

АДАПТАЦИЯ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ НЕХИМИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ

В.С. Назарова, С.С. Космодемьянская

Назарова Валерия Сергеевна

преподаватель кафедры химического образования, Химический институт им. А.М. Бутлерова, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия.

lera240619@mail.ru

Космодемьянская Светлана Сергеевна,

кандидат педагогических наук, доцент (доцент) кафедры химического образования, Химический институт им. А.М. Бутлерова, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия.

РИНЦ SPIN-код: 3392-2410

ORCID: 0000-0002-2840-2576

AuthorID: 812453

svetlanakos@mail.ru

Аннотация.

В данной статье рассматривается проблема адаптации содержания материала по преподаванию химии для студентов, чья профессиональная деятельность связана с системой химических знаний опосредовано. Настоящее исследование посвящено определению необходимости адаптации содержания учебно-методического материала как способа повышения качества результатов обучения химических дисциплин для студентов нехимических специальностей. В работе раскрываются особенности преподавания химии для студентов направления 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» по профилю «География и экология» одного из ведущих вузов страны. Практическая значимость данной статьи заключается в раскрытии методических особенностей реализации химического содержания в рамках практической деятельности при изучении дисциплины «Химия». Авторами анализируется необходимость в адаптации и интеграции химических знаний в содержание учебного плана географических и экологических наук. Основное внимание уделяется выявлению ключевых химических аспектов, которые будут полезны для междисциплинарного понимания узкоспециальных концепций и их применения в профессиональной деятельности студентов. Представлены сравнительные результаты экспериментальной и контрольной групп по предметным результатам. В работе представлены методические подходы к преподаванию химии, учитывающие специфику нехимических направлений для векторного формирования у обучающихся целостного представления о роли химии в их будущей профессии. Приведен анализ внедрения адаптированных учебно-методических материалов в методику преподавания химии на основе обработки полученных данных педагогического эксперимента. Авторы обобщают результаты успешного педагогического эксперимента, подтверждающие эффективность адаптации содержания химического образования для обучающихся нехимического направления. Статья ориентирована на преподавателей, студентов нехимических специальностей, а также молодых учёных, которые заинтересованы в методах повышения качества химического образования для студентов смежных специальностей.

Ключевые слова: химия, методика преподавания, адаптация, химическое образование, междисциплинарный подход.

Библиографическая ссылка: Назарова В.С., Космодемьянская С.С. Адаптация содержания химического образования для студентов нехимических направлений // ЦИТИСЭ. 2025. № 1. С. 390-401.

ADAPTATION OF THE CONTENT OF CHEMICAL EDUCATION FOR STUDENTS OF NON-CHEMICAL SCIENCES

V.S. Nazarova, S.S. Kosmodemyanskaya

Valeria S. Nazarova

Lecturer, Department of Chemical Education, A.M. Butlerov Chemical Institute, Kazan Federal University, Kazan, Russia

lera240619@mail.ru

Svetlana S. Kosmodemyanskaya

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Associate Professor) of the Department of Chemical Education, A.M. Butlerov Chemical Institute, Kazan Federal University, Kazan, Russia

SPIN code: 3392-2410

ORCID: 0000-0002-2840-2576

AuthorID: 812453

svetlanakos@mail.ru

Abstract.

This article considers the problem of adapting the content of the material for teaching chemistry for students whose professional activities are indirectly related to the system of chemical knowledge. This study is devoted to determining the need to adapt the content of educational and methodological material as a way to improve the quality of learning outcomes in chemical disciplines for students of non-chemical specialties. The paper reveals the features of teaching chemistry for students of the direction 44.03.05 "Pedagogical education (with two training profiles)" in the profile "Geography and Ecology" of one of the leading universities in the country. The practical significance of this article lies in revealing the methodological features of the implementation of chemical content in the framework of practical activities in studying the discipline "Chemistry". The authors analyze the need to adapt and integrate chemical knowledge into the content of the curriculum of geographical and environmental sciences. The main attention is paid to identifying key chemical aspects that will be useful for an interdisciplinary understanding of highly specialized concepts and their application in the professional activities of students. Comparative results of the experimental and control groups on subject results are presented. The paper presents methodological approaches to teaching chemistry that take into account the specifics of non-chemical areas for the vector formation of a holistic understanding of the role of chemistry in students' future profession. An analysis of the introduction of adapted teaching materials into the methodology of teaching chemistry is provided based on the processing of the obtained data from a pedagogical experiment. The authors summarize the results of a successful pedagogical experiment confirming the effectiveness of adapting the content of chemical education for students in a non-chemical area. The article is intended for teachers, students of non-chemical specialties, and young scientists who are interested in methods for improving the quality of chemical education for students in related specialties.

Keywords: chemistry, teaching methodology, adaptation, chemical education, interdisciplinary approach.

Bibliographic reference: Nazarova V.S., Kosmodemyanskaya S.S. Adaptation of the content of chemical education for students of non-chemical fields // CITISE. 2025. No. 1. C. 390-401

Введение. В условиях современного состояния общества, когда наука и технологии развиваются стремительными темпами, одними из ключевых компетенций личности становится способность непрерывно осваивать новые знания и навыки, осуществлять поиск

информации в условиях её избыточности, проводить её критический анализ и интерпретацию для осуществления системного подхода по решению поставленных задач. В связи с этим не теряет свою актуальность необходимость в формировании данных навыков непрерывно – от системы дошкольного и до высшего образования. Преемственность уровней образования позволяет преподавателям выстраивать структуру учебного материала с целью формирования основных навыков и компетенций человека 21 века, используя при работе со обучающимися инновационные методы и технологии обучения на лекционных и практических занятиях. Более того, возрастает тенденция в интеграции знаний из разных дисциплин, так как каждое новое знание возникает на стыке систем понятий. В условиях данной ситуации практика подчеркивает важность реализации междисциплинарного подхода в структуре высшего образования. Одним из ключевых аспектов данного подхода является адаптация содержания химического образования для студентов нехимических специальностей. Такие студенты, несмотря на то, что химия не является их основной специализацией, часто сталкиваются с необходимостью применения химических знаний в своей профессиональной деятельности.

Понимание химических явлений и процессов, анализ научных фактов, решение учебных задач перестают быть узкопрофильными факторами обучения, когда хорошо знать химию необходимо только человеку со специальным химическим образованием. Химическая наука – это способ развития и воспитания студентов нехимических специальностей, в рамках которых они приобретают универсальные компетенции, а также способность объяснять множество природных и техногенных процессов, использовать приобретенные навыки для решения общеучебных задач или проявлять сформированность экологического воспитания в аспекте охраны окружающей среды, реализации тенденций устойчивого развития и участвовать в решении актуальных проблем [5].

Актуальность данного исследования заключается в тенденциях в сфере высшего образования, которые касаются того, что обучение должно носить практико-ориентированный характер с учётом специфики выбранной ими специальности (например, будущий учитель географии – экологии [1; 4]). Адаптация учебного материала с учётом индивидуальных особенностей обучающихся и сформированной сфере интересов, позволяют развивать конкретные навыки, которые студенты смогут применять в последующем в рамках своей учебной и профессиональной деятельности, а также сформируют навыки, позволяющие реализовывать непрерывную образовательную траекторию развития [14;15].

Настоящее исследование посвящено определению необходимости адаптации содержания учебно-методического материала как способа повышения качества результатов обучения химических дисциплин для студентов нехимических специальностей.

Цель исследования: теоретически обосновать и экспериментально апробировать адаптированный учебно-методический материал междисциплинарного содержания по химии для студентов нехимических специальностей по профилю география и экология.

Для достижения цели исследования нами были поставлены следующие задачи исследования:

1. Провести анализ нормативно-правовой и учебно-методической литературы по проблеме исследования, обобщить основные структурные компоненты преподавания химии для студентов эколого-географического направления.

2. Выявить и теоретически обосновать учебно-методические условия преподавания химии для студентов по направлению 44.03.05 Педагогическое образования (с двумя профилями подготовки) (профиль: география и экология).

3. Экспериментально апробировать учебно-методические условия преподавания химии для студентов по направлению 44.03.05 Педагогическое образования (с двумя профилями подготовки) (профиль: география и экология).

4. Разработать методические рекомендации для преподавателей в сфере высшего образования по преподаванию химии для студентов по направлению 44.03.05 Педагогическое образования (с двумя профилями подготовки) (профиль: география и экология).

Гипотеза исследования: адаптация содержания учебно-методического материала для проведения практических занятий по предмету «Химия» повысит качество преподавания химии для студентов нехимических специальностей.

Теоретическая значимость исследования заключается в изучении содержания преподаваемого материала по дисциплине «Химия», выделении инвариантной структуры её содержания, что позволяет оптимизировать и структурировать химическое образование для нехимических направлений.

Практическая значимость исследования состоит в подтверждении положительного влияния адаптированного учебно-методического инструментария в изучении химии студентами географического и экологического направления.

Методология исследования. Вопросы данной направленности интересовали исследователей уже достаточно давно. В настоящее время под адаптивной системой обучения (АСО, 1990) понимают такой способ обучения, который обеспечивает адаптацию к индивидуальным особенностям обучающихся и способствует интенсификации учебного процесса за счет изменения ее структуры (А.С. Границкая). Данная проблематика является объектом и предметом исследования многих отечественных и зарубежных ученых. Так Л.Е. Солянкина отмечает, что проблема формирования навыков профессиональной адаптации студентов является значимой, как для самого выпускника, так и для вуза, являясь одним из основных показателей его эффективной работы [5].

Основная часть. Химия является одной из основных образовательных дисциплин, изучаемых студентами первого курса по направлению 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» (профиль: География и экология) согласно учебному плану Казанского (Приволжского) федерального университета. Рабочая программа дисциплины «Химия» включает проведение лекционных (24 часа) и практических (24 часа) занятий. Структура образовательной деятельности по данной дисциплине предусматривает изучение следующих тематических разделов в рамках лекций и практических занятий:

1. Основы строения вещества.
2. Основные закономерности химических процессов (кинетика и термодинамика).
3. Растворы. Кислотно-основные и ионные равновесия в водных растворах.
4. Окислительно-восстановительные процессы.

С целью адаптации содержания дисциплины «Химия» для студентов выбранного направления мы провели междисциплинарный анализ содержания программ дисциплин по профилю «География и экология» (таблица 1).

Таблица 1

Междисциплинарные связи содержательного компонента предмета «Химия» с другими специальными, согласно учебному плану 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» (Профиль: География и экология)

Дисциплина «Химия»	Междисциплинарные связи в структуре учебной дисциплины	Наименование дисциплины по учебному плану
	Атмосфера и климаты Земли. Важнейшие химические и физические свойства природных вод. Литосфера и рельеф Земли. Биосфера: состав. История развития органической жизни, ее особенности. Экологические проблемы.	Общее землеведение в школьном курсе географии
	Воздействие антропогенных факторов на окружающую среду. Антропогенные факторы. Воздействия на окружающую среду. Косное вещество, биогенное, биокосное вещество.	Экология в образовательных учреждениях
	Воздействие выбросов загрязняющих веществ на атмосферу и здоровье человека. Виды загрязнений воды и способы очищения, основанные на физических явлениях.	Экология растений и животных в образовательных учреждениях

	Автомобильный транспорт в городе: проблемы и пути их решения. Экологический мониторинг состояния почвы и воды.	
	Зеленая химия. Альтернативные источники энергии. Загрязнение водных и почвенных ресурсов. Разработка устойчивых материалов.	Концепция устойчивого развития в школьном образовании
	Основные физико-химические свойства воды. Круговорот воды на земном шаре. Водный и тепловой баланс. Изотопный состав природных вод.	Водные ресурсы мира

На основе анализа содержания рабочих программ по дисциплинам нами выявлено наличие множества связей между предметными дисциплинами и системой химических знаний. Таким образом, мы можем сделать вывод, что химия неразрывно связана со специальными дисциплинами, реализующимися по профилю «География и экология», так как способствует формированию способности объяснять окружающие явления, выявляя причины загрязнений окружающей среды и исследуя объекты окружающего мира [2; 12]. То есть, система химических понятий расширяет и углубляет предметные знания обучающихся.

Анализ практики проведения занятий по методике химии для обучающихся нехимических специальностей позволил адаптировать содержание учебно-методического материала по практическим занятиям, приблизив его к предметной области обучающихся [3; 6; 10]. Рассмотрим основные примеры адаптированных заданий, которые можно применять в рамках реализации практических занятий по дисциплине «Химия».

1. Раздел «Основы строения вещества». Кейс-задание «Состав фумаролов».

Ситуация: «Фумаролы – это струи горячего вулканического газа, которые стекают из жерла вулкана по трещинам к его подножию. Несмотря на то, что вулкан может считаться недействующим – деятельность фумаролов по-прежнему может оставаться активной. Например, согласно наблюдениям, в вулкане Менделеева, последнее извержение которого соотносится с 1894 годом, по настоящее время образуются газовые струи, которые откладывают в отверстия ярко-жёлтые кристаллы серы».

Задания к кейсу:

1. Установите химический состав газов, которые выделяются из фумаролов, если известно:

1) в состав основного газа – сероводорода входят элементы с порядковыми номерами 1 и 16. Выведите формулу сероводорода, если известно, что массовые соотношения водорода и серы соотносятся как 1:16;

2) выведите формулу сернистого газа, если известно, что массовые доли серы и кислорода соответственно равны 0,5 и 0,5;

3) в качестве основного газа, ставшего виновником множества смертей от удушья, выступает углекислый газ. Какая масса углекислого газа выделяется при извержении вулкана, если известно, что в данном объеме содержится около $205\ 227,273 \cdot 10^{23}$ молекул газа. Ответ округлите до целых;

4) углеводород, который образуется в результате извержения вулкана, имеет высокий парниковый потенциал, что негативно влияет на состояние окружающей среды. Найдите молекулярную формулу данного газа, если известно, что массовая доля углерода в составе вещества равна 75%. Относительная плотность его по воздуху равна 0,552.

Специфика: данное задание имеет междисциплинарный характер, так как имеет обучающий характер – объясняет процессы, происходящие при извержении вулканов и показывает неразрывную связь химических знаний с явлениями окружающей среды. В рамках изучения данного раздела обучающиеся закрепляют знания об основных стехиометрических законах химии: закон массовых соотношений, закон Авогадро, основные газовые законы.

2. Раздел «Основные закономерности химических процессов». Кейс-задание «Термодинамические свойства минералов».

Ситуация: «Согласно современным исследованиям, исследование термодинамических процессов свойств минералов позволяет изучать физико-химические процессы, протекающие в сложных гетерогенных системах. Ученые решили разработать метод для расчета термодинамических свойств минералов, но для этого им нужно было осуществить некоторые предварительные расчеты».

Задание к кейсу:

- 1) рассчитайте термодинамические параметры разложения известняка (ΔH^0_{298} , ΔS^0_{298} , ΔG^0_{298});
- 2) какова вероятность самопроизвольного протекания данного процесса? Ответ аргументируйте;
- 3) вычислите, сколько теплоты образуется в ходе данной реакции, если в качестве исходного сырья было взято 80 кг известняка, содержащего 25% примесей.

Специфика: данный кейс связан с системой знаний о минералах, которые студенты изучают на первом курсе обучения. В ходе выполнения данного задания междисциплинарного характера, обучающиеся усваивают понятия энталпии, энтропии, энергии Гиббса, учатся проводить расчеты по уравнениям реакций и наглядно видят связь между системами знаний о минералах и химии [1].

3. Раздел «Растворы. Кислотно-основные и ионные равновесия в водных растворах». Кейс-задание «Школьный эколого-аналитический мониторинг».

Ситуация: в рамках реализации вашей профессиональной деятельности в образовательной организации одной из основных должностных обязанностей является организация проектной деятельности. Как учитель географии, вы, совместно с обучающимся 10 класса, решили реализовать проект по теме «Исследования почв на территории разных экосистем». Практическая часть проекта предусматривает исследование щелочности почвы, которые вы взяли с разных природных зон Республики Татарстан». В качестве реагентов для проведения исследования буферных свойств почв необходимо подготовить следующие реагенты: 0,1 М раствор соляной кислоты, 0,1 Н раствор гидроксида натрия, 1% раствор метилового оранжевого.

Задание к кейсу: 1) проведите необходимые вычисления и установите необходимые объем воды и навески веществ для приготовления растворов по проведению практической работы по теме исследования.

Специфика: так как содержание данного раздела в рамках дисциплины «Химия» предусматривает изучение темы «Способы выражения концентрации растворов», то хорошим решением будет демонстрация необходимости формирования данного навыка на примере профессиональной деятельности. Проведение титриметрического анализа требует от учителя умения готовить растворы с четко заданной концентрацией, а это напрямую влияет на объективность и точность полученных измерений.

4. Раздел «Окислительно-восстановительные процессы». Кейс-задание «Окислительно-восстановительные процессы в природных средах».

Ситуация: «Окислительно-восстановительные процессы играют важную роль в процессе почвообразования, качество природных вод, а также объясняют химические процессы, происходящие в составе атмосферы».

Задание к кейсу:

- 1) в группах обсудите, как процессы горения и разложения влияют на уровень парниковых газов в атмосфере и на появление кислотных дождей. Приведите примеры химических реакций, описывающих данные процессы, и составьте их методом электронного баланса;
- 2) в почве активно протекает жизнедеятельность различных микроорганизмов, что характеризуется протеканием различных окислительно-восстановительных процессов. Это в свою очередь, влияет на изменение окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) почвы, благодаря которому возможно определить её качество и тип. Вычислите ОВП системы,

если для титрования Fe^{2+} раствором KMnO_4 было взято 25 мл 0,05 н. раствора сульфата железа (II) Fe^{2+} , к которой добавили 24,5 мл 0,05 н. раствора KMnO_4 , $[\text{H}^+] = 0,1$ моль/л.

Специфика: формулировка данного задания позволяет обозначить важность понимания окислительно-восстановительных процессов для описания состояния экологических систем, что в свою очередь, повышает качество химического образования для студентов нехимических специальностей [11; 13].

Полученные результаты.

Разработанные нами ситуационные задачи практико-ориентированного характера способствуют реализации метапредметного подхода в обучении, позволяющему раскрыть потенциал химических знаний через реализацию общеучебных умений и навыков, таких как: системный подход к решению задач, действие в условиях избыточности данных, а также повышает интерес обучающихся к изучению дисциплины [7; 8].

Для оценки эффективности использования адаптированных кейс-заданий по предмету химии в рамках практических занятий нами было проведено исследование в рамках одной выборки. Были проанализированы результаты констатирующего и контрольного этапов педагогического эксперимента с учетом применения адаптивных методик на формирующем этапе исследования.

В качестве данных для анализа были взяты результаты контрольных работ: КР №1 и КР №2. Максимальное количество баллов, которые могли получить студенты за контрольную работу – 10 баллов. Данные контрольных работ были проградуированы от большего к меньшему, на основании чего выделены три уровня усвоения знаний по результатам обучения: низкий (0-4 балла), средний (5-7 баллов) и высокий (8-10 баллов). В связи с этим процентное отношение к общему числу находилось по формуле: % (низкий уровень) = количество студентов, показавших низкие результаты / общее число студентов. На рисунке 1 представлена диаграмма показателей уровня предметных знаний по химии до реализации выбранной методики и после.



Рис. 1. – Результаты контроля знаний в экспериментальной группе до и после внедрения адаптированных учебных заданий, К(П)ФУ, Химический институт имени А.М. Бутлерова, Казань, 2025 г.

Результаты проведенного исследования показали, что адаптация содержания учебно-методического материала под специфику направления обучающихся нехимических специальностей благоприятно влияет на результаты химического образования. Наблюдается сокращение показателей нижней границы с 71% до 58%, и выравнивание средних показателей по группе с 25% до 42%.

Анализ результатов.

По данным контроля знаний мы можем сделать вывод, что показатели предметных знаний в рамках контрольной группы выше после реализации педагогического эксперимента, применен контроль междисциплинарных знаний и проектирование образовательного процесса по предмету «Химия» с учетом индивидуальных особенностей обучающихся [9]. На основании проведенного педагогического эксперимента и, обобщив опыт проведенной деятельности, нами были сформулированы методические рекомендации для совершенствования организации учебного процесса изучения химии обучающимися нехимических специальностей. Вот некоторые из них:

1. Преподавание химии для студентов нехимических специальностей требует гибкого подхода и адаптации содержания учебного материала к их уровню подготовки и общепрофессиональным интересам.

2. Проведение анализа содержания рабочих программ дисциплин для выявления междисциплинарных связей, которые будут выступать в дальнейшем в качестве опорного звена для структурирования практических занятий по предмету.

3. Применение современных технологий обучения, способствующих формированию внутренних стимулов к изучению химии. Отмечаем значимость применения кейс-технологии, в рамках которой можно разработать авторские ситуационные практико-ориентированные задачи, направленные на закрепление химического материала и на реализацию межпредметных связей с другими дисциплинами.

3. Проектирование процесса обучения с акцентом на контроль знаний через формирующее оценивание. Используя методические разработки как способ проверки знаний обучающихся и как инструмент обучения: реализация обратной связи, фронтальное обсуждение поставленной проблемы для аргументации обучающимися своей точки зрения с опорой на химические знания.

4. Построение учебного материала практико-ориентированной направленности: использование исторических событий в качестве объекта для анализа по тематическим заданиям.

5. Использование химического эксперимента как способа закрепления приобретенных знаний: организация лабораторных и практических работ по заданной теме, в которой включены элементы узкой практической направленности.

6. Для объяснения сложных химических процессов используйте возможности цифровых технологий: симуляторы различных химических процессов, виртуальные лаборатории, интерактивные химические эксперименты, интерактивные дидактические игры.

7. Демонстрация связи химии с другими науками: разработка дидактических материалов, способствующих развитию навыков критического анализа информации, например, тексты на развитие функциональной грамотности с естественно-научным содержанием.

Заключение: в рамках приведенного исследования мы изучили и проанализировали нормативную и учебно-методическую литературу по проблеме исследования и обобщили основные структурные компоненты преподавания химии для студентов по направлению «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (профиль: География и экология). Мы выявили основные междисциплинарные понятия, входящие в содержание рабочих программ дисциплин по данному направлению и провели анализ метапредметной связи с химией. Выявление данных опорных точек способствовало разработке адаптивного содержания химического материала для проведения практических занятий. Экспериментальная апробация разработанного учебно-методического обеспечения позволила повысить качество преподавания химии для студентов нехимических специальностей. По результатам контроля было выявлено, что показатели предметных знаний обучающихся выросли в показателях по сравнению с констатирующими этапом эксперимента, что подтверждает действенность применяемой методики.

В заключение хочется отметить, что методика преподавания химии по адаптации содержания химического образования для студентов нехимических направлений является

важной задачей в структуре высшего образования, так как, формируемые компетенции в рамках данной дисциплины способствуют профессиональному становлению обучающихся. В условиях быстро динамичного развития общества и растущей значимости междисциплинарных знаний, понимание и осознание химических процессов является фундаментальным вопросом в освоении других смежных дисциплин.

Список источников:

1. Адельмурзина И.Ф., Латыпова З.Б., Назмеева, И.В. Магасумов Т.М., Сагитдинова Н.Х. Интеграция медиаобразования в уроки географии в современной школе // ЦИТИСЭ. 2022. № 4. С.238-249. DOI: <http://doi.org/10.15350/2409-7616.2022.4.23>
2. Бычинский В.А. Методы расчета стехиометрических формул и термодинамических свойств иллитов, монтмориллонитов и хлоритов методами физико-химического моделирования // Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами: материалы третьей Всероссийской научной конференции с международным участием. – Бурятский научный центр Сибирского отделения РАН (Улан-Удэ). – 2018. – с. 257-260. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36340896>
3. Варламова Е.Ю. Применение метода критического мышления как средства профессионального становления студентов российских вузов // ЦИТИСЭ. 2024. № 4. С. 662-670. – URL: <https://ma123.ru/ru/2024/12/id-0802-ru/>
4. Гусакова Н.Н. Физико-химические процессы в почвах: метод. указания по выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 35.03.04 Агрономия / Сост.: // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016 – 65 с. – URL: <https://clck.ru/3GHsXE>
5. Космодемьянская С.С. Оценка качества применения адаптивных технологий организации практикума первокурсников — будущих учителей химии / С.С. Космодемьянская, И.Д. Низамов // Качество. Инновации. Образование. – 2022. – №3. – С. 23-28. DOI: 10.31145/1999-513x-2022-3-23-28. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49410658>
6. Мардахаев Л.В. Профессиональное воспитание в стимулировании профессионально-ориентированной социализации студентов в педагогическом вузе // ЦИТИСЭ. 2019. № 1(18). С. 9. URL: <https://www.elibrary.ru/wyvvzs>
7. Назарова В.С. Метапредметный подход в образовании в условиях инноваций / Назарова В.С., Камалеева А.Р. // Инновационные технологии в технике и образовании: материалы XIII Международной научно-практической конференции / Забайкальский государственный университет; ответственный редактор М.И. Мелихова. – Чита : ЗабГУ, 2021. – 435 с. – с. 93-97. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=bjeslk>
8. Назарова В.С. Eduscrum технология в формировании метапредметных образовательных результатов по химии / В.С. Назарова // Материалы и технологии XXI века : сборник тезисов Всероссийской с международным участием школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Казань: Издательский дом Маяковского, 2023. – 311 с. – С.175. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=qfsshc>
9. Петрина С.Н., Семенова М.А. Творческое воспитание студентов // Bulletin of the International Centre of Art and Education. – 2023. – № 1. – С. 166-172. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50370925>
10. Пискунова С.И. Педагогические технологии развития критического мышления студентов педагогического вуза // Глобальный научный потенциал. – 2021. – № 8(125). – С. 31-34. URL: <https://www.elibrary.ru/xvuebk>
11. Савич В.И. Информационно-энергетическая оценка окислительно-восстановительного состояния почв, генезис и плодородие почв / В.И. Савич, О.Е. Ефимов В.В. Гукалов и др. // АгроЭкоИнфО. – 2024. – №1 (61). – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=64151954> DOI: 10.51419/202141101
12. Фабинский П.В. Междисциплинарные связи химии в научно-исследовательской работе студентов нехимических специальностей / П.В. Фабинский, М.В. Чижевская // Актуальные вопросы преподавания неорганической химии и смежных дисциплин в вузах

России: Сб. тез. V Всероссийского совещания заведующих кафедрами неорганической химии, Санкт-Петербург, 26–27.10. 2020 года / Отв. редакторы Т.Б. Бойцова, М.В. Пузык. – Санкт-Петербург: РГПУ им. А.И. Герцена, 2020. – 58 с. – ISBN 978-5-8064-2960-6. – EDN ILCSGZ. <https://elibrary.ru/item.asp?id=44490653>.

13. Шигаева Т.Д. Окислительно-восстановительный потенциал как показатель состояния объектов окружающей среды / Ю.М. Поляк, А.В. Кудрявцева // Биосфера. – 2020. – №3. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44154180>

14. Affeldt F. The potential of the non-formal educational sector for supporting chemistry learning and sustainability education for all students – a joint perspective from 2 cases in Finland and Germany / F. Affeldt, S. Tolppanen, M. Aksela, I. Eilks // Chemistry Education Research and Practice University of Bremen, Germany. – 2017. – №1. – URL: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2017/rp/c6rp00212a/unauth>.

15. HeriFajri. Comparison of attitudes and environmental behaviors of chemistry education students with non chemistry educations students training and education faculty of Syiah Kuala University / HeriFajri, Muhammad Haikal, IqbalRidha // American Journal of Humanities and Social Sciences Research (AJHSSR) e-ISSN:2378-703X. – Vol.–4, Is. –11, pp-113-117. – URL: https://www.researchgate.net/publication/279546373_Pro-environmental_attitudes_and_behaviors_An_international_comparison

References: (In Russian).

1. Adelmurzina I.F., Latypova Z.B., Nazmeeva, I.V. Magasumov T.M., Sagitdinova N.Kh. Integration of media education into geography lessons in a modern school // CITISE. 2022. No. 4. P.238-249. DOI: <http://doi.org/10.15350/2409-7616.2022.4.23> (In Russian).

2. Bychinsky V.A. Methods for calculating stoichiometric formulas and thermodynamic properties of illites, montmorillonites and chlorites by methods of physicochemical modeling // Geological evolution of the interaction of water with rocks: materials of the third All-Russian scientific conference with international participation. – Buryat Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Ulan-Ude). – 2018. – p. 257-260. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36340896> (In Russian).

3. Varlamova E.Yu. Application of the critical thinking method as a means of professional development of students of Russian universities // CITISE. 2024. No. 4. P. 662-670. – URL: <https://ma123.ru/ru/2024/12/id-0802-ru/> (In Russian).

4. Gusakova N.N. Physicochemical processes in soils: method. instructions for performing laboratory work for students of the direction of training 35.03.04 Agronomy / Comp.: // FGBOU VO "Saratov SAU". - Saratov, 2016 - 65 p. – URL: <https://clck.ru/3GHsXE> (In Russian).

5. Kosmodemyanskaya S.S. Assessment of the quality of the application of adaptive technologies for organizing a practical course for first-year students — future chemistry teachers / S.S. Kosmodemyanskaya, I.D. Nizamov // Quality. Innovations. Education. – 2022. – No. 3. – P. 23-28. VAK. DOI: 10.31145/1999-513x-2022-3-23-28. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49410658> (In Russian).

6. Mardakhaev L.V. Professional education in stimulating professionally-oriented socialization of students in a pedagogical university // CITISE. 2019. – No. 1 (18). – P. 9. URL: <https://www.elibrary.ru/wyvvzs> (In Russian).

7. Nazarova V.S. Meta-subject approach in education in the context of innovation / Nazarova V.S., Kamaleeva A.R. // Innovative technologies in engineering and education: materials of the XIII International scientific and practical conference / Transbaikal State University; editor-in-chief M.I. Melikhova. - Chita: ZabSU, 2021. – 435 p. – pp. 93-97. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=bjeslk> (In Russian).

8. Nazarova V.S. Eduscrum technology in the formation of meta-subject educational results in chemistry / V.S. Nazarova // Materials and technologies of the XXI century: collection of abstracts of the All-Russian school-conference of students, graduate students and young scientists with international participation. - Kazan: Mayakovskiy Publishing House, 2023. – 311 p. – P.175. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=qfsshc> (In Russian).

9. Petrina S.N., Semenova M.A. Creative education of students // Bulletin of the International Centre of Art and Education. – 2023. – No. 1. – Pp. 166-172. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50370925> (In Russian).
10. Piskunova S.I. Pedagogical technologies for the development of critical thinking of students of a pedagogical university // Global scientific potential. 2021. No. 8 (125). Pp. 31-34. – URL: <https://www.elibrary.ru/xvuebk> (In Russian).
11. Savich V.I. Information and energy assessment of the oxidation-reduction state of soils, genesis and fertility of soils / V.I. Savich, O.E. Efimov V.V. Gukalov et al. // AgroEcoInfo. - 2024. - No. 1 (61). – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=64151954> DOI: 10.51419/202141101 (In Russian).
12. Fabinsky P.V. Interdisciplinary links of chemistry in the research work of students of non-chemical specialties / P.V. Fabinsky, M.V. Chizhevskaya // Current issues of teaching inorganic chemistry and related disciplines in universities of Russia: Collection of abstracts of the V All-Russian meeting of heads of departments of inorganic chemistry, St. Petersburg, October 26-27. 2020 / Responsible. editors T.B. Boytsova, M.V. Puzyk. - St. Petersburg: RSPU im. A.I. Herzen, 2020. – 58 p. – ISBN 978-5-8064-2960-6. – EDN ILCSGZ. <https://elibrary.ru/item.asp?id=44490653>. (In Russian).
13. Shigaeva T.D. Redox potential as an indicator of the state of environmental objects / Yu.M. Polyak, A.V. Kudryavtseva // Biosphere. - 2020. - No. 3. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44154180> (In Russian).
14. Affeldt F. The potential of the non-formal educational sector for supporting chemistry learning and sustainability education for all students – a joint perspective from 2 cases in Finland and Germany / F. Affeldt, S. Tolppanen, M. Aksela, I. Eilks // Chemistry Education Research and Practice University of Bremen, Germany. – 2017. – №1. – URL: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2017/rp/c6rp00212a/unauth>.
15. HeriFajri. Comparison of attitudes and environmental behaviors of chemistry education students with non chemistry educations students training and education faculty of Syiah Kuala University / HeriFajri, Muhammad Haikal, IqbalRidha // American Journal of Humanities and Social Sciences Research (AJHSSR) e-ISSN:2378-703X. – Vol.–4, Is. –11, pp-113-117. – URL: https://www.researchgate.net/publication/279546373_Pro-environmental_attitudes_and_behaviors_An_international_comparison