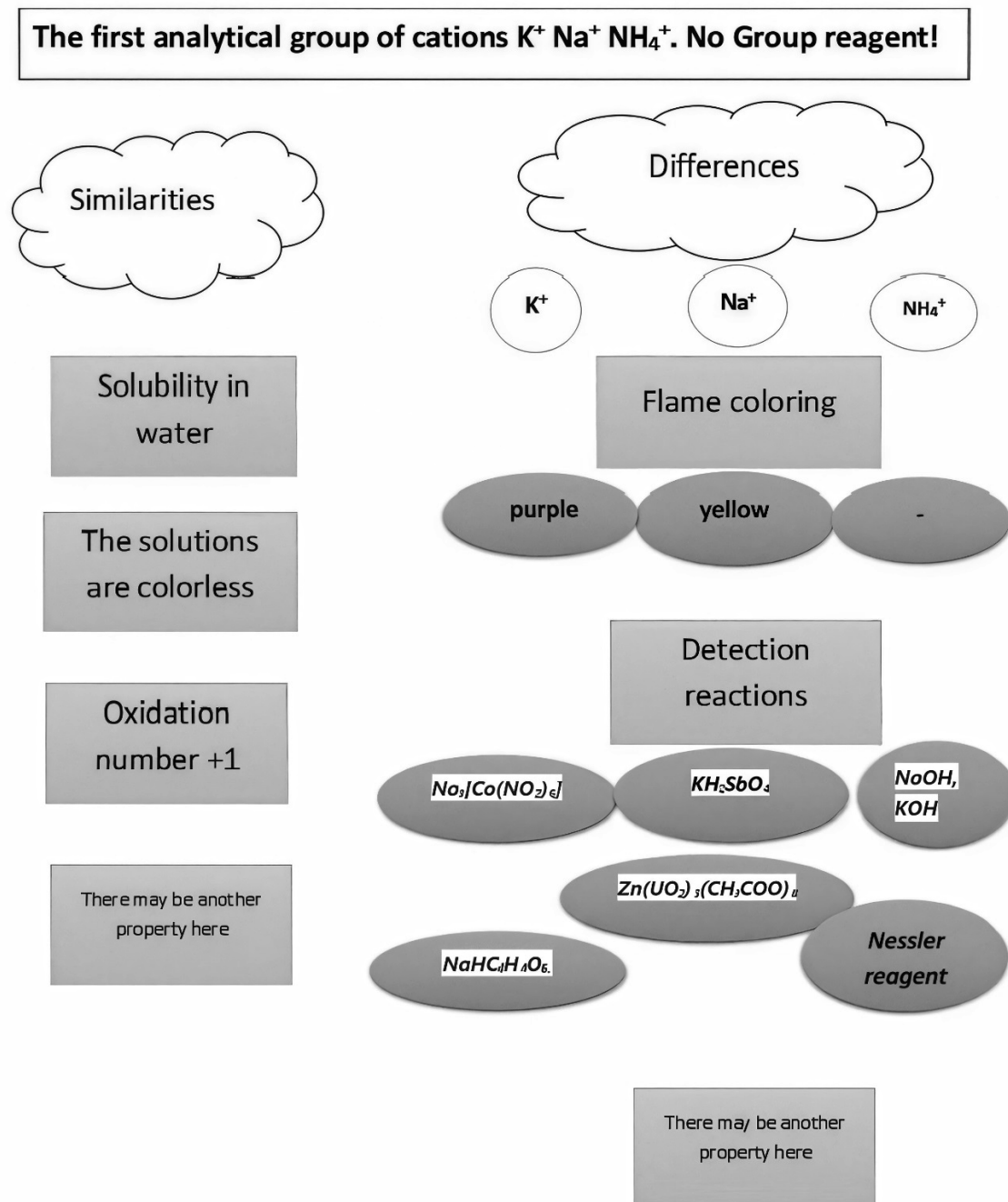


Рис. 1. Сравнительная характеристика катионов I аналитической группы

Для расчета абсолютной успеваемости следует количество сдавших студентов разделить на количество студентов в группе и умножить на 100 %.

Для расчета индикатора качества успеваемости следует количество студентов, сдавших на «отлично» и «хорошо», разделить на количество студентов в группе и умножить на 100 %. В результате было установлено, что качество знаний студентов экспериментальной группы на 42 % выше, чем у студентов контрольной группы.

Выводы

Подтверждено, что схемно-знаковые модели обучения являются действенным способом визуализации, который повышает восприятие учебного материала, стимулирует мотивацию к обучению, затрагивая психоэмоциональную сферу восприятия информации.

Внедрение в учебный процесс схемно-знаковых моделей обучения, в частности метода «Метаплан», показало повышение процента

успеваемости, качества знаний студентов и их заинтересованности в процессе обучения. Студенты, обучающиеся на языке-посреднике, не всегда способны воспринимать учебную информацию на слух. Причина этого не только в произношении терминов и понятий, но и в низком уровне владения английским языком студентами, например, арабской языковой группы. Визуализация процесса обучения помогает восприятию материала, его систематизации, установлению причинно-следственных связей, улучшает механическое запоминание, что отражается на результатах обучения.

Рекомендации по итогам исследования: опорный конспект рекомендовано использовать

на лекционных занятиях и при самостоятельной работе студентов; граф логики будет полезен на практических занятиях, если необходима быстрая систематизация материала; метод «Метаплан» удобно применять при различных обсуждениях на практических занятиях, когда необходимо прийти к какому-либо решению; групповой метод работы показал эффективность как при построении графа логики, так и при метапланировании.

Исходя из вышеизложенного рекомендовано использовать схемно-знаковые модели обучения в высших учебных заведениях при работе с иностранными студентами, обучающимися на языке-посреднике.

Список источников

1. Кольчугина И. Г. Использование инновационных методов для студентов, обучающихся на иностранном языке // Учитель — будущее страны : сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Майкоп, 9–10 ноября 2023 г.) / отв. ред. Ф. П. Хакунова. Майкоп : Издательство Адыгейского университета. С. 213–217.
2. Крылова Н. Н. Интервальное запоминание, кодирование и визуализация как способы саморегуляции эффективного усвоения учебной информации студентами // Сурский вестник. 2020. № 1 (9). С. 51–55.
3. Филичев С. А. Средства визуализации учебной информации // Приложение к журналу «Среднее профессиональное образование». 2023. № 7. С. 3–20.
4. Неудахина Н. А. О возможностях практического внедрения технологии визуализации учебной информации в вузе // Известия Алтайского государственного университета. 2013. № 2-2 (78). С. 35–38.
5. Сапаева Г. И. Методика обучения аналитической химии с использованием интерактивных методов студентам вузов // International scientific journal. 2023. Vol. 1, Is. 5. С. 40–49.
6. Шорина Т. В., Хусаинова С. В. Техники структурирования и визуализации учебной информации вуза // Казанская наука. 2024. № 10. С. 183–185.
7. Кривошапова Н. В. Инновационные методы и инструменты при работе с текстом // Инновационные технологии в современном образовании : материалы IV Международной научно-практической конференции. Тирасполь, 2022. С. 119–127.
8. Макаренко Э. Н. Методы творчества как инструмент активизации познавательной деятельности студентов // Непрерывное педагогическое образование: национальная специфика и международный контекст : сборник научных статей. Минск : БГПУ, 2024. С. 144–150.
9. Колпаков А. А., Ерошина А. А., Машанов А. А. Визуализация учебной информации как педагогическая проблема // Молодежь Сибири — науке России : материалы международной научно-практической конференции. Красноярск, 2024. С. 167–170.
10. Кашлев С. С. Современные технологии педагогического процесса : пособие для педагогов. Минск : Университетское, 2000. 95 с.
11. Шлякова Е. В. Интеллект-карты как средство структурирования и визуализации учебного материала в процессе обучения химии в военном вузе // Научное отражение. 2020. № 4 (22). С. 37–39.
12. Виноградов С. Система Шаталова. Годовой курс — за 10 часов! // Наука и жизнь. 2008. № 2. С. 46–47. URL: <http://www.nkj.ru/archive/articles/12969/> (дата обращения: 22.04.2025).
13. Эрганова Н. Е. Методика профессионального обучения : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений. Москва : Академия, 2007. 160 с.
14. Шлякова Е. В. Использование средств визуализации и структурирования учебного материала в процессе обучения химии в военном вузе // Методика преподавания математических и естественнонаучных дисциплин: современные проблемы и тенденции развития : материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. Омск, 2020. С. 213–216.
15. Осипова С. И., Кублицкая Ю. Г. Дифференциация схемно-знаковых моделей активизации познавательной деятельности студентов по формам учебных занятий // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 9-1. С. 144–148.

References

1. Kolchugina IG. Using innovative methods for students studying in a foreign language. In: *Uchitel' — budushhee strany* = The teacher is the future of the country. Maykop: Publishing House of Adyghe University; Pp. 213-217. (In Russ.).
2. Krylova NN. Interval memorization, coding and visualization as ways of self-regulation of effective assimilation of educational information by students. *Surskij vestnik* = *Surskiy Vestnik*. 2020;(1(9):51-55. (In Russ.).
3. Filichev SA. Means of visualization of educational information. *Prilozhenie k zhurnalu «Srednee professional'noe obrazovanie»* = *Supplement to the journal "Secondary vocational education"*. 2023;(7):3-20. (In Russ.).
4. Neudakhina NA. On the Possibilities of Practical Implementation of Educational Information Visualization Technology in a University. *Izvestiya Altajskogo gosudarstvennogo universiteta* = *Bulletin of the Altai State University*. 2013;(2-2(78):35-38. (In Russ.).
5. Sapaeva G. I. Methodology for Teaching Analytical Chemistry to University Students Using Interactive Methods. *International scientific journal* = *International Scientific Journal*. 2023;1(5):40-49. (In Russ.).
6. Shorina TV, Khusainova SV. Techniques for Structuring and Visualizing University Educational Information. *Kazanskaja nauka* = *Kazan Science*. 2024;(10): 183-185. (In Russ.).
7. Krivoshepova NV. Innovative Methods and Tools for Working with Text. In: *Innovacionnye tehnologii v sovremennom obrazovanii* = *Innovative Technologies in Modern Education*. Tiraspol; 2022. Pp. 119–127. (In Russ.).
8. Makarenko EN. Methods of creativity as a tool for activating students' cognitive activity. In: *Nepreryvnoe pedagogicheskoe obrazovanie: nacional'naja specifika i mezhdunarodnyj kontekst* = *Continuous pedagogical education: national specificity and international context*. Minsk: BSPU; 2024. Pp. 144–150. (In Russ.).
9. Kolpakov AA, Eroshina AA, Mashanov AA. Visualization of educational information as a pedagogical problem. In: *Molodezh' Sibiri — nauke Rossii* = *Youth of Siberia — Science of Russia*. Krasnoyarsk; 2024. Pp. 167–170. (In Russ.).
10. Kashlev SS. *Sovremennye tehnologii pedagogicheskogo processa* = *Modern technologies of the pedagogical process: a manual for teachers*. Minsk: University; 2000. 95 p. (In Russ.).
11. Shlyakova EV. Mind maps as a means of structuring and visualizing educational material in the process of teaching chemistry at a military university. *Nauchnoe otrazhenie* = *Scientific reflection*. 2020;(4(22):37-39. (In Russ.).
12. Vinogradov S. Shatalov's system. An annual course in 10 hours! *Nauka i zhizn'* = *Science and Life*. 2008;(2):46-47. URL: <http://www.nkj.ru/archive/articles/12969/>. (In Russ.).
13. Erganova NE. *Metodika professional'nogo obucheniya* = *Methods of professional training*. Moscow: Academy; 2007. 160 p. (In Russ.).
14. Shlyakova EV. Using visualization tools and structuring educational material in the process of teaching chemistry in a military university. In: *Metodika prepodavaniya matematicheskikh i estestvennonauchnykh disciplin: sovremennye problemy i tendencii razvitiya* = *Methods of teaching mathematical and natural science disciplines: modern problems and development trends*. Omsk; 2020. Pp. 213–216. (In Russ.).
15. Osipova SI, Kublitskaya YuG. Differentiation of schematic-symbolic models of activating students' cognitive activity by forms of educational activities. *Sovremennye naukoemkie tehnologii* = *Modern science-intensive technologies*. 2016;(9-1):144-148. (In Russ.).

Информация об авторе

И. Г. Кольчугина — доцент кафедры «Химия», кандидат технических наук, доцент.

Information about the author

I. G. Kolchugina — Associate Professor of the Chemistry department, Candidate of Technical Sciences, Docent.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
The author declares no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию / The article was submitted: 28.04.2025
Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing: 13.05.2025
Принята к публикации / Accepted for publication: 09.06.2025