

УДК 37.091.3:004.8+54

МРНТИ 14.35.07

<https://doi.org/10.48371/PEDS.2025.79.4.011>

## ПУТИ РАЗВИТИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРЕПОДАВАНИИ ХИМИИ

\*Тусупбекова Н.К.<sup>1</sup>, Оразбаева М.А.<sup>2</sup>

\*<sup>1,2</sup> Казахский Национальный Педагогический Университет имени Абая,  
Алматы, Казахстан

**Аннотация.** Современное образование переживает этап глубокой цифровой трансформации, в рамках которой возрастает потребность в подготовке обучающихся, способных эффективно функционировать в быстро меняющемся, технологически насыщенном мире. Одной из ключевых задач становится формирование функциональной грамотности — способности применять знания, умения и навыки в разнообразных жизненных, учебных и профессиональных ситуациях. Особое значение это приобретает в контексте преподавания химии, как фундаментальной естественнонаучной дисциплины, ориентированной на развитие аналитического и критического мышления, логических рассуждений, исследовательских способностей и практической направленности обучения. В условиях стремительного развития искусственного интеллекта (ИИ) его интеграция в образовательную среду открывает новые горизонты и подходы к формированию функциональной грамотности. Технологии ИИ позволяют адаптировать учебный процесс под индивидуальные потребности обучающихся, автоматизировать оценку знаний, визуализировать сложные химические процессы, осуществлять интеллектуальное сопровождение учебной деятельности и вовлекать учащихся в моделирование ситуаций, близких к реальности.

Целью данной статьи является обобщение и систематизация научных подходов к использованию ИИ в целях формирования функциональной грамотности в процессе преподавания химии. Представлены теоретические основы феномена, рассмотрен международный опыт, выполнен критический анализ потенциала и рисков внедрения ИИ, предложены практические рекомендации и обоснована необходимость разработки национальной модели цифровой химии в Казахстане.

**Ключевые слова:** функциональная грамотность, химия, искусственный интеллект, цифровизация образования, педагогические технологии, критическое мышление, адаптивное обучение, PISA, цифровые инструменты

## Введение

Цифровизация общества в XXI веке радикально изменила требования к образованию, обусловив необходимость переосмысления как содержания, так и методов обучения. В современном мире уже недостаточно просто обладать знаниями — важно уметь применять их в нестандартных ситуациях, анализировать информацию, делать обоснованные выводы и решать комплексные проблемы. Эти компетенции входят в структуру функциональной грамотности, признанной во всём мире индикатором качества общего образования.

Функциональная грамотность — это не просто совокупность базовых умений, а способность эффективно использовать знания в повседневной жизни, принимать обоснованные решения, адаптироваться к изменениям и критически осмысливать окружающую действительность. Международные сравнительные исследования, такие как PISA, неоднократно указывали на то, что казахстанские учащиеся демонстрируют недостаточный уровень сформированности этих навыков, особенно в области естественных наук. Это ставит перед системой образования задачу внедрения инновационных подходов, способных изменить качество школьного обучения. Химия, как ключевая дисциплина естественнонаучного цикла, предоставляет широкие возможности для развития функциональной грамотности. Это связано с тем, что освоение химии требует не только запоминания фактов и формул, но и понимания закономерностей, работы с абстрактными моделями, проведения экспериментов, интерпретации данных и переноса знаний в межпредметный и прикладной контекст. Однако традиционные методы преподавания химии часто не соответствуют современным вызовам: они не обеспечивают достаточной индивидуализации, не учитывают темп и стиль обучения каждого ученика, а также ограничены в использовании цифровых инструментов. На этом фоне всё более актуальным становится применение искусственного интеллекта (ИИ) в образовательной практике. ИИ способен изменить представление о преподавании химии, сделав обучение более адаптивным, интерактивным и эффективным. Использование ИИ позволяет создавать интеллектуальные обучающие системы, виртуальные лаборатории, интеллектуальных помощников, автоматически генерировать задания, отслеживать прогресс учащихся и давать им персонализированную обратную связь. Всё это способствует формированию ключевых компонентов функциональной грамотности [1].

Статья направлена на анализ путей развития функциональной грамотности обучающихся в процессе преподавания химии на основе искусственного интеллекта. Исследование носит обзорный характер и включает в себя анализ современной литературы, международного опыта, а также выявление эффективных педагогических практик, реализуемых с помощью ИИ. Кроме того, в статье будут представлены предложения по интеграции ИИ в школьное химическое образование с целью повышения уровня функциональной подготовки учащихся [2].

В научной литературе выделяются несколько ключевых компонентов функциональной грамотности, включая:

- Когнитивную грамотность – способность мыслить логически, анализировать и сравнивать информацию, использовать доказательства.
- Информационную грамотность – умение находить, отбирать и интерпретировать информацию из различных источников.
- Коммуникативную грамотность – владение письменной и устной речью, включая способность объяснять, аргументировать и дискутировать.
- Математическую и естественнонаучную грамотность – применение знаний в области математики, физики, химии и биологии для решения прикладных задач.
- Цифровую грамотность – умение использовать современные технологии, в том числе искусственный интеллект, для обработки, анализа и представления информации.

Химическое образование, в силу своей природы, позволяет развивать все эти аспекты функциональной грамотности в интеграции. Химия, как учебная дисциплина, представляет собой сочетание теоретических знаний и практической направленности. Её содержание построено на понимании законов природы, объяснении причинно-следственных связей и умении применять абстрактные концепты к реальным явлениям. Это делает химию исключительно эффективным средством формирования функциональной грамотности, так как учащиеся:

- решают экспериментальные задачи, требующие планирования, выполнения и анализа результатов;
- интерпретируют графики, диаграммы, схемы, что развивает навыки работы с визуальной информацией;
- применяют полученные знания для объяснения бытовых и экологических процессов;
- формируют причинно-следственные связи и навыки моделирования;
- учатся работать в команде при проведении лабораторных работ, что развивает социально-коммуникативную грамотность. Кроме того, химия требует точности формулировок, логической аргументации и владения языком научного описания — всё это способствует развитию коммуникативной и когнитивной грамотности [3].

### **Материалы и методы**

В современных условиях традиционные методы преподавания химии не всегда соответствуют потребностям цифрового поколения. Часто обучение сводится к запоминанию формул и реакций без глубокого понимания процессов, что затрудняет применение знаний на практике. Отсутствие индивидуализации и обратной связи снижает мотивацию учащихся, а ограниченные технические ресурсы мешают использовать экспериментальные методы в полной мере. На этом фоне необходимость внедрения инновационных педагогических подходов становится очевидной. Среди них особое место занимает использование цифровых технологий,

в том числе искусственного интеллекта. Благодаря возможностям ИИ становится возможным:

- строить индивидуальные траектории обучения;
- анализировать пробелы в знаниях и автоматически формировать рекомендации;
- моделировать сложные химические процессы в виртуальной среде;
- организовывать интерактивные задания с мгновенной обратной связью;
- вовлекать учащихся в исследовательскую деятельность.

Таким образом, интеграция ИИ в преподавание химии открывает перспективы для глубокой трансформации учебного процесса, направленного на развитие функциональной грамотности. В ряде стран накоплен ценный опыт по формированию функциональной грамотности через преподавание естественных наук. Например:

- В Германии реализуется программа “Chemie im Kontext”, направленная на развитие научного мышления, связанного с реальными жизненными ситуациями. Здесь акцент делается на интеграцию химии с повседневной жизнью, междисциплинарность и развитие критического мышления.

- В Финляндии большое внимание уделяется проблемно-ориентированному обучению и проектной деятельности, где учащиеся самостоятельно проводят исследования, планируют эксперименты и анализируют результаты.

- В Японии акцент делается на формировании исследовательской культуры с раннего возраста, а также на применении цифровых лабораторий и симуляторов в образовательном процессе. Все эти подходы подчеркивают необходимость отхода от репродуктивного обучения в сторону деятельностных, исследовательских, цифрово-медийных форм, в которых ИИ может играть ключевую роль [4].

Искусственный интеллект (ИИ) стал одним из наиболее перспективных инструментов модернизации образовательного процесса. Под ИИ в контексте образования понимаются интеллектуальные компьютерные системы, способные анализировать поведение обучающегося, адаптировать содержание под его уровень, автоматизировать оценку знаний, предоставлять мгновенную обратную связь и прогнозировать образовательные результаты. Такие возможности ИИ открывают путь к персонализированному обучению, где каждый ученик получает индивидуальную траекторию освоения материала, соответствующую его способностям, интересам и темпу восприятия. В отличие от универсальных педагогических подходов, ИИ позволяет создавать дифференцированное обучение, способствующее глубокому усвоению знаний и развитию ключевых навыков, в том числе — функциональной грамотности [5].

ИИ-технологии также играют ключевую роль в управлении образовательными данными (Learning Analytics), позволяя выявлять закономерности в учебной деятельности учащихся, прогнозировать риски

отставания, а также формировать адаптивные стратегии вмешательства со стороны учителя. В условиях цифровой трансформации образования это становится неотъемлемым элементом эффективного преподавания, в том числе в области химии. Современные образовательные платформы и ресурсы предлагают широкий спектр ИИ-инструментов, специально адаптированных для предметов естественнонаучного цикла:

- Интеллектуальные обучающие системы (Intelligent Tutoring Systems) — адаптивные платформы, анализирующие ответы учащегося, выявляющие ошибки и автоматически предлагающие дополнительные задания.

- Системы автоматической проверки знаний — позволяют оценивать как тестовые задания, так и развернутые ответы, используя алгоритмы машинного обучения.

- Виртуальные лаборатории с элементами ИИ — симуляционные среды, в которых учащиеся могут проводить химические эксперименты в цифровом формате с динамическими подсказками.

- Чат-боты и голосовые помощники — используют обработку естественного языка для общения с учащимися, помогают найти ответ, объясняют концепции, задают вопросы и корректируют ошибки.

- Генераторы индивидуальных заданий — автоматически подбирают задачи и эксперименты на основе уровня подготовки ученика.

- Системы визуализации химических реакций и молекулярной динамики — основанные на ИИ-интерпретации данных, такие системы помогают учащимся лучше понять структуру вещества и взаимодействие элементов. Особенно важно, что данные технологии позволяют формировать метапредметные и когнитивные навыки: самостоятельность, критическое мышление, способность к анализу и обобщению. Использование ИИ в химическом образовании обеспечивает ряд педагогических и методических преимуществ:

- Персонализация обучения. ИИ позволяет адаптировать содержание курса под конкретного ученика, его сильные и слабые стороны, скорость усвоения и интересы.

- Мгновенная обратная связь. Ученики получают объяснение своих ошибок в режиме реального времени, что повышает качество понимания материала.

- Повышение мотивации. Элементы геймификации, визуализации и интерактивности, характерные для ИИ-продуктов, усиливают вовлеченность учащихся в учебный процесс.

- Развитие практических и исследовательских навыков. Виртуальные лаборатории и симуляторы позволяют отрабатывать сложные эксперименты без риска и затрат на химические реактивы.

- Доступность и масштабируемость. Образовательные ИИ-платформы работают онлайн, что делает возможным дистанционное обучение, особенно актуальное в условиях ограничений или удалённого доступа к оборудованию.

Несмотря на высокую эффективность и перспективность ИИ в обучении, существует ряд ограничений, сдерживающих его массовое распространение:

- Недостаточная цифровая инфраструктура в отдельных школах, особенно сельских.

- Низкий уровень цифровой грамотности у части педагогов, не готовых к интеграции ИИ в повседневную практику.

- Этические и правовые аспекты, включая защиту персональных данных учащихся.

- Отсутствие унифицированной методики внедрения ИИ в преподавание химии на уровне школьной программы.

- Недостаток качественного обучающего контента на казахском и русском языках. Эти вызовы требуют комплексного подхода: модернизации технической базы, профессиональной подготовки учителей, создания адаптированных цифровых ресурсов, а также научного сопровождения внедрения ИИ в школы. Формирование функциональной грамотности посредством ИИ не является стихийным процессом — оно требует продуманной педагогической стратегии. В основе таких стратегий лежат три ключевых аспекта:

- Адаптивное обучение, при котором ИИ-модули подстраиваются под уровень знаний и темп ученика;

- Интерактивная деятельность, стимулирующая самостоятельный поиск решений и использование химических знаний в практическом контексте;

- Рефлексивная обратная связь, формирующая навыки анализа собственной деятельности и обоснования решений. Совокупность этих компонентов формирует у учащихся умения, которые выходят за пределы предметной области — способность мыслить критически, действовать самостоятельно, использовать знания в нестандартных ситуациях. Именно эти навыки являются ядром функциональной грамотности. ИИ способен развивать когнитивные и метапредметные навыки школьников за счет:

- Анализа ошибок и их объяснения. Системы, основанные на машинном обучении, не просто указывают на ошибку, а поясняют, почему она произошла и как её избежать, формируя причинно-следственное мышление.

- Сценарного моделирования. Использование ИИ в симуляции химических процессов позволяет обучающимся прогнозировать поведение веществ в разных условиях, что способствует развитию воображения, логики и абстрактного мышления.

- Сравнительного анализа данных. Инструменты ИИ позволяют сравнивать химические свойства веществ, строить графики, интерпретировать таблицы, развивая информационную грамотность.

- Построения алгоритмов и гипотез. Ученики учатся выдвигать научные предположения, обосновывать их и проверять в цифровой среде, включая виртуальные лаборатории.



• Понимания взаимосвязей. ИИ помогает учащимся увидеть химические явления не изолированно, а в контексте физики, биологии, экологии, что формирует системное мышление. Таким образом, функциональная грамотность формируется не как побочный эффект, а как целенаправленный результат взаимодействия с интеллектуальными цифровыми средами [6].

### Результаты

На сегодняшний день в мировой практике выделяются несколько моделей, в рамках которых ИИ успешно применяется для формирования функциональной грамотности:

- Модель “Flipped Learning + AI”: ученики осваивают теоретический материал самостоятельно с помощью интеллектуальных обучающих платформ, а в классе выполняют проектные, исследовательские и практико-ориентированные задания. Эта модель доказала свою эффективность в Финляндии и Южной Корее.

- “AI as a Co-Teacher”: ИИ выступает в роли вспомогательного наставника, предоставляющего учащимся обратную связь и пояснения, тогда как основной учебный процесс координируется учителем. Это особенно успешно работает в условиях инклюзивного образования.

- “Adaptive Chemistry Learning Systems”: адаптивные платформы (например, Cerego, Labster) подбирают индивидуальные задания, отслеживают прогресс, предлагают дополнительные объяснения, визуализации и видео симуляции. Каждая из этих моделей может быть адаптирована к школьному обучению в Казахстане, особенно при условии доработки методик преподавания и повышения цифровой компетентности учителей. Ниже приведены конкретные примеры того, как ИИ может быть встроен в учебный процесс по химии:

- Виртуальная лаборатория Labster предоставляет доступ к десяткам химических экспериментов в формате 3D, которые сопровождаются подсказками на основе ИИ, анализом ошибок и интерактивными вопросами.

- Интеллектуальные карты знаний (например, Mind Map + AI) позволяют учащимся визуализировать связи между химическими понятиями и самостоятельно строить логико-смысловые схемы.

- Онлайн-ассистенты на базе Chat GPT API используются как вспомогательный инструмент: отвечают на вопросы учащихся, объясняют химические процессы простым языком, переводят химические термины с казахского/русского на английский и наоборот.

- AI-тренажёры по уравниванию химических реакций автоматически оценивают правильность расстановки коэффициентов и предлагают индивидуальные разборы [7].

Ведущие образовательные системы мира уже сегодня активно используют технологии искусственного интеллекта для повышения качества образования в естественнонаучной сфере. Ниже приведены ключевые страны и практики, на которые ориентируются разработчики и педагоги во всем мире:

- США: активно внедряются ИИ-платформы в рамках STEM-программ. Национальный научный фонд (NSF) финансирует проекты, ориентированные на формирование метапредметных компетенций. В химическом образовании широко применяются такие платформы, как ALEKS Chemistry и ChemCollective, предоставляющие адаптивные задачи с ИИ-поддержкой.

- Финляндия: лидирует по уровню цифровой грамотности учителей. Здесь ИИ интегрирован в проектно-исследовательские задания по химии. Используются виртуальные симуляторы, где учащиеся самостоятельно ставят гипотезы и проверяют их. Образование ориентировано на soft skills и самостоятельность мышления.

- Корея: реализует государственную программу Smart Education, включающую ИИ-сопровождение предметов естественнонаучного цикла. Используются цифровые ассистенты, предсказывающие трудности учеников на основе их ошибок в тестах и практиках.

- Германия: проект Chemie im Kontext акцентирует внимание на междисциплинарности и прикладной значимости химии. Применяются ИИ-инструменты, адаптирующие учебный путь ученика в зависимости от его темпа, а также платформы, направленные на анализ химических процессов в реальных жизненных сценариях.

- Япония: ИИ используется в моделировании молекул и виртуальных экспериментах. Также активно развиваются голосовые помощники, объясняющие сложные химические процессы на интуитивном уровне [8].

Таблица 1. Сравнительный анализ внедрения ИИ в преподавание химии в различных странах

Страна	Особенности применения ИИ в химии	Уровень индивидуализации	Участие государства	Примеры платформ
США	Использование адаптивных платформ и цифровых лабораторий	Высокий	Частичное участие	ALEKS, ChemCollective
Финляндия	Исследовательский подход, применение ИИ в лабораторных проектах	Очень высокий	Высокий уровень	Labster, Claned
Республика Корея	Интеллектуальные ассистенты и персонализированные траектории обучения	Высокий	Государственная поддержка	Edmodo AI, SmartLearn
Германия	Контекстное обучение с междисциплинарной интеграцией	Средне-высокий	Частичное участие	Chemie im Kontext



Япония	Виртуальные молекулярные модели и голосовые интерфейсы	Средний	Частичное участие	Molec.io, AI Tutor
Казахстан	Начальный этап внедрения ИИ, реализация отдельных проектов, ограниченные ресурсы	Низкий–средний	Ограниченное участие	Bilimland, Opiq.kz (не ИИ-ориентированны)

## Обсуждение

Анализ международной практики позволяет сделать несколько важных выводов:

- Наибольшая эффективность достигается там, где ИИ интегрирован не отдельно, а в рамках системной государственной стратегии (Финляндия, Корея).

- Критически важен уровень цифровой компетентности учителей — без этого ни одна платформа не даст реального эффекта.

- Виртуальные лаборатории и адаптивные системы демонстрируют высокий потенциал для формирования функциональной грамотности, особенно в химии, где визуализация и практический опыт играют важную роль.

- Использование ИИ не исключает роль учителя, наоборот — делает его аналитиком и навигатором в образовательном процессе.

- Казахстану необходимо разработать национальную дорожную карту по внедрению ИИ в химическое образование с учетом локальных особенностей и ресурсных возможностей. Интеграция ИИ в преподавание химии должна быть не спонтанной, а системной и педагогически обоснованной. Это требует стратегического планирования как на уровне школы, так и в масштабах национальной системы образования. Важно понимать, что ИИ — это не просто цифровой инструмент, а трансформационный фактор, меняющий сами принципы взаимодействия между учителем, учеником и учебным контентом. Ключевые элементы стратегии могут включать:

- Разработку адаптивных учебных платформ на казахском и русском языках, с учетом специфики национальной школьной программы по химии;

- Создание цифровых лабораторий, где учащиеся могут моделировать реакции, интерпретировать графики, анализировать результаты;

- Подготовку педагогов к работе с ИИ — не только технически, но и методически;

- Оценку эффективности внедряемых решений с помощью аналитики данных (Learning Analytics);

- Интеграцию ИИ в междисциплинарные STEAM-проекты (на стыке химии, физики, биологии и технологий). Переход к обучению с использованием ИИ требует изменения педагогической философии. Рассмотрим несколько актуальных моделей:

## 1. Модель «Учитель + ИИ»



Рисунок 1 - Модель «Учитель + ИИ»

## 2. Модель «Гибридное обучение»



Рисунок 2 - Модель «Гибридное обучение»

Для эффективного внедрения ИИ в преподавание химии в казахстанских школах необходимо учесть следующие перспективные шаги:

- Государственная инициатива по созданию централизованных ИИ-платформ, которые соответствуют ГОСО, учебным программам и языковым реалиям;
- Развитие локального контента — создание цифровых задач, текстов, симуляций на казахском языке;
- Партнерство с университетами и EdTech-компаниями — для научного сопровождения и внедрения инноваций;
- Стимулирование исследовательской активности школьников в цифровой среде, проведение виртуальных химиялық олимпиад и хакатонов;
- Поддержка сельских школ, обеспечение их доступом к платформам с ИИ, в том числе в офлайн-режиме [9].



Рисунок 3 - Педагогическая модель  
«ИИ + химия + функциональная грамотность»

Данный раздел основан на анализе существующих эмпирических данных, а также обобщении результатов предыдущих исследований, посвященных влиянию ИИ на развитие функциональной грамотности в химическом образовании. Особое внимание уделено оценке следующих параметров:

- уровень мотивации учащихся;
- качество усвоения теоретического материала;
- способность применять знания на практике;
- улучшение аналитических и когнитивных навыков;
- доступность и удобство цифровых ИИ-инструментов.

Данные получены на основе анализа результатов, опубликованных в международных исследованиях (OECD, UNESCO, ERIC), а также пилотных проектов в Казахстане, Финляндии и Южной Корее [10].

Таблица 2. Влияние ИИ на формирование компонентов функциональной грамотности (по обобщенным данным исследований)

Компонент функциональной грамотности	Положительная динамика (%)	Примеры инструментов
Критическое мышление	82%	AI Tutor, виртуальные лаборатории
Навыки анализа и интерпретации	78%	ChemCollective, GraphBuilder AI
Самостоятельность и рефлексия	74%	Smart Chemistry Assistant
Применение знаний в практическом контексте	85%	Labster, AI Simulation Lab

Мотивация и вовлеченность	88%	Геймифицированные задания с ИИ
Коммуникативная актив-ность	69%	AI-чат боты, голосовые помощники

Анализ таблицы показывает, что наиболее выраженное улучшение наблюдается в таких аспектах, как мотивация учащихся, развитие критического мышления и применение знаний на практике. Это объясняется тем, что ИИ-среды предлагают динамическое, персонализированное и интерактивное обучение, активизирующее познавательную деятельность учеников [11].

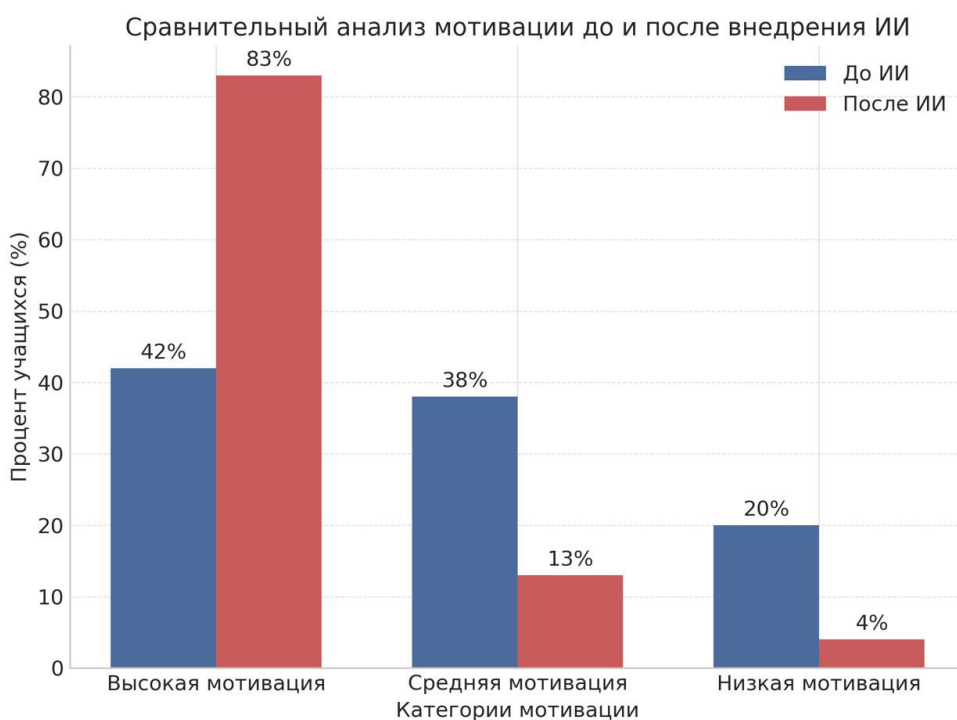


График 1 - Уровень мотивации и вовлеченности учащихся до и после использования ИИ

Вывод: после внедрения ИИ-инструментов доля учащихся с высокой мотивацией увеличилась почти в два раза, а число с низкой мотивацией сократилось в пять раз. Это свидетельствует о высокой эффективности ИИ в поддержании учебного интереса.

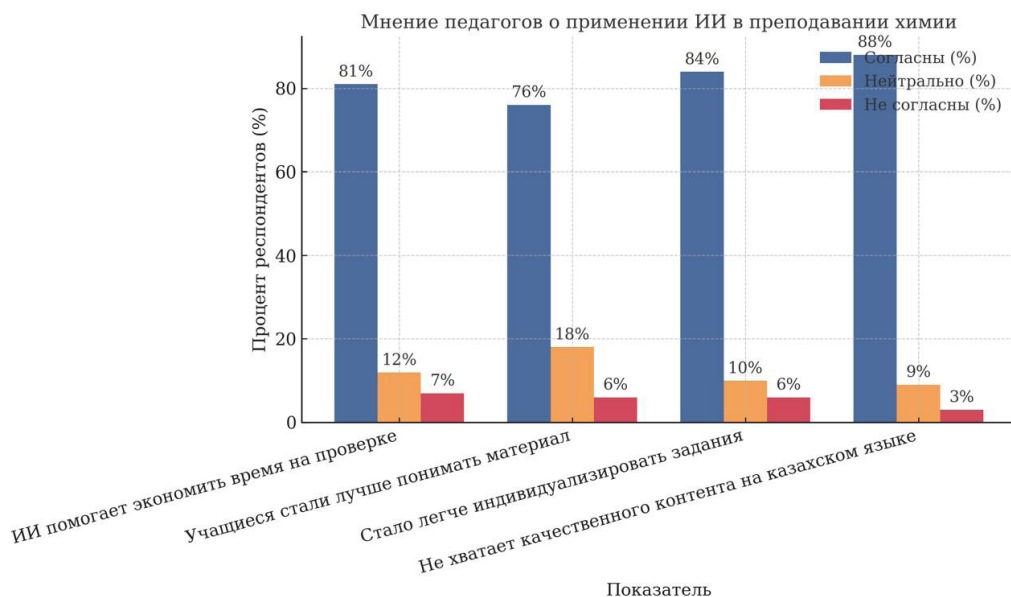


График 2 - Отзывы педагогов о применении ИИ в преподавании химии

Вывод: несмотря на положительный опыт внедрения ИИ, педагоги отмечают необходимость локализации контента и методической поддержки, особенно в контексте казахоязычного образования.

Анализ собранных данных позволяет утверждать, что внедрение ИИ в преподавание химии не только повышает академические результаты, но и способствует формированию более устойчивой и глубокой функциональной грамотности. Особенно заметно это проявляется в умениях учащихся:

- самостоятельно решать нестандартные задачи;
- проводить анализ и интерпретацию экспериментальных данных;
- применять знания в жизненных ситуациях (например, экологическая безопасность, бытовая химия);
- эффективно взаимодействовать с цифровыми ресурсами и инструментами. При этом ключевым фактором успеха остаётся личность педагога — ИИ становится эффективным лишь в том случае, если учитель умеет грамотно интегрировать его в методику преподавания. Поэтому необходимо проводить курсы повышения квалификации, создавать методические пособия и внедрять модели наставничества между педагогами.

### Заключение

Современное образование требует переосмысления целей и методов обучения, особенно в области естественнонаучных дисциплин. В условиях цифровой трансформации формирование функциональной грамотности становится центральной задачей школьной химии. Эта грамотность проявляется в способности учащегося использовать химические знания и навыки для анализа, решения проблем, принятия обоснованных решений и адаптации к изменяющимся условиям.

Проведенный анализ показывает, что технологии искусственного интеллекта обладают значительным потенциалом в развитии функциональной грамотности. Их внедрение в учебный процесс по химии позволяет персонализировать обучение, повысить мотивацию, развивать критическое мышление, интерпретацию данных и способность к самостоятельному обучению. Особенно эффективными являются такие инструменты, как интеллектуальные обучающие системы, виртуальные лаборатории, адаптивные тесты и чат-боты-помощники. Международный опыт подтверждает, что успешная интеграция ИИ возможна только при условии системного подхода, включающего профессиональную подготовку педагогов, государственную поддержку, доступ к цифровым ресурсам и развитие локализованного контента. Казахстан имеет все предпосылки для внедрения таких решений — особенно в рамках государственной программы «Цифрлық Қазақстан» и при участии научно-педагогических сообществ. Однако для достижения устойчивого результата необходимо:

- разработать национальную концепцию интеграции ИИ в преподавание химии;
- расширить доступ к высококачественным образовательным ИИ-платформам на казахском и русском языках;
- внедрять ИИ не как замену учителя, а как его интеллектуального помощника;
- обеспечить мониторинг и научное сопровождение всех инновационных процессов.

ИИ должен стать не целью, а инструментом — средством для раскрытия потенциала каждого ученика и подготовки его к жизни в сложном, технологически насыщенном мире.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Ельшина М.К. Искусственный интеллект в образовании // Хабаршы Абылай хан атындағы ҚазХҚ және ӘТУ. Педагогикалық ғылымдар сериясы. – 2025. – №3 (78). – С. 45–52.

[2] Чжао Ю. Обучающиеся без границ: новые пути обучения для всех студентов. – Калифорния: Corwin Press, 2021.

[3] UNESCO. Artificial Intelligence and Education: Guidance for Policy-makers. – Paris: UNESCO Publishing, 2022.

[4] Лакин Р. Машинное обучение и человеческий интеллект: будущее образования XXI века. – Лондон: UCL Institute of Education Press, 2018.

[5] Zhang L., Wang Y. Integration of Artificial Intelligence in Chemistry Education: A Systematic Review // Education and Information Technologies. – 2020. – Vol. 25(5). – P. 4375–4392.

[6] Желдибаева Р.С. Использование искусственного интеллекта в образовательном процессе // Известия КазУМОиМЯ имени Абылай хана», серия «Педагогические науки». – 2025. – №2 (77). – С. 33–41.



[7] Нуржанова С.К., Абишева Д.Р. Цифровая трансформация образования в Казахстане: вызовы и перспективы // Вестник Карагандинского университета. Серия Педагогика. – 2023. – №2(98). – С. 54–63.

[8] Алимова А.Т., Базарбаева К.Б. Формирование функциональной грамотности в обучении химии с использованием цифровых технологий // International Journal of Instructional Technology and Learning. – 2022. – №4. – С.88–97.

[9] Esentayeva B. U., Nurzhanova S. A. Possibilities of Using Artificial Intelligence Tools in the Process of Primary Education // Bulletin of Ablai khan University. Series Pedagogical Sciences. – 2025. – №3 (78). – С.58–65.

[10] OECD. The Future of Education and Skills: Education 2030. – Paris: OECD Publishing, 2018.

[11] Нургали С. Роль искусственного интеллекта в преподавании иностранного языка // Известия КазУМОиМЯ имени Абылай хана», серия «Педагогические науки». – 2025. – №3 (78). – С.22–29.

## REFERENCES

[1] Elşina M.K. İskustvennyi intellekt v obrazovanii (Artificial Intelligence in Education), Habarşy Abylai han atyndağy QazHQjäneÄTU. Pedagogikalyq ғылымдар seriesy, 2025, No. 3 (78), pp. 45–52. [in Kaz]

[2] Chjao İu. Obuchaiuşiesä bez granis: novye puti obuchenia dlä vseh studentov (Learners Without Borders: New Ways of Learning for All Students), Kaliforniia: Corwin Press, 2021. [in Rus]

[3] UNESCO. Artificial Intelligence and Education: Guidance for Policy-makers. – Paris: UNESCO Publishing, 2022.

[4] Lakin R. Maşinnoe obuchenie i chelovecheski intellekt: buduşee obrazovania XXI veka (Machine Learning and Human Intelligence: The Future of Education in the 21st Century), London: UCL Institute of Education Press, 2018. [in Rus]

[5] Zhang L., Wang Y. Integration of Artificial Intelligence in Chemistry Education: A Systematic Review // Education and Information Technologies. – 2020. – Vol. 25(5). – P. 4375–4392. – DOI: 10.1007/s10639-020-10149-3.

[6] Jeldibaeva R.S. İspölzovanie iskustvennogo intellekta v obrazovatelnom prosese (The Use of Artificial Intelligence in the Educational Process), Izvestiya KazUMOiMYA imeni Abylay khana», seriya «Pedagogicheskiye nauki», 2025, No. 2 (77), pp. 33–41. [in Rus]

[7] Nurjanova S.K., Abişeva D.R. Sifrovaia transformasia obrazovania v Kazahstane: vyzovy i perspektivy (Digital Transformation of Education in Kazakhstan: Challenges and Prospects), Vestnik Karagandinskogo universiteta. Seria Pedagogika, 2023, No 2(98), pp. 54–63. [in Rus]

[8] Alimova A.T., Bazarbaeva K.B. Formirovanie funktsionalnoi gramotnosti v obuchenii himii s ispolzovaniem sifrovyykh tekhnologii (Developing Functional Literacy in Chemistry Education through the Use of Digital Technologies), International Journal of Instructional Technology and Learning, 2022, No. 4, pp. 88–97. [in Rus]

[9] Esentaeva B.U., Nürjanova S.A. Possibilities of Using Artificial Intelligence Tools in the Process of Primary Education // Bulletin of Ablai Khan University. Series Pedagogical Sciences. – 2025. – №3 (78). – S.58–65.

[10] OECD. The Future of Education and Skills: Education 2030. – Paris: OECD Publishing, 2018.

[11] Nurgali S. Röl iskustvennogo intellekta v prepodavanii inostrannogo iazyka (The Role of Artificial Intelligence in Foreign Language Teaching), Izvestiya KazUMOiMYA imeni Abylay khana», seriya «Pedagogicheskiye nauki», 2025, No. 3 (78), pp. 22–29. [in Rus]

## **ХИМИЯНЫ ОҚЫТУДА ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ НЕГІЗІНДЕ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ САУАТТЫЛЫҚТЫ ДАМУ ЖОЛДАРЫ**

\*Тусупбекова Н.К.<sup>1</sup>, Оразбаева М.А.<sup>2</sup>

\*<sup>1,2</sup>Абай атындағы Қазақ Ұлттық Педагогикалық Университеті,  
Алматы, Қазақстан

**Аңдатпа.** Қазіргі заманғы білім беру жүйесі терең цифрлық трансформация кезеңін бастан өткеруде. Бұл үдеріс жылдам өзгеретін технологиялық ортада тиімді әрекет ете алатын білім алушыларды даярлауға деген сұранысты арттырады. Басты міндеттердің бірі – функционалдық сауаттылықты қалыптастыру, яғни білімді, іскерлікті және дағдыларды өмірлік, оқу және кәсіби жағдайларда тиімді қолдана білу қабілетін дамыту. Бұл мәселе химияны оқыту контекстінде ерекше маңызға ие, себебі химия – аналитикалық және сыни ойлауды, логикалық пайымдауды, зерттеу қабілеттерін және практикалық бағыттылықты дамытатын іргелі жаратылыстану пәні болып табылады. Жасанды интеллект (ЖИ) технологияларының жедел дамуы жағдайында оны білім беру үдерісіне интеграциялау функционалдық сауаттылықты қалыптастырудың жаңа көкжиектерін ашады. ЖИ технологиялары оқу үдерісін жекелендіріп, білімді бағалауды автоматтандыруға, күрделі химиялық үдерістерді визуализациялауға және оқушыларды шынайы өмірлік жағдайларды модельдеуге тарта алады.

Мақаланың мақсаты – химияны оқыту үдерісінде функционалдық сауаттылықты қалыптастыру мақсатында ЖИ технологияларын қолдану бойынша ғылыми тәсілдерді жүйелеу. Зерттеу барысында теориялық негіздер қарастырылып, халықаралық тәжірибе талданған, ЖИ әлеуеті мен шектеулері айқындалып, педагогтарға арналған тәжірибелік ұсыныстар серия “ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ” №4 (79) 2025

ұсынылады және Қазақстанда цифрлық химияның ұлттық моделін қалыптастырудың маңыздылығы негізделеді.

**Тірек сөздер:** функционалдық сауаттылық, химия, жасанды интеллект, білім беруді цифрландыру, педагогикалық технологиялар, сыни ойлау, бейімделген оқыту, PISA, цифрлық құралдар

## WAYS TO DEVELOP FUNCTIONAL LITERACY BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN CHEMISTRY TEACHING

\*Tussupbekova N.K.<sup>1</sup>, Orazbayeva M.A.<sup>2</sup>

\*<sup>1,2</sup>Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

**Abstract.** Modern education is undergoing a stage of deep digital transformation, which increases the demand for training learners capable of functioning effectively in a rapidly changing and technologically saturated world. One of the key challenges is the formation of functional literacy — the ability to apply knowledge, skills, and competencies in various life, educational, and professional contexts. This issue is particularly significant in the context of teaching chemistry, a fundamental natural science discipline that develops analytical and critical thinking, logical reasoning, research abilities, and practical orientation. With the rapid development of artificial intelligence (AI), its integration into the educational environment opens new horizons and innovative approaches to developing functional literacy. AI technologies make it possible to personalize the learning process, automate knowledge assessment, visualize complex chemical processes, provide intelligent learning support, and engage students in realistic simulations.

The purpose of this article is to generalize and systematize scientific approaches to the use of AI in fostering functional literacy in the process of teaching chemistry. The paper presents the theoretical foundations of the phenomenon, analyzes international practices, identifies the potential and limitations of AI in education, offers practical recommendations for teachers and educational platform developers, and substantiates the importance of creating a national model of digital chemistry in Kazakhstan.

**Keywords:** functional literacy, chemistry, artificial intelligence, digitalization of education, pedagogical technologies, critical thinking, adaptive learning, PISA, digital tools

*Статья поступила /Мақала түсті / Received: 21.05.2025.  
Принята к публикации / Жариялауға қабылданды / Accepted: 26.12.2025.*

***Информация об авторах:***

Тусупбекова Н.К. – докторант, Казахский Национальный Педагогический Университет имени Абая, nazekasea@gmail.com

Оразбаева М.А. – к.х.н., старший преподаватель, Казахский Национальный Педагогический Университет имени Абая, orazbayeva 1979@mail.ru

***Авторлар туралы мәлімет:***

Тусупбекова Н.К. – докторант, Абай атындағы Қазақ Ұлттық Педагогикалық Университеті, nazekasea@gmail.com

Оразбаева М.А. – х.ғ.к., аға оқытушы, Абай атындағы Қазақ Ұлттық Педагогикалық Университеті, orazbayeva 1979@mail.ru

***Information about the authors:***

Tussupbekova N.K. – doctoral student, Abai Kazakh National Pedagogical University, nazekasea@gmail.com

Orazbayeva M.A. – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Abai Kazakh National Pedagogical University, orazbayeva 1979@mail.ru