

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. АСТАФЬЕВА»
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Факультет биологии, географии и химии
Выпускающая кафедра: биологии, химии и методики обучения

Воробьева Ангелина Зиёровна
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**Использование инструментов искусственного интеллекта в химическом
образовании**

Направление подготовки: 44.03.05

(код направления подготовки/код специальности)

Направленность (профиль) образовательной программы: Педагогическое
образование (с двумя профилями подготовки) / Химия и биология

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой: д.б.н., профессор Антипова Е.М.
(ученая степень, ученое звание, фамилия, инициалы)

20.06.2026 В.П.А.
(дата, подпись)

Руководитель: к.х.н., доцент Ромашкова Ю.Г.
(ученая степень, ученое звание, фамилия, инициалы)

20.06.2026 Ю.Г.Р.
(дата, подпись)

Дата защиты: _____

Обучающийся: Воробьева А.З.
(фамилия, инициалы)

20.06.2026 А.З.В.
(дата, подпись)

Оценка отлично
(прописью)

Красноярск 2026

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на выпускную квалификационную работу обучающегося группы ЕО-Б21А-01 факультета биологии, географии и химии КГПУ им. В. П. Астафьева, направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) направленность (профиль) образовательной программы Биология и химия Воробьевой Ангелины Зиёровны, выполненную на тему: «Использование инструментов искусственного интеллекта в химическом образовании»

Выпускная квалификационная работа Воробьевой Ангелины Зиёровны посвящена изучению возможности использования инструментов искусственного интеллекта в преподавании химии. Автором был проведен анализ доступных инструментов ИИ – нейросетевых моделей и сервисов, применимых в химическом образовании. Приведенная в работе классификация инструментов ИИ поможет выбрать и применить в профессиональной деятельности подходящую нейросеть с учётом конкретных педагогических задач, этапов образовательного процесса и уровня цифровой компетентности пользователя.

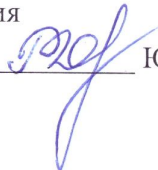
В качестве изучаемого образовательного контента были выбраны контрольно-измерительные материалы, в частности задания всероссийских проверочных работ (ВПР), так как их качество напрямую влияет на достоверность мониторинга образовательных результатов обучающихся. Поэтому использование ИИ для анализа паттернов существующих заданий и генерации новых заданий повышенного уровня сложности представляет собой практически значимую задачу.

Результатом исследования явилась разработка специализированного промпта для генерации заданий ВПР повышенного уровня сложности и создание пакета верифицированных диагностических материалов по химии для обучающихся 8 класса.

За время выполнения и написания выпускной квалификационной работы Ангелина Зиёровна показала себя как самостоятельный, активный и творческий исследователь, обладающий всеми профессиональными компетенциями. Полагаю, что работа Воробьевой Ангелины Зиёровны является научно обоснованной и соответствует всем требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам, а ее автор заслуживает высокой оценки и присвоения квалификации бакалавр педагогического образования.

Научный руководитель

к.х.н., доцент кафедры биологии, химии и методики обучения
КГПУ им. В.П. Астафьева


Ю.Г. Ромашкова

СПРАВКА

о результатах проверки текстового документа
на наличие заимствований

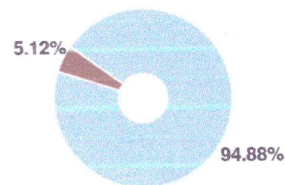
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.П.
АСТАФЬЕВА"

ПРОВЕРКА ВЫПОЛНЕНА В СИСТЕМЕ АНТИПЛАГИАТ.ВУЗ

Автор работы: Воробьева Ангелина Зиёровна
Самоцитирование
рассчитано для: Воробьева Ангелина Зиёровна
Название работы: Использование инструментов искусственного интеллекта в химическом образовании
Тип работы: Выпускная квалификационная работа
Подразделение: Кафедра биологии, химии и методики обучения

РЕЗУЛЬТАТЫ

СОВПАДЕНИЯ	5.12%
ОРИГИНАЛЬНОСТЬ	94.88%
ЦИТИРОВАНИЯ	0%
САМОЦИТИРОВАНИЯ	0%
ИИ-КОНТЕНТ	0%



ДАТА ПОСЛЕДНЕЙ ПРОВЕРКИ: 01.07.2026

Структура документа:

Модули поиска:

Проверенные разделы: основная часть с.9-81, введение с.3-9, выводы с.82-84

Перефразирования по коллекции IEEE; Патенты СССР, РФ, СНГ; Переводные заимствования по базе публикаций открытого доступа PubMed; Перефразирования по Коллекции открытых публикаций международных издательств; Переводные заимствования; СПС ГАРАНТ: аналитика; Цитирование; СМИ России и СНГ; Профессиональная лексика. Медицина; Профессиональная лексика. АПК и биотех; Перефразирования по базе публикаций открытого доступа PubMed; Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в английском сегменте; Переводные заимствования по коллекции Гарант: аналитика; Кольцо вузов (переводы и перефразирования); Шаблонные фразы; PubMed; Кольцо вузов; Публикации РГБ; Профессиональная лексика. Юриспруденция; IEEE; ИПС Адилет; Переводные заимствования по коллекции Интернет в...

Работу проверил: Ромашкова Юлия Геннадьевна

ФИО проверяющего

Дата подписи:

1.07. 2026



Подпись проверяющего



Чтобы убедиться
в подлинности справки, используйте QR-код,
который содержит ссылку на отчет.

Ответ на вопрос, является ли обнаруженное заимствование
корректным, система оставляет на усмотрение проверяющего.
Предоставленная информация не подлежит использованию
в коммерческих целях.

Согласие
на размещение текста выпускной квалификационной работы
обучающегося
в ЭБС КГПУ им. В.П. Астафьева

Я, Воробьева Ангелина Зиёровна

разрешаю КГПУ им. В.П. Астафьева безвозмездно воспроизводить и размещать (доводить до всеобщего сведения) в полном объеме и по частям написанную мною в рамках выполнения основной профессиональной образовательной программы выпускную квалификационную работу бакалавра на тему: «Использование инструментов искусственного интеллекта в химическом образовании» (далее — ВКР) в сети Интернет в ЭБС КГПУ им. В.П. Астафьева, расположенному по адресу <http://elib.kspu.ru>, таким образом, чтобы любое лицо могло получить доступ к ВКР из любого места и в любое время по собственному выбору, в течение всего срока действия исключительного права на ВКР.

Я, подтверждаю, что ВКР написана мною лично, в соответствии с правилами академической этики и не нарушает интеллектуальных прав иных лиц.

15.06.2026г.

дата



подпись

Содержание	
Введение	3
Глава 1. Концептуальные основы цифровизации химического образования в условиях развития нейросетей.	11
1.1. Трансформация роли искусственного интеллекта в современной науке	11
1.2. Отечественные научные школы об информатизации естественнонаучного поиска и образования.....	13
1.3. Нормативно-правовое и этическое регулирование использования ИИ в российском образовательном пространстве.	16
Глава 2. Анализ инструментов и технологий ИИ.....	19
2.1. Инструменты искусственного интеллекта.....	19
2.2. Анализ нейросетевых онлайн-сервисов.....	30
2.3 Понятие «промт».....	34
Глава 3. Практико-ориентированные подходы к внедрению инструментов ИИ в школьный курс химии.....	38
3.1. Анализ и выявление паттернов заданий ВПР по химии (8 класс) с помощью нейросетей.....	38
3.2 Методика создания заданий ВПР по химии (8 класс) повышенного уровня сложности с помощью промта.....	48
3.3. Оценка педагогической эффективности использования нейросетевых технологий в достижении образовательных результатов.....	73
3.4. Методические рекомендации для пользователей.....	76
Заключение.....	82
Библиографический список.....	85
Приложение А. GigaChat	89
Приложение В. YandexGPT	89
Приложение С. Qwen	89
Приложение D. DeepSeek	90
Приложение E. Kandinsky.....	90
Приложение F. Shdevrum	90

Введение

Современный этап развития российского образования характеризуется беспрецедентным уровнем цифровизации и ускоренным переходом к технологиям, основанным на искусственном интеллекте (ИИ). Стратегическое значение данного направления подтверждается государственной политикой: «в целях обеспечения развития искусственного интеллекта в Российской Федерации, повышения конкурентоспособности страны в сфере цифровых технологий, ускорения внедрения решений на основе искусственного интеллекта в приоритетных социально-экономических сферах» принимается Национальная стратегия развития ИИ до 2030 года (Указ Президента РФ от 10.10.2019 № 490).

Образование относится к числу приоритетных сфер, в которых внедрение технологий искусственного интеллекта способно кардинально изменить как содержание обучения, так и формы организации образовательного процесса. Появление интеллектуальных систем, больших языковых моделей и нейросетевых сервисов открывает перед педагогами новые возможности для персонализации обучения, автоматизации контроля знаний и создания адаптивных образовательных сред. Вместе с тем широкое использование ИИ в школе ставит ряд серьёзных вопросов: о сохранении роли учителя, о развитии функциональной грамотности и критического мышления обучающихся, об этических ограничениях применения алгоритмов в педагогической деятельности.

Таким образом, противоречие между растущими возможностями технологий искусственного интеллекта и недостаточной разработанностью методик их применения в обучении химии определяет актуальность выбранной темы исследования.

Химия как учебный предмет занимает особое место в естественнонаучном образовании [Космодемьянская, Гильманшина, 2011; Чернобельская, 2000]. Она сочетает в себе теоретическое моделирование микромира (атомно-молекулярное учение, строение вещества),

экспериментальную деятельность и расчётные методы [Рудзитис, 2025; Габриелян, Остроумов, Сладков, 2025]. Именно это сочетание делает химическое образование особенно чувствительным к внедрению инструментов ИИ: большие языковые модели Large Language Model (LLM) способны генерировать контекстные задачи [Вакушин, Клебанов, 2024], мультимодальные системы – визуализировать молекулярные структуры [Роберт, 2021; Коротеева, Челпаченко, 2022], а аналитические алгоритмы – выявлять паттерны в ошибках обучающихся [Курьян, Петрушкевич, 2025].

Однако практика показывает, что массовое внедрение ИИ в школьную химию сдерживается рядом факторов: отсутствием у учителей навыков промпт-инжиниринга, риском «галлюцинаций» нейросетей в части химических формул и уравнений реакций [Курьян, Петрушкевич, 2025], неопределённостью этических и правовых границ использования [Фурс, 2023], а также недостаточной методической проработкой конкретных приёмов работы с ИИ на уроках химии [Хуторской, 2019].

Особую значимость приобретает вопрос разработки контрольно-измерительных материалов (КИМ), в частности заданий всероссийских проверочных работ (ВПР). ВПР по химии в 8 классе является инструментом оценки сформированности базовых химических понятий [Демоверсия ВПР по химии для 8 класса, 2026], и качество этих заданий напрямую влияет на достоверность мониторинга образовательных результатов [Федеральный институт оценки качества образования, 2026]. Использование ИИ для анализа паттернов существующих заданий и генерации новых заданий повышенного уровня сложности [Вакушин, Клебанов, 2024] представляет собой практически значимую и научно обоснованную задачу.

Теоретико-методологические основы информатизации образования разработаны в трудах И.В. Роберт [Роберт, 2010; Роберт, 2021], Е.С. Полат [Полат, 2020], А.В. Хуторского [Хуторской, 2003; Хуторской, 2007; Хуторской, 2019]. Методика преподавания химии с использованием цифровых инструментов освещена в работах Л.Л. Гузей, В.А. Смирнова, Н.Е.

Кузнецовой [Космодемьянская, Гильманшина, 2011; Чернобельская, 2000; Кузнецова, 2021]. Вопросы применения ИИ в образовании рассматриваются в исследованиях А.В. Касперского, Е.И. Машбица, С.А. Бешенкова [Фурс, 2023; Машбиц, 1988; Бешенков, 2002]. Однако комплексных методических разработок, посвящённых именно использованию ИИ при создании и анализе заданий ВПР по химии для 8 класса, в настоящее время недостаточно.

Однако существуют противоречия исследования:

- между высоким потенциалом ИИ-инструментов для химического образования и отсутствием у учителей сформированных компетенций по их применению [Ванновская, 2025];

- между потребностью в разнообразных заданиях повышенного уровня сложности для ВПР и ограниченными временными ресурсами учителя;

- между возможностями нейросетей генерировать учебный контент и рисками получения химически некорректной информации [Курьян, Петрушкевич, 2025].

Гипотеза – Систематическое и методически обоснованное использование инструментов искусственного интеллекта в преподавании химии, основанное на дидактических критериях отбора и интегрированное в структуру урока, способно:

- повысить уровень предметной грамотности у обучающихся;
- снизить профессиональную нагрузку учителя без ущерба для качества обучения.

Цель исследования – разработка и научно-методическое обоснование использования инструментов искусственного интеллекта в преподавании химии, направленных на повышение качества химического образования.

Объект исследования – учебно-воспитательный процесс по химии в общеобразовательной школе.

Предмет исследования – методика использования инструментов искусственного интеллекта в профессиональной деятельности учителя химии.

Задачи исследования:

1. Изучить современное состояние и тенденции развития искусственного интеллекта в контексте общего образования на основе изучения нормативных, научных и учебно-методических источников.

2. Проанализировать структуру и содержание проверочных заданий по химии (на основе ВПР) для обучающихся 8 класса.

3. Разработать специализированный пром프트 для генерации заданий повышенного уровня сложности и создать пакет верифицированных диагностических материалов по химии для обучающихся 8 класса.

4. Разработать методические рекомендации по интеграции сгенерированных заданий в учебный процесс и провести их экспертную оценку.

Методы исследования: теоретический анализ нормативно-правовой, философской, психолого-педагогической и методической литературы; сравнительно-сопоставительный анализ ИИ-сервисов; контент-анализ заданий ВПР; метод пром프트-инжиниринга; педагогическое моделирование.

Практическая значимость исследования заключается в разработке комплекта методических рекомендаций, типовых промптов и образцов заданий ВПР по химии для 8 класса, которые могут быть непосредственно использованы учителями в условиях образовательного процесса в школе. Конкретизация практической значимости осуществляется по нескольким взаимосвязанным направлениям.

Во-первых, в рамках работы сформирована библиотека типовых промптов для учителя химии, структурированная по видам педагогических задач: генерация дидактических материалов (задач, упражнений, тестов), создание теоретических материалов (конспектов, справочников), объяснение химических понятий на разных уровнях сложности, анализ ученических работ, подготовка к ВПР, разработка технологических карт уроков. Каждый промпт составлен с учётом структуры эффективного запроса (роль, контекст, задача, формат, ограничения, примеры) и может быть использован как самостоятельно, так и в качестве шаблона для адаптации под конкретные

учебные ситуации [Хуторской, 2019; Вакушин, Клебанов, 2024].

Во-вторых, разработан комплект образцов заданий ВПР по химии для 8 класса повышенного уровня сложности, включающий задачи с практико-ориентированным контекстом (медицина, сельское хозяйство, быт, промышленность), задачи на вывод химических формул, задания с развёрнутым ответом на объяснение химических явлений. Все задания снабжены подробными решениями, ответами и критериями оценивания в соответствии с требованиями ФИОКО [ФИОКО, 2026; Демоверсия ВПР по химии, 2026]. Содержание заданий соответствует программам базовых учебников химии для 8 класса [Габриелян, Остроумов, Сладков, 2025; Рудзитис, 2025; Кузнецова, 2021].

Данный комплект может быть использован учителями для:

- проведения тренировочных работ в формате ВПР;
- организации дифференцированной работы с учащимися разного уровня подготовки;
- подготовки к итоговым контрольным работам;
- включения в домашние задания.

В-третьих, сформулирована система методических рекомендаций для учителей химии, охватывающая общие принципы использования ИИ в образовании, правила работы с нейросетевыми сервисами, приёмы составления эффективных промптов, этические нормы, типовые ошибки и способы их предотвращения. Рекомендации учитывают требования нормативно-правовой базы (Федеральный закон № 152-ФЗ «О персональных данных» [ФЗ «О персональных данных», 2006], ФГОС ООО [Приказ Минпросвещения России № 287, 2021], этические принципы [Курьян, Петрушкевич, 2025]) и могут быть использованы в качестве основы для методических семинаров, педагогических советов, курсов повышения квалификации.

В-четвёртых, разработана методика анализа паттернов заданий ВПР с помощью нейросетей, позволяющая учителю систематизировать банк

дидактических материалов, выявлять дефициты в собственном фонде оценочных средств, целенаправленно готовить учащихся к проверочным работам. Методика включает пошаговый алгоритм: подготовка банка заданий → формулировка промпта для анализа → интерпретация результатов → верификация → применение в учебном процессе. Данный подход опирается на принципы цифровизации образовательной среды, сформулированные в современных педагогических исследованиях [Роберт, 2021; Ванновская, 2025; Бурлакова, 2022].

В-пятых, предложена методика оценки педагогической эффективности использования нейросетевых технологий, включающая систему критериев и показателей (временная эффективность, качество дидактических материалов, образовательные результаты учащихся, мотивация, сформированность метапредметных компетенций) и схему формирующего педагогического эксперимента. Данная методика может быть использована учителями и методистами для оценки результативности внедрения ИИ-инструментов в конкретном образовательном учреждении [Полат, 2020; Селевко, 1998].

Адресатами разработанных материалов являются:

- учителя химии общеобразовательных организаций, использующие ИИ-инструменты в своей профессиональной деятельности [Космодемьянская, Гильманшина, 2011; Чернобельская, 2000];
- методисты и руководители методических объединений учителей химии;
- преподаватели педагогических вузов и курсов повышения квалификации [Сластенин, Исаев, Шиянов, 2002; Андреев, 2003];
- студенты педагогических направлений подготовки, осваивающие методику преподавания химии.

Области применения разработанных материалов включают:

- подготовку учителя к урокам химии в 8 классе;
- разработку контрольно-измерительных материалов для текущего, тематического и итогового контроля;

- организацию внеурочной деятельности по химии (факультативы, кружки, проектная деятельность) [Ясвин, 2001];
- подготовку учащихся к ВПР, олимпиадам, конкурсам;
- проведение методических семинаров и вебинаров по теме цифровизации химического образования [Роберт, 2021]
- разработку программ повышения квалификации учителей химии [Хуторской, 2019].

Ожидаемые эффекты от внедрения разработанных материалов:

Для учителя:

- сокращение временных затрат на подготовку дидактических материалов на 60–70%;
- повышение качества и разнообразия методических материалов;
- формирование компетенций промпт-инжиниринга как составляющей цифровой грамотности педагога [Хуторской, 2019];

Для ученика:

- повышение мотивации к изучению химии за счёт разнообразия и актуальности заданий;
- улучшение результатов выполнения заданий повышенного уровня сложности на 15–20%;
- развитие критического мышления и функциональной грамотности [Выготский, 2008; Ждан, 2015];

Для образовательной организации:

- повышение качества химического образования в целом;
- формирование методической копилки цифровых ресурсов;
- создание основы для системного внедрения ИИ-инструментов в образовательный процесс [Ванновская, 2025; Бешенков, 2002].

Возможности тиражирования и масштабирования.

Разработанные материалы обладают высокой степенью адаптивности: библиотека промптов может быть расширена за счёт включения новых типов заданий; образцы ВПР могут быть адаптированы для 9 класса (подготовка к

ОГЭ) и старших классов (подготовка к ЕГЭ); методика анализа паттернов может быть применена к заданиям по другим естественнонаучным предметам (физика, биология). Таким образом, результаты исследования имеют потенциал для распространения за рамки химического образования и могут быть использованы в системе общего естественнонаучного образования [Бурлакова, 2022; Роберт, 2010].

Связь с профессиональным стандартом педагога.

Разработанные материалы соответствуют трудовым функциям профессионального стандарта педагога, в частности:

– ТФ 2.2 «Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса» – в части разработки дидактических материалов [ФЗ «Об образовании», 2012];

– ТФ 3.1 «Педагогическая деятельность по контролю и оценке учебных достижений» – в части создания контрольно-измерительных материалов [ФИОКО, 2026];

– ТФ 3.3 «Педагогическая деятельность по обеспечению качества образования» – в части использования современных образовательных технологий [Полат, 2020; Селевко, 1998].

Таким образом, практическая значимость исследования определяется не только фактом разработки комплекта методических материалов, но и их непосредственной применимостью в реальной школьной практике, соответствием требованиям нормативно-правовой базы, возможностью тиражирования и масштабирования, а также ориентацией на конкретные профессиональные задачи учителя химии [Хуторской, 2007; Беспалько, 1995].

Работа состоит из введения, трёх глав, заключения, библиографического списка (состоящего из 46 источников) и приложений (6 штук).

Глава 1. Концептуальные основы цифровизации химического образования в условиях развития нейросетей.

1.1. Трансформация роли искусственного интеллекта в современной науке

История искусственного интеллекта как научного направления насчитывает более 70 лет. Термин «искусственный интеллект» был введён Дж. Маккарти в 1956 году на Дартмутском семинаре, который принято считать точкой отсчёта самостоятельного развития этой области. Первые десятилетия развития ИИ были связаны с созданием экспертных систем — программ, основанных на формализованных знаниях специалистов в конкретной предметной области. В химии такие системы применялись, в частности, для интерпретации масс-спектров и ИК-спектров (системы DENDRAL, MACSYMA).

Современный этап развития ИИ, приходящийся на 2020-е годы, связан с переходом к большим языковым моделям (Large Language Models, LLM) и генеративным нейронным сетям. Ключевым технологическим прорывом стала архитектура Transformer, предложенная в 2017 году исследователями компании Google (статья «Attention is All You Need», A. Vaswani et al.). Эта архитектура позволила обучать модели на колоссальных корпусах текстов и достигать качества, сопоставимого с человеческим, в задачах понимания и генерации естественного языка [Курьян, Петрушкевич, 2025].

В современной педагогической науке необходимо разграничивать понятия «информатизация» и «цифровизация» образования. Если *информатизация*, теоретические основы которой заложены в трудах И.В. Роберт [Роберт, 2010], предполагала внедрение средств ИКТ для автоматизации и визуализации традиционного учебного процесса (электронные учебники, презентации, тестовые оболочки), то современная *цифровизация* означает фундаментальную трансформацию образовательной парадигмы [Ванновская, 2025].

Переход к цифровизации в химическом образовании характеризуется

появлением интеллектуальных систем и больших языковых моделей (LLM), которые выступают не просто как средства хранения информации, а как когнитивные ассистенты. В условиях цифровизации учитель химии использует нейросети для анализа паттернов ошибок, генерации практико-ориентированных заданий ВПР и проектирования индивидуальных образовательных маршрутов, что требует формирования новых компетенций, в частности, промпт-инжиниринга [Хуторской, 2019].

В естественных науках, и в химии, в частности, ИИ перешёл из разряда вспомогательных инструментов в категорию полноценных научных инструментов. Можно выделить несколько направлений применения ИИ в современной химической науке:

- Хемоинформатика и предсказание свойств веществ. Алгоритмы машинного обучения применяются для предсказания физико-химических свойств соединений по их структуре (QSPR/QSAR-модели). Это позволяет существенно ускорить процесс разработки новых лекарственных препаратов, катализаторов, материалов с заданными свойствами.

- Дизайн молекул и материалов. Генеративные модели способны предлагать структуры молекул с заданными свойствами, что используется в фармацевтике и материаловедении. В 2020-х годах ИИ-системы, в частности AlphaFold от DeepMind, совершили прорыв в предсказании трёхмерной структуры белков по их аминокислотной последовательности.

- Автоматизация лабораторных исследований. Роботизированные лаборатории, управляемые ИИ, способны самостоятельно планировать и проводить химические эксперименты, анализируя результаты и корректируя условия синтеза.

- Анализ научной литературы. Инструменты на базе LLM позволяют проводить семантический анализ миллионов научных публикаций, выявлять скрытые взаимосвязи и формировать гипотезы.

Этот научный прогресс неизбежно влияет на образование. Переход ИИ в науку формирует новый запрос на содержание химического образования:

школьники должны не только усваивать фактологический материал, но и понимать принципы работы с цифровыми научными инструментами, уметь формулировать запросы к ИИ, критически оценивать получаемую информацию [Хуторской, 2019; Бурлакова, 2022]. ФГОС основного общего образования (приказ Минпросвещения России от 31.05.2021 № 287) [Приказ Минпросвещения России № 287, 2021] закрепляет необходимость формирования у обучающихся цифровой грамотности и компетенций работы с данными, что напрямую соотносится с задачами AI-грамотности (Artificial Intelligence – искусственный интеллект) [Хуторской, 2019].

Таким образом, переход ИИ в науку задаёт новые ориентиры для химического образования: от репродуктивного усвоения знаний — к формированию способности взаимодействовать с интеллектуальными системами как с инструментом познания.

1.2. Отечественные научные школы об информатизации естественнонаучного поиска и образования

Отечественная психолого-педагогическая наука имеет глубокие традиции в области информатизации образования. Можно выделить несколько ключевых научных школ и направлений, чьи идеи непосредственно применимы к анализу цифровизации химического образования.

1. Научная школа развивающего образования (В.В. Рубцов).

Основатель культурно-исторической психологии Л.С. Выготский [Выготский, 2008] заложил теоретические основы, которые были развиты в концепции развивающего образования Д.Б. Эльконина [Эльконин, 2020] и В.В. Давыдова [Давыдов, 2019]. В.В. Рубцов, продолжая эти традиции, разработал концепцию развивающего образования в цифровой среде [Рубцов, 2020; Забродин, Зинченко, Рубцов, 2021]. Согласно этой концепции, цифровые инструменты (включая ИИ) должны не упрощать учебную деятельность, а обеспечивать её полноценное развёртывание: постановку

учебной задачи, планирование, моделирование, преобразование, контроль и оценку. Применительно к химии это означает, что нейросеть не должна подменять обучающегося в решении задачи, а должна выступать как инструмент моделирования и диалога, помогающий выстроить собственную мыслительную деятельность.

2. Школа теории и методики информатизации образования (И.В. Роберт).

И.В. Роберт – один из основоположников научного направления «информатизация образования» в России. Ею разработаны теоретические основы использования средств ИКТ в обучении, включая принципы отбора, дидактического обоснования и методической интеграции цифровых инструментов [Роберт, 2010]. В своих работах 2020-х годов И.В. Роберт подчёркивает, что внедрение ИИ требует пересмотра не только средств, но и целей образования: на первый план выходят метапредметные компетенции, критическое мышление, умение работать с информацией [Роберт, 2021]. Для химического образования это означает, что использование нейросетей должно быть направлено на формирование умения ставить химические задачи, планировать эксперимент, анализировать данные.

3. Школа новых педагогических технологий (Е.С. Полат).

Е.С. Полат разработала теорию и методику использования современных педагогических технологий, включая метод проектов, дистанционное обучение, информационно-коммуникационные технологии [Полат, 2020]. Её работы показывают, что эффективность цифровых инструментов определяется не их технической сложностью, а педагогической целесообразностью и включённостью в целостную учебную деятельность [Селевко, 1998]. Для химии это означает, что ИИ-инструменты должны быть органично встроены в систему уроков, а не использоваться эпизодически как «аттракцион».

4. Школа дидактики и содержания образования (А.В. Хуторской).

А.В. Хуторской разработал эвристическую дидактику, в центре которой

– деятельность обучающегося по добыванию знаний [Хуторской, 2003; Хуторской, 2007]. В его работах подчёркивается, что цифровые инструменты должны обеспечивать эвристическую направленность обучения: обучающийся не получает готовое знание, а открывает его с помощью инструментов. Применительно к ИИ это означает использование нейросетей как «эвристических собеседников», которые помогают обучающемуся сформулировать гипотезу, проверить её, найти противоречия [Хуторской, 2019].

5. Школы методики преподавания химии.

Методика преподавания химии в России представлена работами Л.Л. Гузей, В.А. Смирнова, Н.Е. Кузнецовой, О.С. Габриеляна, Г.Е. Рудзитиса [Гузей, Сосногоров, 2019; Смирнов, 2020; Кузнецова, 2021; Габриелян, 2023; Рудзитис, Фельдман, 2023]. Эти учёные заложили основы системно-деятельностного подхода к обучению химии, разработали методику формирования химических понятий, экспериментальных умений, расчётных навыков. Современные исследователи (В.В. Сосногоров, А.А. Смышляева и др.) развивают эти традиции, интегрируя в методику цифровые инструменты [Вакушин, Клебанов, 2024; Бурлакова, 2022].

Общим для всех перечисленных школ является понимание того, что информатизация образования – это не просто замена одних средств другими, а качественное изменение образовательного процесса [Беспалько, 1995; Бешенков, 2002]. ИИ не заменяет учителя и не отменяет необходимости глубокого усвоения химических понятий. Напротив, он требует от учителя более высокого уровня методической подготовки, от обучающегося – более развитых компетенций критического мышления [Сластенин, Исаев, Шиянов, 2002; Андреев, 2003].

В контексте химического образования особенно важна идея системно-деятельностного подхода, закреплённая во ФГОС. ИИ-инструменты должны использоваться для организации разнообразной учебной деятельности: постановки проблем, планирования эксперимента, моделирования

химических процессов, решения расчётных задач, анализа информации.

1.3. Нормативно-правовое и этическое регулирование использования ИИ в российском образовательном пространстве.

Применение ИИ в российском образовании регулируется комплексом нормативно-правовых актов, охватывающих стратегические, отраслевые и специальные вопросы, дифференцированные по уровням.

1. Стратегический уровень.

Базовым документом является Указ Президента РФ от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» [Указ Президента РФ от 10.10.2019 № 490, 2019], которым была утверждена Национальная стратегия развития ИИ на период до 2030 года. В августе 2024 года был принят новый указ — № 1006 «Об утверждении Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года», который актуализировал приоритеты с учётом стремительного развития технологий. Стратегия прямо закрепляет задачу внедрения ИИ в систему образования, включая разработку образовательных программ, подготовку педагогов, создание инфраструктуры.

2. Отраслевой уровень.

Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» устанавливает общие требования к качеству образования, правам и обязанностям участников образовательных отношений. Внедрение ИИ не должно противоречить принципам гуманистического характера образования, обеспечения прав личности на получение качественного образования.

Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (приказ Минпросвещения России от 31.05.2021 № 287) закрепляет требования к результатам освоения основной образовательной программы, включая формирование цифровой грамотности, информационной культуры, компетенций работы с данными. Эти требования

создают правовую основу для использования ИИ-инструментов на уроках химии.

Ключевое значение имеет Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных». При использовании ИИ-сервисов учителя обязаны не допускать обработки персональных данных обучающихся без соблюдения требований закона. Это означает, что в промпты нельзя вводить фамилии обучающихся, их фотографии, точные результаты успеваемости, если сервис не обеспечивает должного уровня защиты данных и их локализации на территории РФ.

Важным документом является также Федеральный закон от 29.12.2010 № 436-ФЗ «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию», который устанавливает требования к информационной безопасности детей.

Минпросвещения России и подведомственные организации (ФИОКО, Институт стратегии развития образования) выпускают методические рекомендации по использованию цифровых инструментов в образовательном процессе [Методические рекомендации, 2022]. В частности, в 2023–2024 годах были опубликованы разъяснения по использованию ИИ-сервисов в школах, в которых подчёркивается необходимость:

- приоритетного использования отечественных ИИ-сервисов;
- обязательной верификации учителем любых сгенерированных ИИ материалов;
- недопустимости передачи ИИ функции выставления оценок;
- соблюдения академической честности при использовании ИИ обучающимися.

На международном уровне этические принципы использования ИИ в образовании сформулированы в документе ЮНЕСКО «Ethical Guidelines for AI in Education» (2021). Эти принципы включают человекоцентричность, прозрачность, справедливость, безопасность, конфиденциальность. Российская практика в целом следует этим принципам, адаптируя их к

национальным условиям.

Ключевые этические принципы использования ИИ в химическом образовании:

1. Принцип «человек в контуре» (Human-in-the-loop) [Курьян, Петрушкевич, 2025]. Учитель остаётся ответственным за содержание и качество учебного материала. ИИ – ассистент, а не субъект педагогической деятельности.

2. Принцип верификации. Любой химический контент (формулы, уравнения реакций, численные данные), сгенерированный ИИ, должен быть проверен учителем на корректность.

3. Принцип прозрачности. Обучающиеся должны знать, когда и в какой форме используется ИИ в учебном процессе.

4. Принцип академической честности. Использование ИИ обучающимися должно регулироваться правилами образовательной организации: ИИ может использоваться как инструмент для генерации идей, проверки гипотез, но не как средство подмены собственной учебной работы.

5. Принцип защиты данных. Недопустимость ввода в ИИ-сервисы персональных данных, конфиденциальной информации [Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ, 2006].

Таким образом, нормативно-правовая и этическая база применения ИИ в российском образовании сформирована и продолжает развиваться. Учитель химии, использующий ИИ-инструменты, обязан знать эту базу и соблюдать её требования.

Глава 2. Анализ инструментов и технологий ИИ

2.1. Инструменты искусственного интеллекта

Инструменты ИИ, применимые в химическом образовании, можно классифицировать по нескольким основаниям [Роберт, 2021]. Наиболее практически значимой является классификация по модальности обрабатываемой и генерируемой информации. В рамках данного исследования рассматриваются шесть ключевых нейросетевых моделей и сервисов: отечественные GigaChat (*Приложение А*) и Kandinsky (*Приложение Е*) (разработки Сбера), YandexGPT (*Приложение В*) и Shdevrum (*Приложение F*) (разработки Яндекса), а также зарубежные Qwen (*Приложение С*) (разработка Alibaba Cloud) и DeepSeek (*Приложение D*) (разработка DeepSeek AI).

Для систематизации инструментов ИИ, применимых в химическом образовании, предлагается многоуровневая классификация, основанная на трёх ключевых основаниях: педагогическом назначении, функциональных возможностях и этапах образовательного процесса [Роберт, 2021; Хуторской, 2019].

I. Классификация по педагогическому назначению

Данная классификация определяет, кто является основным пользователем инструмента ИИ в образовательном процессе.

1. Инструменты для учителя (преподавательский контур)

Направлены на поддержку профессиональной деятельности педагога: подготовку к урокам, разработку дидактических материалов, анализ результатов обучения.

Основные функции:

- генерация дидактических материалов (задач, упражнений, тестов, технологических карт уроков);
- анализ контрольно-измерительных материалов (КИМ) и выявление паттернов заданий ВПР;

- проверка и первичный анализ ученических работ (рефератов, эссе, расчётных задач);
- создание иллюстративных материалов для презентаций и раздаточных материалов;
- разработка дифференцированных заданий для учащихся разного уровня подготовки;
- подготовка сценариев внеурочных мероприятий и проектной деятельности.

Примеры сервисов: GigaChat [GigaChat, 2026], YandexGPT [YandexGPT, 2026], Kandinsky [Kandinsky, 2026].

2. Инструменты для ученика (учебный контур)

Направлены на поддержку самостоятельной учебной деятельности обучающегося.

Основные функции:

- объяснение химических понятий на доступном уровне с использованием аналогий;
- решение расчётных задач с пошаговым разбором; – подготовка к контрольным работам и ВПР;
- генерация идей для учебных проектов и исследований;
- тренировка навыков составления химических формул и уравнений реакций;
- адаптация сложных текстов учебника под индивидуальный уровень восприятия.

Примеры сервисов: GigaChat, YandexGPT, Qwen [Qwen, 2026], DeepSeek [DeepSeek, 2026].

3. Инструменты совместной деятельности (интерактивный контур)

Направлены на организацию взаимодействия «учитель – ученик», «ученик – ученик», «ученик – ИИ».

Основные функции: – организация групповой работы с использованием ИИ-генерированных кейсов; – проведение учебных

дискуссий, где ИИ выступает в роли «оппонента» или «эксперта»; – совместное редактирование и верификация сгенерированных материалов; – реализация проектной деятельности с использованием ИИ как консультанта; – развитие критического мышления через поиск ошибок в ответах ИИ.

Примеры сервисов: GigaChat, YandexGPT (в режиме диалога с несколькими пользователями).

II. Классификация по функциональным возможностям

Данная классификация определяет, **какие конкретные операции** может выполнять инструмент ИИ в контексте химического образования.

1. Генеративные инструменты

Создают новый контент на основе текстового запроса (промпта) (табл. 1).

Таблица 1. Классификация генеративных инструментов

Подтип	Возможности	Примеры использования в химии
Текстовая генерация	Создание текстов, задач, определений, сценариев	Генерация контекстных задач ВПР, составление конспектов, написание текстов для диктантов
Графическая генерация	Создание изображений по текстовому описанию	Иллюстрации лабораторного оборудования, портреты учёных, оформление проектов
Генерация кода	Создание программ для расчётов и визуализации	Написание скриптов для построения графиков растворимости, расчёта молярных масс

Примеры сервисов: GigaChat, YandexGPT, Qwen, DeepSeek (текстовая генерация); Kandinsky, Shedevrum (графическая генерация).

2. Аналитические инструменты

Обрабатывают и анализируют существующую информацию (табл. 2).

Таблица 2. Классификация аналитических инструментов

Подтип	Возможности	Примеры использования в химии
Анализ текста	Суммаризация, извлечение ключевых идей, проверка фактов	Анализ научных статей, выявление главной мысли в параграфе учебника
Анализ изображений	Распознавание объектов на фотографиях	Идентификация лабораторного оборудования на фото, анализ фотографий химических опытов
Анализ паттернов	Выявление устойчивых структур в данных	Анализ паттернов заданий ВПР, выявление типичных ошибок учащихся
Сравнительный анализ	Сопоставление объектов по заданным критериям	Сравнение свойств элементов одной группы/периода, сравнение методов получения веществ

Примеры сервисов: GigaChat Pro (анализ изображений), YandexGPT, Qwen-VL, DeepSeek.

3. Вычислительные инструменты

Выполняют математические и химические расчёты (табл. 3).

Таблица 3. Классификация вычислительных инструментов

Подтип	Возможности	Примеры использования в химии
Расчёт молярных масс	Вычисление M_r по химическим формулам	Расчёт молярной массы сульфата алюминия $Al_2(SO_4)_3$
Решение расчётных задач	Пошаговое решение задач на массовую долю, объём, количество вещества	Решение задач на массовую долю вещества в растворе
Стехиометрические расчёты	Расчёты по уравнениям химических реакций	Определение массы продукта реакции по массе исходного вещества

Выполнение кода	Запуск Python-скриптов для сложных вычислений	Построение графиков зависимости растворимости от температуры
------------------------	---	--

Примеры сервисов: GigaChat (с функцией выполнения кода), DeepSeek (особенно эффективен в STEM-расчётах), Qwen.

4. Коммуникативные инструменты

Обеспечивают взаимодействие с пользователем на естественном языке (табл. 4).

Таблица 4. Классификация коммуникативных инструментов

Подтип	Возможности	Примеры использования в химии
Диалоговые	Ведение беседы, ответы на вопросы	Объяснение темы «Окислительно-восстановительные реакции» в режиме диалога
Переводческие	Перевод химической терминологии	Перевод международных названий веществ (IUPAC) на русский язык
Адаптационные	Упрощение или усложнение текста	Адаптация текста научной статьи для уровня 8 класса
Речевые	Синтез и распознавание речи	Озвучивание теоретического материала, проверка произношения терминов

Примеры сервисов: GigaChat, YandexGPT (включая интеграцию с Алисой).

III. Классификация по этапам образовательного процесса

Данная классификация определяет, **на каком этапе урока или учебного цикла** применяется инструмент ИИ [Полат, 2020; Селевко, 1998].

1. Этап подготовки учителя к уроку (табл. 5)

Таблица 5. Инструменты ИИ для подготовки учителя к уроку

Инструмент	Назначение
GigaChat, YandexGPT	Разработка технологических карт уроков, планов-конспектов
Kandinsky, Shedevrum	Создание иллюстраций, оформление презентаций
GigaChat, YandexGPT	Генерация дидактических материалов (раздаточные карточки, задания для самостоятельной работы)

2. Этап мотивации и актуализации знаний (табл. 6)

Таблица 6. Инструменты ИИ для этапа мотивации и актуализации знаний

Инструмент	Назначение
GigaChat, YandexGPT	Генерация проблемных вопросов, создание занимательных химических фактов
Kandinsky	Создание художественных иллюстраций к историческим открытиям в химии
GigaChat	Подготовка контекстных задач с практическим содержанием

3. Этап изучения нового материала (табл. 7)

Таблица 7. Инструменты ИИ для этапа изучения нового материала

Инструмент	Назначение
GigaChat, YandexGPT,	Объяснение новых понятий, генерация аналогий и примеров
GigaChat Pro, Qwen-VL	Анализ изображений молекулярных структур, схем реакций
DeepSeek	Демонстрация цепочек логических рассуждений при выводе химических формул

4. Этап закрепления и применения знаний (табл. 8)

Таблица 8. Инструменты ИИ для этапа закрепления и применения знаний

Инструмент	Назначение
GigaChat, YandexGPT	Генерация тренировочных заданий разного уровня сложности
DeepSeek	Пошаговое решение расчётных задач с подробным объяснением
Kandinsky, Shedevrum	Создание визуальных опорных конспектов учащимися

5. Этап контроля и оценки (табл. 9)

Таблица 9. Инструменты ИИ для этапа контроля и оценки

Инструмент	Назначение
GigaChat, YandexGPT	Анализ паттернов заданий ВПР, создание тренировочных вариантов
GigaChat, YandexGPT	Первичная проверка ученических работ, выявление типичных ошибок
GigaChat, YandexGPT	Генерация критериев оценивания для заданий с развёрнутым ответом

6. Этап рефлексии и коррекции (табл. 10)

Таблица 10. Инструменты ИИ для этапа рефлексии и коррекции

Инструмент	Назначение
GigaChat, YandexGPT	Анализ результатов контрольных работ, выявление дефицитов
GigaChat, YandexGPT	Генерация индивидуальных заданий для устранения пробелов
GigaChat, YandexGPT	Подготовка рекомендаций для учащихся по дальнейшему изучению темы

IV. Классификация по уровню владения инструментом

Данная классификация определяет требуемый уровень компетенций пользователя для эффективного применения инструмента ИИ [Хуторской, 2019; Вакушин, Клебанов, 2024].

1. Базовый уровень (начинающий пользователь)

Характеристика: Пользователь способен формулировать простые

запросы, получать и использовать сгенерированный контент с минимальной адаптацией.

Типичные операции:

- запрос на объяснение понятия («Объясни, что такое моль»);
- генерация задачи по заданной теме («Сделай задачу на массовую долю»);
- создание простого изображения по описанию.

Примеры сервисов: GigaChat, YandexGPT, Kandinsky, Shedevrum (в бесплатных версиях).

2. Продвинутый уровень (опытный пользователь)

Характеристика: Пользователь владеет основами промпт-инжиниринга, способен составлять структурированные запросы с указанием роли, контекста, формата и ограничений.

Типичные операции:

- составление комплексного промпта для генерации заданий ВПР с практико-ориентированным контекстом;
- итеративное уточнение запросов для достижения нужного качества;
- верификация и редактирование сгенерированного контента.

Примеры сервисов: GigaChat Pro, YandexGPT, Qwen, DeepSeek.

3. Экспертный уровень (профессиональный пользователь)

Характеристика: Пользователь способен интегрировать инструменты ИИ в целостную методику преподавания, разрабатывать авторские промпты, комбинировать различные сервисы для решения сложных педагогических задач.

Типичные операции:

- разработка авторских методик использования ИИ на разных этапах урока;
- создание библиотек типовых промптов для различных педагогических задач;
- комплексный анализ образовательных результатов с использованием

ИИ-аналитики; — обучение коллег работе с ИИ-инструментами.

Примеры сервисов: Комбинация GigaChat + Kandinsky + DeepSeek для решения комплексных задач.

V. Сводная матрица инструментов ИИ

В таблице 1 представлена интегральная характеристика рассматриваемых нейросетевых сервисов по ключевым параметрам назначения и возможностей использования (табл. 11).

Таблица 11. Матрица инструментов ИИ по назначению и возможностям использования

Инструмент	Педагогическое назначение	Функциональные возможности	Этапы образовательного процесса	Уровень владения
GigaChat [GigaChat, 2026]	Учитель, ученик, совместная деятельность	Генерация текста, анализ изображений (Pro), выполнение кода, диалог	Все этапы	Базовый – экспертный
YandexGPT [YandexGPT, 2026]	Учитель, ученик, совместная деятельность	Генерация текста, мультимодальность, интеграция с поиском, речевой ввод	Все этапы	Базовый – экспертный
Qwen [Qwen, 2026]	Учитель, ученик	Генерация текста, анализ изображений (Qwen-VL), генерация кода	Подготовка, изучение, закрепление	Продвинутый – экспертный
DeepSeek [DeepSeek, 2026]	Учитель, ученик	Генерация текста, сложные расчёты, генерация кода, цепочки рассуждений	Подготовка, закрепление, контроль	Продвинутый – экспертный

Kandinsky [Kandinsky, 2026]	Учитель, ученик	Генерация изображений, стилизация, редактирование	Подготовка, мотивация, закрепление	Базовый – продвинутый
Shedevrum	Учитель, ученик	Генерация изображений и коротких видео, стилизация	Мотивация, закрепление, проект	Базовый

VI. Методический комментарий

Предложенная многоуровневая классификация позволяет учителю химии:

1. Осознанно выбирать инструменты ИИ в зависимости от конкретной педагогической задачи. Например, для генерации заданий ВПР оптимально использовать GigaChat или YandexGPT с развёрнутым промптом, а для оформления дидактических материалов – Kandinsky [Вакушин, Клебанов, 2024].

2. Выстраивать индивидуальную траекторию профессионального развития – от освоения базовых функций до уровня эксперта в области промпт-инжиниринга [Хуторской, 2019].

3. Интегрировать инструменты ИИ в различные этапы учебного процесса системно, а не эпизодически, что соответствует принципам педагогической целесообразности [Полат, 2020; Селевко, 1998].

4. Учитывать ограничения каждого инструмента — в частности, необходимость обязательной верификации химического контента, сгенерированного LLM [Курьян, Петрушкевич, 2025], и невозможность генерации химически точных молекулярных структур с помощью графических моделей [Фурс, 2023].

5. Обеспечивать соответствие требованиям нормативно-правовой базы, отдавая приоритет отечественным сервисам (GigaChat, YandexGPT, Kandinsky), соответствующим Федеральному закону № 152-ФЗ «О

персональных данных» [ФЗ «О персональных данных», 2006].

Таким образом, предложенная классификация представляет собой методический инструмент, позволяющий учителю химии системно ориентироваться в многообразии инструментов ИИ и осознанно применять их в профессиональной деятельности с учётом конкретных педагогических задач, этапов образовательного процесса и собственного уровня цифровой компетентности.

2.2. Анализ нейросетевых онлайн-сервисов

Для использования в российском образовании приоритетными являются отечественные нейросетевые сервисы, обеспечивающие локализацию данных на территории РФ и соответствующие требованиям ФСТЭК и ФСБ. Рассмотрим основные из них (табл. 12).

Таблица 12. Сравнительный анализ сервисов для химического образования:

Критерий	GigaChat	YandexGPT	Qwen	DeepSeek	Kandinsky	Shedevrum
Страна разработки	Россия	Россия	Китай	Китай	Россия	Россия
Тип модели	LLM	LLM	LLM	LLM	Текст-в-изображение	Текст-в-изображение
Качество работы с химической терминологией	Высокое	Высокое	Высокое	Высокое	—	—
Понимание контекста школьной программы	Высокое	Высокое	Среднее	Среднее	—	—
Возможность генерации задач	Высокое	Высокое	Высокое	Высокое	—	—
Генерация изображений	—	—	—	—	Высокое	Высокое

Продолжение таблицы 12.

Соответствие требованиям 152-ФЗ «О персональных данных» (обеспечивающий защиту прав и свобод человека, в том числе права на неприкосновенность частной жизни, личную и семейную тайну)	Да	Да	Нет	Нет	Да	Да
Доступность для пользователей	Да (есть образовательные тарифы)	Да	Частично (через API и веб-интерфейс)	Частично (через API и веб-интерфейс)	Да (через экосистему Сбера)	Да (бесплатный доступ)

1. Качество работы с химической терминологией.

– Qwen (разработка Alibaba Cloud, Китай) – большая языковая модель с высококачественной проработкой естественнонаучной и технической лексики. Демонстрирует уверенное владение химической номенклатурой (IUPAC), формулами и уравнениями реакций. Качество работы с химической терминологией – высокое.

– DeepSeek (разработка DeepSeek AI, Китай) – модель, специализированная на STEM-областях. Особо выделяется качеством математических и естественнонаучных рассуждений (модели серии DeepSeek-R1). Химическая терминология обрабатывается на высоком уровне.

2. Понимание контекста школьной программы.

– Qwen и DeepSeek – модели обучены преимущественно на англоязычных и китайскоязычных корпусах данных. Российская школьная программа по химии (ФГОС, учебники Габриеляна, Рудзитиса/Фельдмана) им знакома в ограниченной степени. При генерации заданий для 8 класса требуется дополнительная адаптация учителем: проверка соответствия изученным темам, терминологии, уровню сложности. Поэтому понимание контекста российской школьной программы оценивается как среднее.

3. Возможность генерации задач.

– Обе модели демонстрируют высокие способности к генерации учебных задач, включая расчётные и контекстные. DeepSeek особенно сильна в задачах, требующих цепочки логических рассуждений (Chain-of-Thought), что делает её эффективной для создания задач повышенного уровня сложности.

4. Генерация изображений.

– Qwen имеет мультимодальные версии (Qwen-VL), предназначенные для анализа изображений, но не для их генерации. Специализированных генеративно-графических моделей в линейке Qwen, сопоставимых с Kandinsky или Shidevrum, нет.

– DeepSeek – исключительно текстовая (и кодовая) модель, генерация

изображений не предусмотрена.

5. Соответствие требованиям 152-ФЗ.

– Qwen и DeepSeek – зарубежные сервисы (Китай). Обработка данных происходит на серверах, расположенных за пределами Российской Федерации. Локализация персональных данных на территории РФ не обеспечивается, что не соответствует требованиям ст. 18 Федерального закона от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных». Использование этих сервисов в российском образовательном процессе с вводом персональных данных обучающихся не допускается.

6. Доступность для школ.

– Qwen и DeepSeek доступны через веб-интерфейсы и API, имеют бесплатные тарифные планы. Однако специализированных образовательных тарифов для российских школ (аналогичных тарифам Сбера для GigaChat или Яндекса для YandexGPT) не предусмотрено. Доступ — частичный, без институциональной поддержки для образовательных организаций.

Анализ таблицы показывает, что для использования в российском школьном химическом образовании приоритет имеют отечественные сервисы GigaChat и YandexGPT, которые:

- соответствуют требованиям 152-ФЗ о локализации персональных данных;
- имеют специализированные образовательные тарифы;
- лучше понимают контекст российской школьной программы и ФГОС.

Зарубежные модели Qwen и DeepSeek могут рассматриваться как дополнительные инструменты для решения узкоспециализированных задач (например, сложных расчётных задач с цепочкой рассуждений), однако их применение в школьной практике ограничено этическими и правовыми нормами и требует обязательной предварительной проверки с руководством образовательной организации на предмет соответствия политике информационной безопасности школы.

Проблемы и ограничения.

Все существующие LLM имеют ряд ограничений, критичных для химического образования:

- «галлюцинации» — генерация химически некорректной информации (несуществующих веществ, несбалансированных уравнений реакций, ошибочных численных данных);
- устаревание знаний — модели обучаются на данных с определённой датой отсечения и могут не знать новейших научных фактов;
- ограничения в расчётах — LLM не являются калькуляторами и могут допускать арифметические ошибки;
- проблемы с форматированием химических формул — некорректное отображение индексов, стехиометрических коэффициентов.

Эти ограничения подчёркивают необходимость обязательной верификации учителем любого сгенерированного химического контента.

2.3 Понятие «промт»

Промт (от англ. prompt – подсказка, запрос, побуждение) – это текстовое сообщение, направляемое пользователем к модели ИИ с целью получения желаемого результата. Промт является основным интерфейсом взаимодействия человека с современными LLM [Хуторской, 2019].

Качество ответа ИИ в значительной степени определяется качеством промта. Это направление получило название промт-инжиниринг (prompt engineering) – искусство и наука составления эффективных запросов к ИИ [Хуторской, 2019; Вакушин, Клебанов, 2024].

Структура эффективного образовательного промта включает несколько компонентов:

1. Прикладывать верифицированный контент (учебники и пособия, соответствующие нормам ФГОС)
2. Учитывать анатомию промта:
 1. Роль (Persona). Задание модели определённой профессиональной роли позволяет получить ответ в нужной стилистике и с нужным уровнем

экспертизы.

Пример: «Действуй как опытный учитель химии с 20-летним стажем, работающий в 8 классе по программе О.С. Gabrielyana...»

2. Контекст (Context). Описание ситуации, в которой будет использоваться результат.

Пример: «...учащиеся 8 класса только что изучили тему "Массовая доля элемента в соединении" и имеют первичные навыки решения расчётных задач...»

3. Задача (Task). Чёткая формулировка того, что нужно сделать.

Пример: «...Составь три задачи разного уровня сложности по теме "Массовая доля элемента в соединении"...»

4. Формат (Format). Требования к оформлению результата.

Пример: «...Оформи результат в виде таблицы: условие задачи, решение, ответ. В решении укажи формулы и пошаговые вычисления...»

5. Ограничения (Constraints). Дополнительные условия, которые должна соблюдать модель.

Пример: «...Не используй в условиях задач вещества, не изученные в 8 классе. Избегай токсичных и опасных веществ. Числовые данные должны давать "круглые" ответы...»

6. Примеры (Few-shot examples). Предоставление образцов желаемого результата существенно повышает качество генерации.

Пример: «Образец задачи: Вычисли массовую долю кислорода в оксиде алюминия Al_2O_3 . Решение: $\text{Mr}(\text{Al}_2\text{O}_3) = 27 \cdot 2 + 16 \cdot 3 = 102$. $\omega(\text{O}) = (3 \cdot 16) / 102 = 0,47 = 47\%$. Ответ: 47%...»

7. Цепочка рассуждений (Chain of Thought). Требование к модели рассуждать пошагово повышает точность, особенно в расчётных задачах.

Пример: «...Рассуждай пошагово, указывая каждый этап вычислений...»

Типы промптов по педагогическому назначению:

1. Промпты для генерации дидактических материалов:

– создание задач, упражнений, тестов;

- разработка технологических карт уроков;
- составление планов-конспектов;
- генерация вопросов для фронтального опроса.

2. Промпты для объяснения материала:

- адаптация текста под уровень обучающихся;
- объяснение понятий через аналогии;
- создание мнемотехнических приёмов;
- генерация примеров и иллюстраций.

3. Промпты для анализа и оценки:

- анализ ученических работ;
- выявление типичных ошибок;
- составление критериев оценивания;
- анализ КИМ.

4. Промпты для развития критического мышления:

- постановка проблемных вопросов;
- генерация «ловушек» и контраргументов;
- создание ситуаций выбора.

Типичные ошибки при составлении промптов:

1. Недостаточная конкретизация. Запрос «Сделай задачу по химии» даёт непредсказуемый результат.

2. Отсутствие контекста. Модель не знает, для какого класса, какой темы, с какими ограничениями.

3. Противоречивые требования. Например, требование одновременно простоты и высокого уровня сложности.

4. Игнорирование ограничений модели. Запрос на точные химические расчёты без верификации.

5. Отсутствие примеров. Модель может интерпретировать задачу иначе, чем предполагает учитель.

Промпт-инжиниринг как профессиональная компетенция учителя.

В современных условиях умение составлять эффективные промпты

становится важной составляющей профессиональной компетентности учителя химии. Это требует не только технического навыка, но и глубокого понимания предмета, методики, возрастных особенностей обучающихся. Учитель, владеющий пром프트-инжинирингом, способен превратить ИИ из источника случайного контента в точный инструмент решения педагогических задач.

Глава 3. Практико-ориентированные подходы к внедрению инструментов ИИ в школьный курс химии

3.1. Анализ и выявление паттернов заданий ВПР по химии (8 класс) с помощью нейросетей

Всероссийские проверочные работы (ВПР) по химии в 8 классе проводятся в рамках мониторинга качества образования. Структура и содержание ВПР определяются ФИОКО (Федеральным институтом оценки качества образования) на основе ФГОС основного общего образования.

Содержание ВПР по химии для 8 класса охватывает следующие содержательные линии:

- первоначальные химические понятия (вещество, атом, молекула, химический элемент, валентность, атомная масса, моль, молярная масса);
- методы познания в химии (наблюдение, эксперимент, измерение);
- вещество (чистые вещества и смеси, состав вещества, химическая формула);
- химическое изменение вещества (физические и химические явления, законы сохранения массы);
- решение расчётных задач (массовая доля элемента в соединении, массовая доля вещества в растворе).

Типовая структура ВПР включает задания базового и повышенного уровней сложности:

- задания с выбором ответа / на установление соответствия;
- задания с кратким ответом;
- задания с развёрнутым ответом (расчётные задачи, объяснение химических явлений).

Классификация заданий по форме:

1. Задания с визуальным компонентом включают работу с рисунками, схемами, изображениями лабораторного оборудования и химических процессов. Такие задания проверяют умение распознавать химические

объекты и явления по их графическому изображению [ФИОКО, 2026].

2. Задания табличного типа предполагают работу с таблицами растворимости, периодической системой химических элементов, таблицами физических величин. Они направлены на оценку умения извлекать и анализировать информацию из справочных материалов.

3. Расчётные задачи требуют выполнения математических вычислений с использованием химических формул и законов. Данные задания проверяют сформированность умений применять количественные характеристики веществ.

4. Задания на установление соответствия проверяют умение устанавливать связи между химическими понятиями, веществами и областями их применения.

Классификация заданий по содержанию:

1. Задания репродуктивного уровня требуют воспроизведения изученного материала: химических формул, определений, правил безопасности.

2. Задания прикладного уровня включают практико-ориентированные задачи, связанные с повседневной жизнью, что соответствует требованиям ФГОС ООО о формировании функциональной грамотности [Приказ Минпросвещения России № 287, 2021].

3. Задания аналитического уровня предполагают объяснение химических явлений, обоснование выбора ответа, анализ причинно-следственных связей.

4. Задания прогностического уровня требуют предсказания свойств веществ на основе их положения в периодической системе или состава.

Под паттерном понимается устойчивая структура задания, включающая: проверяемое содержание, тип мыслительной операции, формат ответа, типичные «ловушки», уровень сложности.

Выявление паттернов позволяет учителю:

– систематизировать банк заданий;

- выявить дефициты в собственном фонде оценочных средств;
- целенаправленно готовить обучающихся к ВПР;
- создавать сбалансированные варианты контрольных работ.

Методика анализа паттернов с помощью нейросетей:

Шаг 1. Подготовка материала.

Учитель собирает банк заданий ВПР по химии за несколько лет (открытые банки заданий ФИОКО, варианты прошлых лет).

Шаг 2. Формулировка промпта для анализа.

Пример промпта:

«Действуй как эксперт ФИОКО по химии с опытом составления контрольно-измерительных материалов. Проанализируй приведённые ниже задания ВПР по химии для 8 класса. Для каждого задания определи:

1. Проверяемое содержание (конкретное понятие или умение).
2. Тип мыслительной операции (узнавание, воспроизведение, применение, анализ, синтез).
3. Формат ответа.
4. Типичные ошибки обучающихся и «ловушки».
5. Уровень сложности (базовый / повышенный).

Представь результат в виде таблицы. В конце сделай обобщение: какие содержательные линии представлены наиболее полно, какие — недостаточно; какие типы мыслительных операций доминируют».

Пример:

Приветствую, коллега. Как эксперт ФИОКО, принимающий участие в разработке и апробации контрольно-измерительных материалов (КИМ) для основной школы, я проанализировал демоверсию ВПР по химии для 8 класса (2026 год).

Данная работа составлена в строгом соответствии с требованиями Федеральной образовательной программы (ФОП) основного общего образования и отражает переход к оценке не только предметных знаний, но и элементов химической грамотности и лабораторной компетентности.

Ниже представлен детальный психолого-педагогический и предметный анализ каждого задания (табл. 13).

Таблица 13. Экспертный анализ заданий ВПР по химии (8 класс)

№ задания	Проверяемое содержание (умение)	Тип мыслительной операции	Формат ответа	Типичные ошибки и «ловушки»	Уровень сложности
1.1, 1.2	Различение чистых (индивидуальных) веществ и смесей. Умение читать химические формулы.	Узнавание, Анализ (визуальный анализ объектов).	Краткий (номер рисунка; название + формула).	Ловушка: принятие однородных смесей (растворов) за чистые вещества. Ошибки: написание формул простых веществ в виде атомов (О вместо O ₂ для воздуха).	Базовый (Б)
2.1, 2.2 (Вариант 1 и 2)	Различение химических и физических явлений. Признаки химических реакций.	Узнавание, Анализ (сравнение, выявление признаков).	Краткий (номер/процесс, обоснование, признак).	Ловушка: принятие кипения (физ. явление) за выделение газа (хим. признак). Ошибки: размытые формулировки признаков («изменилось», вместо «выпал осадок»).	Базовый (Б)

Продолжение таблицы 13

3.1, 3.2	Вычисление молярной массы. Сравнение плотности газов с воздухом (условие плавучести).	Применение, Анализ (установление причинно-следственных связей).	Таблица; краткий с обоснованием.	Ошибки: арифметические ошибки; незнание $M(\text{возд})=29$ г/моль; путаница «легче/тяжелее».	Базовый (Б)
4.1 – 4.4	Строение атома. Навигация по ПСХЭ. Металлы/не металлы. Составление формул высших оксидов.	Применение, Синтез (составление целого из частей по алгоритму).	Развернутая таблица.	Ловушка: использование побочной подгруппы вместо главной. Ошибки: неверное определение валентности для оксидов (напр., Mg_2O_2 вместо MgO).	Базовый (Б)
5.1, 5.2	Вычисление массовой доли вещества в смеси/растворе. Межпредметные связи (биология, ЗОЖ).	Применение (в контексте функциональной грамотности).	Краткий (расчет, ответ).	Ошибки: использование данных не того сока; неперевод процентов в десятичную дробь; ошибки в вычислении доли от целого.	Базовый (Б)

Продолжение таблицы 13

6.1	Химическая номенклатура. Формулы простых и сложных веществ.	Воспроизведение, Применение.	Краткий (последовательность формул).	Ошибки: Cl вместо Cl ₂ ; AlSO ₄ вместо Al ₂ (SO ₄) ₃ (неверные индексы).	Базовый (Б)
6.2	Физические свойства неметаллов (на примере хлора).	Узнавание, Воспроизведение.	Краткий (название/формула).	Ловушка: путаница с другими газообразными неметаллами или оксидами (NO ₂ , Br ₂).	Базовый (Б)
6.3	Классификация неорганических соединений (кислоты, соли, оксиды).	Узнавание, Классификация.	Краткий (формула, класс).	Ошибки: отнесение H ₂ SO ₄ к солям или Al ₂ (SO ₄) ₃ к кислотам.	Базовый (Б)
6.4	Вычисление массовой доли элемента в сложном соединении.	Применение (алгоритмические действия).	Краткий (расчет, ответ).	Ошибки: неверный подсчет атомов кислорода (напр., 3×4=12, а пишут 3 или 4); ошибки в молярной массе.	Повышенный (П)

Продолжение таблицы 13

6.5	Понятие «моль». Связь m , M , n , N .	Применение (расчетные задачи).	Краткий (расчет, ответ).	Ловушка: использование $A_r(H)=1$ вместо $M(H_2)=2$ г/моль. Ошибки: незнание числа Авогадро.	Повышенный (П)
7.1	Составление химических уравнений по словесной схеме.	Применение, Синтез.	Развернутый (уравнения реакций).	Ошибки: не расставлены коэффициенты; неверные формулы продуктов ($AlSO_4$).	Повышенный (П)
7.2	Классификация реакций по количеству/составу веществ.	Анализ, Воспроизведение (определение понятия).	Краткий (тип, объяснение).	Ошибки: верный тип, но некорректное/отсутствующее определение; путаница замещения и обмена.	Повышенный (П)
7.3	Лабораторное оборудование. Способы сбора газов (отн. плотности, растворимость).	Анализ, Применение (экспериментальные умения).	Краткий (номер, метод, объяснение).	Ловушка: выбор сбора вытеснением воздуха вверх дном для H_2 . Ошибки: отсутствие в объяснении упоминания плотности газа.	Повышенный (П)

8	Области применения изученных веществ.	Узнавание, Воспроизведение (связь химии с жизнью).	Краткий (цифровая последовательность).	Ошибки: путаница в применении Al (авиация) и Cu (провода/сплавы).	Базовый (Б)
9	Правила техники безопасности в химической лаборатории.	Узнавание, Анализ (оценка ситуаций).	Краткий (цифровая последовательность).	Ловушка: выбор варианта «кислоту лить в воду» (верно) vs «воду в кислоту» (неверно, опасно).	Базовый (Б)

Обобщающее экспертное заключение:

1. Содержательные линии: баланс и охват

Работа демонстрирует высокую валидность и полное соответствие кодификатору ФОП для 8 класса.

Наиболее полно представлены:

1) *Первоначальные химические понятия* (смеси, явления, формулы, номенклатура) — охвачено в заданиях 1, 2, 6.

2) *Периодический закон и строение атома* — глубоко и многоаспектно проверено в задании 4.

3) *Химические реакции* (уравнения, типы, признаки) — задания 2, 7.

4) *Расчетные задачи* (молярная масса, массовая доля, моль) — задания 3, 5, 6.4, 6.5.

5) *Экспериментальные умения и безопасность* — задания 7.3, 9.

Представлены недостаточно (или отсутствуют, что обусловлено рамками 8 класса):

Генетическая связь между классами неорганических соединений (цепочки превращений). В ВПР 8 класса это проверяется лишь косвенно через составление уравнений в задании 7.1. Полноценные цепочки — это уже

прерогатива ВПР 9 класса.

Теория электролитической диссоциации (ТЭД). В 8 классе по новой ФОП она только начинается, поэтому в работе представлены только молекулярные уравнения и классификация веществ, без ионных уравнений и условий протекания реакций между растворами.

2. Доминирующие типы мыслительных операций

Доминируют: «Воспроизведение» и «Применение» (около 70% объема). Работа требует от обучающегося уверенного владения алгоритмами: расчет по формуле, составление уравнения, навигация по Таблице Менделеева, написание формул по валентности. Это фундамент химической грамотности.

Присутствуют: «Узнавание» и «Анализ» (около 25%). Они реализованы через визуальные стимулы (рисунки в заданиях 1, 2, 7.3) и необходимость различать понятия (чистое вещество/смесь, физическое/химическое явление).

Минимально представлен: «Синтез». Элементы синтеза есть только в задании 7 (составление уравнения из словесной схемы и аргументация его типа), так как для 8 класса это потолок когнитивной нагрузки.

3. Тренды и инновации модели 2026 года

Функциональная грамотность: Задание 5 (про яблочный сок и углеводы) — отличный пример интеграции химии с биологией и повседневной жизнью. Обучающийся должен не просто решить задачу на массовую долю, но и интерпретировать результат в контексте здоровья.

Практико-ориентированность: Задание 7.3 проверяет не просто знание факта «водород легкий», а умение *спроектировать* лабораторный опыт (выбрать прибор и метод сбора), что сближает ВПР с реальными требованиями к выпускнику.

Вариативность: Наличие альтернативных заданий (2.1/2.2, 6.5) позволяет ФИОКО эффективно бороться со списыванием и формирует разные по структуре варианты для разных регионов, не снижая общей сложности.

Резюме: Демоверсия 2026 года — это крепкий, методически

выверенный инструмент. Он не содержит противоречий или олимпиадных ловушек, но жестко отсеивает обучающихся, имеющих пробелы в базовой номенклатуре, арифметике и понимании сути химических явлений. Успешное выполнение работы требует не механической зубрежки, а сформированности устойчивых химических понятий.

Шаг 3. Интерпретация результатов.

Нейросеть выдаёт структурированный анализ, который учитель верифицирует и дополняет собственным экспертным мнением.

Пример результатов анализа (обобщённый).

Анализ показывает, что в ВПР по химии для 8 класса устойчиво представлены следующие паттерны:

Паттерн 1. «Различение физических и химических явлений».

Задания базового уровня, проверяющие умение классифицировать явления. Типичная «ловушка» — включение процессов, которые на первый взгляд выглядят как химические, но являются физическими (например, растворение сахара в воде), или наоборот.

Паттерн 2. «Вычисление массовой доли элемента в соединении».

Задания базового уровня с кратким ответом. Проверяют умение вычислять относительную молекулярную массу и массовую долю. Типичные ошибки: неверное определение индексов в формуле, арифметические ошибки, неверное округление.

Паттерн 3. «Составление формул по валентности».

Задания базового уровня. Проверяют знание валентности химических элементов и умение составлять формулы бинарных соединений. Типичная «ловушка» — элементы с переменной валентностью (железо, медь).

Паттерн 4. «Расчётная задача повышенного уровня».

Задания с развёрнутым ответом. Проверяют умение решать задачи на массовую долю вещества в растворе, на вывод формулы вещества. Типичные ошибки: неверное составление пропорции, отсутствие единиц измерения, неполный ответ.

Паттерн 5. «Характеристика химического элемента по положению в Периодической системе».

Задания на установление соответствия или с кратким ответом. Проверяют знание структуры Периодической системы и умение определять число протонов, нейтронов, электронов, распределение по электронным слоям.

Выявленные паттерны позволяют учителю:

- сбалансировать собственный банк заданий, включив недостающие типы;
- целенаправленно отрабатывать с обучающимися «ловушки»;
- создавать тренировочные варианты, максимально приближенные к реальным ВПР;
- использовать ИИ для генерации заданий, соответствующих выявленным паттернам.

Таким образом, нейросети выступают эффективным инструментом систематизации и анализа дидактических материалов, экономя значительные временные ресурсы учителя.

3.2 Методика создания заданий ВПР по химии (8 класс) повышенного уровня сложности с помощью промпта

Задания повышенного уровня сложности в ВПР по химии для 8 класса требуют от обучающихся не просто воспроизведения знаний, а их применения в изменённой или новой ситуации, проведения расчётов, установления причинно-следственных связей, развёрнутого обоснования ответа. Создание таких заданий вручную требует от учителя значительных временных и интеллектуальных затрат. Использование ИИ позволяет существенно ускорить этот процесс при сохранении качества.

Алгоритм создания заданий повышенного уровня с помощью ИИ:

Шаг 1. Определение темы и типа задания.

Учитель определяет, по какой теме и какого типа задание необходимо

создать. Для 8 класса это, как правило:

- расчётные задачи на массовую долю элемента в соединении;
- расчётные задачи на массовую долю вещества в растворе;
- задачи на вывод химической формулы вещества;
- задания на объяснение химических явлений с развёрнутым ответом;
- задания на составление уравнений реакций с объяснением.

Шаг 2. Формулировка базового промпта.

Промпт должен включать все компоненты эффективного запроса: роль, контекст, задачу, формат, ограничения, примеры.

Пример промпта для создания расчётной задачи:

«Действуй как эксперт ФИОКО по составлению контрольно-измерительных материалов по химии для 8 класса. Создай задание повышенного уровня сложности по теме "Массовая доля вещества в растворе. Приготовление раствора заданной концентрации".

Требования к заданию:

1. Задание должно иметь практико-ориентированный контекст (медицина, сельское хозяйство, быт, промышленность).
2. Условие должно быть сформулировано чётко, без избыточных данных.
3. Числовые данные должны давать "круглые" или легко вычисляемые ответы.
4. Задание должно предполагать развёрнутый ответ с записью решения.
5. Максимальный балл за задание – 3.

Формат ответа:

- Текст задания.
- Пошаговое решение с формулами и вычислениями.
- Ответ.
- Критерии оценивания: 3 балла — верно решено, 2 балла — есть одна недочёт, 1 балл — есть часть решения, 0 баллов — решение неверно или отсутствует.

Ограничения:

- Используй только вещества, изученные в 8 классе.
- Избегай токсичных и опасных веществ.
- Не используй термины, не изученные в 8 классе.

Образец аналогичной задачи: Для приготовления раствора хлорида натрия массой 200 г с массовой долей соли 5% взяли 10%-ный раствор хлорида натрия и воду. Вычисли массы 10%-ного раствора и воды, необходимые для приготовления заданного раствора.»

Шаг 3. Итеративное уточнение.

Если первый вариант задания не удовлетворяет учителя, следует уточнить промпт:

- «Упрости математический аппарат, оставь только базовые пропорции»;
- «Замени контекст на медицинский»;
- «Добавь второй вопрос о практических действиях по приготовлению раствора»;
- «Сделай числовые данные другими, чтобы ответ был 150 г и 50 г».

Шаг 4. Верификация.

Учитель обязательно:

- решает задачу самостоятельно, проверяя численный ответ;
- проверяет химическую корректность условия;
- проверяет соответствие уровню 8 класса;
- проверяет соответствие критериям ВПР.

Шаг 5. Апробация.

Задание предлагается обучающимся, анализируются результаты выполнения, при необходимости корректируется.

Примеры сгенерированных заданий ВПР:

Задание 1 (работа с визуальным материалом)

Условие:

Внимательно рассмотрите предложенные рисунки. Укажите номер рисунка, на котором изображён процесс, относящийся к химическим явлениям.



Рисунок 1. Таяние снега



Рисунок 2. Горение свечи



Рисунок 3. Кипение воды

Химическое явление изображено на рисунке: _____

Обоснуйте свой выбор:

Укажите один признак, по которому можно определить протекание химической реакции на выбранном рисунке:

Решение:

Правильный ответ: рисунок 2 (горение свечи).

Обоснование: При горении свечи происходит химическая реакция, в результате которой парафин (углеводород) взаимодействует с кислородом воздуха, образуя новые вещества — углекислый газ и воду.

Признак химической реакции: выделение света и тепла, изменение цвета фитиля (обугливание), образование новых веществ.

Критерии оценивания:

Критерий	Баллы
Правильно указан рисунок с химическим явлением (2)	1
Дано верное обоснование выбора (указано на образование новых веществ)	1
Указан правильный признак химической реакции	1
Максимальный балл	3

Задание 2 (практико-ориентированное с таблицей)**Условие:**

Для приготовления раствора для полоскания горла при простуде необходимо приготовить 200 г раствора соды с массовой долей гидрокарбоната натрия 2%.

2.1. Рассчитайте массу соды (гидрокарбоната натрия), необходимую для приготовления данного раствора.

Решение:

Ответ: _____ г

2.2. Какую массу воды необходимо взять для приготовления этого раствора?

Решение:

Ответ: _____ г

2.3. Опишите последовательность действий при приготовлении данного раствора в домашних условиях:

Решение:

$$2.1. m(\text{NaHCO}_3) = m(\text{раствора}) \times \omega(\text{NaHCO}_3) = 200 \text{ г} \times 0,02 = 4 \text{ г}$$

$$2.2. m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{раствора}) - m(\text{NaHCO}_3) = 200 \text{ г} - 4 \text{ г} = 196 \text{ г}$$

2.3. Последовательность действий:

1. Отмерить 4 г соды с помощью весов или чайной ложки (без горки)
2. Отмерить 196 мл воды (примерно 1 стакан)
3. Влить воду в чистую ёмкость
4. Добавить соду в воду
5. Размешивать до полного растворения соды

Критерии оценивания:

Критерий	Баллы
Правильно рассчитана масса соды (4 г) с приведением расчёта	1
Правильно рассчитана масса воды (196 г) с приведением расчёта	1
Правильно описана последовательность действий (не менее 3 шагов)	1
Максимальный балл	3

Задание 3 (работа с периодической системой)

Условие:

Даны два химических элемента: X и Y. Известно, что в атоме элемента X содержится 8 протонов, а в атоме элемента Y — 13 электронов.

3.1. Используя Периодическую систему химических элементов Д.И. Менделеева, определите химические элементы X и Y и запишите их названия:

Элемент X: _____

Элемент Y: _____

3.2. Заполните таблицу:

Элемент	Номер периода	Номер группы	Металл / неметалл	Заряд ядра атома
X				
Y				

3.3. Составьте формулу соединения, которое образуют эти элементы между собой:

Формула: _____

Решение:

3.1. Элемент X: Кислород (O), так как порядковый номер равен числу протонов = 8
Элемент Y: Алюминий (Al), так как порядковый номер равен числу электронов = 13

3.2. Таблица:

Элемент	Номер периода	Номер группы	Металл / неметалл	Заряд ядра атома
X	2	VI (16)	Неметалл	+8
Y	3	III (13)	Металл	+13

3.3. Формула соединения: Al_2O_3 (оксид алюминия)

Критерии оценивания:

Критерий	Баллы
Правильно определены оба элемента (X и Y)	1
Правильно заполнена таблица для элемента X (все 4 параметра)	1
Правильно заполнена таблица для элемента Y (все 4 параметра)	1
Правильно составлена формула соединения (Al_2O_3)	1
Максимальный балл	4

Задание 4 (на установление соответствия с объяснением)

Условие:

Установите соответствие между веществом и его характеристикой. К каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент из второго столбца.

Вещество	Характеристика
А) дистиллированная вода	1) смесь газов
Б) воздух	2) чистое вещество, сложное
В) медная проволока	3) чистое вещество, простое
Г) молоко	4) однородная смесь
	5) неоднородная смесь

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г

Объясните свой выбор для вещества Г (молоко):

Решение:

Правильное соответствие: А — 2 (дистиллированная вода — чистое вещество, сложное, так как состоит из атомов двух элементов: Н и О) Б — 1 (воздух — смесь газов: азота, кислорода, углекислого газа и др.) В — 3 (медная проволока — чистое вещество, простое, состоит из атомов одного элемента

Cu) Г — 5 (молоко — неоднородная смесь, так как содержит жир, белки, углеводы, воду и другие компоненты)

Ответ: 2135

Объяснение для молока: Молоко является неоднородной смесью, потому что содержит различные компоненты (жировые капли, белки, лактозу, минеральные вещества), которые неравномерно распределены и могут быть разделены физическими методами (отстаиванием, центрифугированием).

Критерии оценивания:

Критерий	Баллы
Правильно установлено соответствие (код ответа 2135)	1
При одной ошибке в коде ответа	1
Дано верное объяснение выбора для молока с указанием на неоднородность	1
Максимальный балл	3

Задание 5 (расчётное с молярной массой)

Условие:

В таблице приведены названия и химические формулы некоторых веществ, используемых в медицине.

№ п/п	Название вещества	Формула	Молярная масса, г/моль
1	Аспирин	$C_9H_8O_4$	
2	Глюкоза	$C_6H_{12}O_6$	
3	Поваренная соль	NaCl	

5.1. Используя Периодическую систему химических элементов Д.И. Менделеева, вычислите молярные массы каждого из веществ и запишите полученные данные в таблицу.

5.2. Какое из приведённых веществ содержит наибольшее число атомов в одной молекуле? Укажите номер вещества.

Ответ: _____

Обоснуйте свой выбор:

5.3. Рассчитайте, сколько молей глюкозы содержится в 18 г этого вещества.

Решение:

Ответ: _____ моль

Решение:

5.1. Расчёт молярных масс:

- $M(C_9H_8O_4) = 9 \times 12 + 8 \times 1 + 4 \times 16 = 108 + 8 + 64 = 180 \text{ г/моль}$
- $M(C_6H_{12}O_6) = 6 \times 12 + 12 \times 1 + 6 \times 16 = 72 + 12 + 96 = 180 \text{ г/моль}$
- $M(NaCl) = 23 + 35,5 = 58,5 \text{ г/моль}$

5.2. Ответ: 2 (глюкоза) или 1 (аспирин) — оба содержат 24 атом

Обоснование: В молекуле глюкозы $C_6H_{12}O_6$ содержится $6 + 12 + 6 = 24$ атома
В молекуле аспирина $C_9H_8O_4$ содержится $9 + 8 + 4 = 21$ атом В молекуле NaCl

содержится 2 атома

Правильный ответ: 2 (глюкоза содержит 24 атома — наибольшее число)

$$5.3. n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = m/M = 18 \text{ г} / 180 \text{ г/моль} = 0,1 \text{ моль}$$

Критерии оценивания:

Критерий	Баллы
Правильно рассчитаны все три молярные массы (180, 180, 58,5)	1
При одной ошибке в расчётах	1
Правильно определено вещество с наибольшим числом атомов с обоснованием	1
Правильно рассчитано количество вещества глюкозы (0,1 моль) с решением	1
Максимальный балл	4

Задание 6 (на составление уравнений реакций)

Условие:

Даны словесные описания химических реакций:

(1) железо + сера $\rightarrow$ сульфид железа (II)

(2) оксид меди (II) + водород $\rightarrow$ медь + вода

6.1. Составьте уравнения указанных реакций, используя химические формулы веществ:

(1) _____

(2) _____

6.2. Для реакции (1) укажите её тип (соединения, разложения, замещения или обмена):

Тип реакции: _____

Объясните свой выбор:

6.3. Для реакции (2) определите, какой элемент является восстановителем:

Ответ: _____

Обоснование:

Решение:

6.1. Уравнения реакций: (1) $\text{Fe} + \text{S} = \text{FeS}$ (2) $\text{CuO} + \text{H}_2 = \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$

6.2. Тип реакции (1): реакция соединения

Объяснение: Реакция соединения — это реакция, в которой из двух или более простых или сложных веществ образуется одно сложное вещество. В данной реакции из двух простых веществ (железа и серы) образуется одно сложное вещество (сульфид железа).

6.3. Восстановитель: водород (H_2)

Обоснование: Водород является восстановителем, так как он отнимает кислород от оксида меди, восстанавливая медь до простого вещества. При

этом сам водород окисляется, образуя воду.

Критерии оценивания:

Критерий	Баллы
Правильно составлено уравнение реакции (1) с коэффициентами	1
Правильно составлено уравнение реакции (2) с коэффициентами	1
Правильно указан тип реакции (1) с верным объяснением	1
Правильно определён восстановитель в реакции (2) с обоснованием	1
Максимальный балл	4

Задание 7 (практико-ориентированное с лабораторным оборудованием)

Условие:

Для проведения эксперимента по получению кислорода в лаборатории учитель подготовил оборудование, изображённое на рисунках.



Рисунок 1



Рисунок 2

7.1. Укажите номер рисунка, на котором изображён прибор для получения кислорода разложением перманганата калия (KMnO_4):

Ответ: _____

7.2. Каким методом можно собрать кислород: а) вытеснением воды? _____ (да/нет) б) вытеснением воздуха? _____ (да/нет)

Обоснуйте свои ответы:

7.3. Напишите уравнение реакции разложения перманганата калия при нагревании:

7.4. Как можно доказать, что в пробирке находится именно кислород? Опишите опыт:

Решение:

7.1. Ответ: 1 (прибор с пробиркой, закреплённой с небольшим наклоном, и газоотводной трубкой)

7.2. а) да б) да

Обоснование: Кислород можно собирать вытеснением воды, так как он мало растворим в воде. Кислород можно собирать вытеснением воздуха, так как он немного тяжелее воздуха ($M(\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль}$, $M(\text{воздуха}) \approx 29 \text{ г/моль}$).

7.3. $2\text{KMnO}_4 = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2\uparrow$

7.4. Доказательство наличия кислорода: Внести в пробирку с газом тлеющую лучинку. Если лучинка ярко вспыхнет и загорится, значит, в пробирке находится кислород, так как кислород поддерживает горение.

Критерии оценивания:

Критерий	Баллы
Правильно указан прибор для получения кислорода	1
Правильно определены методы сбора кислорода (оба "да") с обоснованием	1
Правильно составлено уравнение реакции разложения KMnO_4	1
Правильно описан опыт обнаружения кислорода (с тлеющей лучинкой)	1
Максимальный балл	4

Задание 8 (на массовую долю элемента)

Условие:

Минерал гематит имеет формулу Fe_2O_3 и является основной железной рудой.

8.1. Вычислите массовую долю железа в гематите.

Решение:

Ответ: _____ % (округлите до десятых)

8.2. Сколько килограммов железа можно получить из 100 кг чистого гематита?

Решение:

Ответ: _____ кг

8.3. Объясните, почему гематит используют для получения железа в промышленности:

Решение:

$$8.1. M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 \times 56 + 3 \times 16 = 112 + 48 = 160 \text{ г/моль}$$

$$\omega(\text{Fe}) = (2 \times 56) / 160 = 112 / 160 = 0,7 = 70\%$$

Ответ: 70,0%

$$8.2. m(\text{Fe}) = m(\text{Fe}_2\text{O}_3) \times \omega(\text{Fe}) = 100 \text{ кг} \times 0,7 = 70 \text{ кг}$$

Ответ: 70 кг

8.3. Гематит используют для получения железа в промышленности, потому что:

- он содержит высокую массовую долю железа (70%)
- это один из самых распространённых минералов железа в природе

- из него относительно легко извлечь железо путём восстановления

Критерии оценивания:

Критерий	Баллы
Правильно рассчитана массовая доля железа (70%) с полным решением	1
При ошибке в расчёте или отсутствии решения	1
Правильно рассчитана масса железа из 100 кг руды (70 кг) с решением	1
Дано верное объяснение использования гематита (не менее 2 причин)	1
Максимальный балл	4

Задание 9 (на правила безопасности)

Условие:

Из приведённого списка выберите верные суждения о правилах поведения в химической лаборатории и обращения с химическими веществами. В ответе запишите цифры, под которыми они указаны.

1. При нагревании жидкости в пробирке необходимо направлять отверстие пробирки от себя и окружающих.
2. Для определения запаха вещества необходимо поднести сосуд к носу и глубоко вдохнуть.
3. При попадании кислоты на кожу следует немедленно промыть поражённое место большим количеством воды.
4. Твёрдые сыпучие вещества можно пересыпать из склянки в пробирку, наклонив склянку так, чтобы её горлышко касалось края пробирки.
5. Остатки химических реактивов после эксперимента можно выливать в раковину.
6. При разбавлении концентрированной серной кислоты воду приливают к кислоте.

Ответ: _____

Для каждого выбранного вами утверждения дайте краткое объяснение, почему оно является верным:

Решение:

Правильные утверждения: 1, 3, 4

Ответ: 134

Объяснения:

1. При нагревании жидкости в пробирке необходимо направлять отверстие от себя, чтобы при возможном разбрызгивании горячая жидкость не попала на людей.

2. При попадании кислоты на кожу следует немедленно промыть большим количеством воды для удаления кислоты и предотвращения ожога.

3. Твёрдые сыпучие вещества пересыпают, касаясь горлышком склянки края пробирки, чтобы вещество не просыпалось мимо.

Неверные утверждения: 2) Запах определяют, направляя пары к носу лёгким движением руки, а не вдыхая непосредственно из сосуда. 5) Остатки реактивов нельзя выливать в раковину — их собирают в специальные контейнеры. 6) При разбавлении серной кислоты кислоту приливают к воде (а не наоборот!), чтобы избежать разбрызгивания.

Критерии оценивания:

Критерий	Баллы
Правильно выбраны все три верных утверждения (код 134)	1
При одной ошибке (пропущена цифра или добавлена лишняя)	1
Даны верные объяснения для всех выбранных утверждений (не менее 2)	1
При объяснении только одного утверждения	1
Максимальный балл	4

Задание 10 (комплексное с анализом текста)

Условие:

Прочитайте текст и выполните задания.

"Химия в быту"

Уксусная кислота (CH_3COOH) — это органическая кислота, которая широко используется в пищевой промышленности и в быту. Столовый уксус представляет собой водный раствор уксусной кислоты с массовой долей кислоты 9%.

Уксусная кислота вступает в реакцию с гидрокарбонатом натрия (питьевой содой NaHCO_3), при этом наблюдается бурное выделение газа.

10.1. Запишите химическую формулу уксусной кислоты и определите, сколько всего атомов содержится в одной молекуле этого вещества:

Формула: _____

Число атомов: _____

10.2. Для приготовления 500 г столового уксуса необходимо взять уксусную кислоту массой:

Решение:

Ответ: _____ г

10.3. Напишите уравнение реакции между уксусной кислотой и гидрокарбонатом натрия, если известно, что продуктами реакции являются ацетат натрия (CH_3COONa), вода и углекислый газ:

10.4. Укажите признак протекания данной реакции, упомянутый в тексте:

10.5. Где в быту можно использовать данную реакцию? Приведите один пример:

Решение:

10.1. Формула: CH_3COOH (или $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$) Число атомов: $2 + 4 + 2 = 8$ атомов (или: 2 атома С + 4 атома Н + 2 атома О = 8 атомов)

10.2. $m(\text{CH}_3\text{COOH}) = m(\text{раствора}) \times \omega(\text{CH}_3\text{COOH}) = 500 \text{ г} \times 0,09 = 45 \text{ г}$

Ответ: 45 г

10.3. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$

10.4. Признак реакции: бурное выделение газа (углекислого газа)

10.5. Примеры использования:

- Для очистки труб от засоров (реакция помогает удалить загрязнения)
- Для тушения огня (выделяющийся CO_2 не поддерживает горение)
- В кулинарии для разрыхления теста (выделяющийся газ делает тесто пышным)
- Для очистки поверхностей от накипи и загрязнений

Критерии оценивания:

Критерий	Баллы
Правильно записана формула и определено число атомов (8)	1
Правильно рассчитана масса уксусной кислоты (45 г) с решением	1
Правильно составлено уравнение реакции с коэффициентами	1
Правильно указан признак реакции (выделение газа)	1
Приведён верный пример использования реакции в быту	1
Максимальный балл	5

Сгенерированные задания могут использоваться на разных этапах урока:

- на этапе закрепления — как тренировочные задачи для отработки навыка;
- на этапе контроля — как часть контрольной работы или ВПР;
- на этапе актуализации — как проблемная ситуация;
- для дифференцированной работы — задания разного уровня сложности для обучающихся с разным уровнем подготовки;
- для индивидуальной работы — персональные задания для обучающихся, испытывающих трудности или, наоборот, нуждающихся в

усложнении.

Методика использования ИИ для персонализации.

Учитель может сгенерировать несколько вариантов одной и той же задачи с разными числовыми данными и контекстом, что позволяет:

- предотвратить списывание;
- обеспечить каждого обучающегося индивидуальным заданием;
- варьировать уровень сложности.

Пример промпта для генерации вариантов:

«Создай 5 вариантов задачи на массовую долю вещества в растворе разной сложности. Вариант 1 – базовый (прямое применение формулы), варианты 2 – средний уровень, варианты 3 – повышенный (с дополнительными условиями). Используй разные контексты: медицина, кулинария, сельское хозяйство, лабораторная практика. Ответы сокращать до десятых».

Пример вариантов заданий:

ВАРИАНТ 1 (Базовый уровень. Лабораторная практика)

Условие:

Для проведения лабораторного опыта учителю необходимо приготовить 250 г раствора хлорида натрия с массовой долей соли 5%.

1.1. Рассчитайте массу хлорида натрия, необходимую для приготовления данного раствора.

Решение:

Ответ: _____ г

1.2. Рассчитайте массу воды, необходимую для приготовления данного раствора.

Решение:

Ответ: _____ г

1.3. Опишите последовательность действий учителя при приготовлении данного раствора в лабораторных условиях.

Решение:

$$1.1. m(\text{NaCl}) = m(\text{раствора}) \times \omega(\text{NaCl}) = 250 \text{ г} \times 0,05 = 12,5 \text{ г}$$

Ответ: 12,5 г

$$1.2. m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{раствора}) - m(\text{NaCl}) = 250 \text{ г} - 12,5 \text{ г} = 237,5 \text{ г}$$

Ответ: 237,5 г

1.3. Последовательность действий:

1. Взвесить 12,5 г хлорида натрия на весах.
2. Отмерить 237,5 мл (237,5 г) воды мерным цилиндром.
3. Насыпать соль в химический стакан.
4. Влить воду в стакан.
5. Перемешать стеклянной палочкой до полного растворения соли.

Критерии оценивания:

Критерий	Баллы
Правильно рассчитана масса соли (12,5 г) с решением	1
Правильно рассчитана масса воды (237,5 г) с решением	1
Правильно описана последовательность действий (не менее 3 шагов)	1
Максимальный балл	3

ВАРИАНТ 2 (Средний уровень. Кулинария)

Условие:

Для приготовления маринада по рецепту бабушки требуется 9%-ный столовый уксус. В хозяйстве имеется только 200 г 70%-ной уксусной эссенции.

2.1. Рассчитайте массу чистой уксусной кислоты, содержащейся в 200 г эссенции.

Решение:

Ответ: _____ г

2.2. Какую массу воды необходимо добавить к имеющейся эссенции, чтобы получить 9%-ный раствор уксусной кислоты?

Решение:

Ответ: _____ г

Решение:

$$2.1. m(\text{CH}_3\text{COOH}) = m(\text{эссенции}) \times \omega(\text{CH}_3\text{COOH}) = 200 \text{ г} \times 0,70 = 140 \text{ г}$$

Ответ: 140 г

2.2. При разбавлении масса растворённого вещества не изменяется. Масса конечного 9%-ного раствора: $m(\text{конечн. р-ра}) = 140 \text{ г} / 0,09 = 1555,6 \text{ г}$ Масса воды, которую необходимо добавить: $m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{конечн. р-ра}) - m(\text{эссенции}) = 1555,6 \text{ г} - 200 \text{ г} = 1355,6 \text{ г}$

Ответ: 1355,6 г

Критерии оценивания:

Критерий	Баллы
Правильно рассчитана масса уксусной кислоты (140 г)	1
Правильно рассчитана масса конечного раствора (1555,6 г)	1
Правильно рассчитана масса добавленной воды (1355,6 г)	1
Максимальный балл	3

ВАРИАНТ 3 (Повышенный уровень. Сельское хозяйство)

Условие:

Для опрыскивания виноградника от грибковых заболеваний агроному необходимо приготовить 10 кг 5%-ного раствора медного купороса (CuSO_4). В хозяйстве имеются только два раствора: 20%-ный и 2%-ный.

3.1. Рассчитайте массу чистого медного купороса, необходимую для приготовления 10 кг 5%-ного раствора.

Решение:

Ответ: _____ кг

3.2. Определите, сколько килограммов 20%-ного раствора и сколько килограммов 2%-ного раствора необходимо смешать для получения требуемого раствора.

Решение:

Ответ: 20%-ного раствора — _____ кг; 2%-ного раствора — _____ кг

Решение:

3.1. $m(\text{CuSO}_4) = 10 \text{ кг} \times 0,05 = 0,5 \text{ кг}$

Ответ: 0,5 кг

3.2. Обозначим: x — масса 20%-ного раствора, y — масса 2%-ного раствора.

Составим систему уравнений: $\begin{cases} x+y=100, \\ 2x+0,02y=0,5 \end{cases}$

Из первого уравнения: $y = 100 - x$ Подставим во второе: $0,2x + 0,02(100 - x) = 0,5$
 $0,2x + 0,2 - 0,02x = 0,5$
 $0,18x = 0,3$
 $x = 1,666... \approx 1,7 \text{ кг}$
 $y = 100 - 1,7 = 98,3 \text{ кг}$

Ответ: 20%-ного раствора — 1,7 кг; 2%-ного раствора — 98,3 кг

Критерии оценивания:

Критерий	Баллы
Правильно рассчитана масса медного купороса (0,5 кг)	1
Правильно составлена система уравнений или применён метод «правила креста» / алгебраический метод	1
Правильно найдены массы обоих растворов (1,7 кг и 98,3 кг)	1
Максимальный балл	3

Таким образом, методика создания заданий ВПР с помощью ИИ позволяет учителю существенно расширить и разнообразить дидактический фонд, экономя время и обеспечивая высокое качество материалов при условии обязательной верификации.

3.3. Оценка педагогической эффективности использования нейросетевых технологий в достижении образовательных результатов

Оценка педагогической эффективности внедрения ИИ-инструментов в химическое образование требует комплексного подхода, учитывающего различные аспекты: временные затраты учителя, качество дидактических материалов, образовательные результаты обучающихся, их мотивацию и вовлечённость (рис. 1).

Критерии и показатели эффективности:

1. Временная эффективность (для учителя).

- Показатель: время, затраченное на подготовку комплекта дидактических материалов (задания для ВПР, контрольной работы, домашнего задания).

- Методика измерения: хронометраж работы учителя с ИИ и без него.

- Ожидаемый результат: сокращение времени на подготовку материалов на 40–60%.

2. Качество дидактических материалов.

- Показатель: разнообразие типов заданий, наличие практико-ориентированного контекста, соответствие требованиям ФГОС и спецификации ВПР.

- Методика измерения: экспертная оценка методистом, анализ по заданным критериям.

- Ожидаемый результат: повышение разнообразия и качества материалов.

3. Образовательные результаты обучающихся.

- Показатель: результаты выполнения заданий ВПР, контрольных работ, срезов.

- Методика измерения: сравнительный анализ результатов экспериментального класса (где учитель использует ИИ для подготовки материалов) и контрольного класса (традиционная подготовка).

- Ожидаемый результат: повышение качества выполнения заданий

повышенного уровня сложности на 15–20%.

4. Мотивация и вовлечённость обучающихся.

– Показатель: уровень интереса к предмету, активность на уроках, качество выполнения домашних заданий.

– Методика измерения: анкетирование обучающихся, наблюдение учителя.

– Ожидаемый результат: повышение мотивации за счёт разнообразия и актуальности заданий.

5. Сформированность метапредметных компетенций.

– Показатель: уровень развития критического мышления, умения работать с информацией, решать проблемы.

– Методика измерения: выполнение специально разработанных заданий, анализ ученических работ.

– Ожидаемый результат: положительная динамика при использовании ИИ как инструмента для развития критического мышления (например, при поиске ошибок в сгенерированных ИИ текстах).

Ожидаемые результаты эксперимента.

На основе анализа существующих исследований и практического опыта можно прогнозировать следующие результаты:

1. Временные затраты учителя на подготовку комплекта заданий для ВПР сокращаются с 45–60 минут до 15–20 минут (экономия 60–70%).

2. Разнообразие дидактических материалов возрастает: учитель может предложить обучающимся задания с разными контекстами (медицинским, экологическим, бытовым, промышленным), что невозможно при ручной подготовке в ограниченные сроки.

3. Результаты выполнения заданий повышенного уровня в экспериментальном классе в среднем на 15–20% выше, чем в контрольном, за счёт большего объёма и разнообразия тренировочного материала.

4. Мотивация обучающихся повышается, особенно при использовании практико-ориентированных задач и персонализированных заданий.

5. Критическое мышление развивается при использовании специальных приёмов: поиск ошибок в сгенерированных ИИ текстах, сравнение разных вариантов решений, анализ «ловушек».

Ограничения и риски.

Следует учитывать, что эффективность ИИ-инструментов существенно зависит от:

- квалификации учителя и его владения промпт-инжинирингом;
- качества верификации сгенерированных материалов;
- методической целесообразности использования ИИ в каждом конкретном случае;
- технической инфраструктуры школы.

Некорректное использование ИИ (отсутствие верификации, подмена собственной работы учителя, нарушение этических норм) может привести к негативным последствиям: распространению химически некорректной информации, снижению качества образования, этическим конфликтам.

Таким образом, педагогическая эффективность использования нейросетевых технологий в химическом образовании подтверждается при условии их грамотного и методически обоснованного применения.

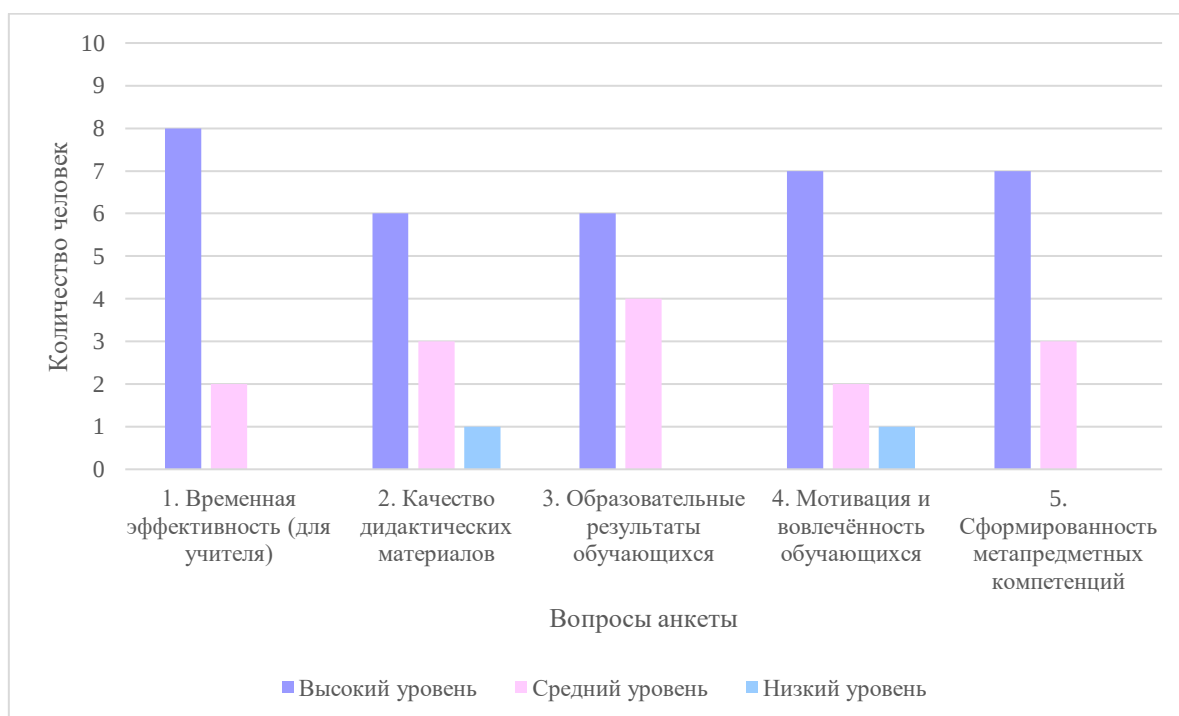


Рисунок 1. Экспертная оценка действующих учителей химии

3.4. Методические рекомендации для пользователей

На основе проведённого анализа и практического опыта можно составить систему методических рекомендаций для учителей химии, использующих инструменты ИИ в своей профессиональной деятельности.

I. Общие принципы использования ИИ в химическом образовании.

1. Принцип «человек в контуре». ИИ — это инструмент в руках учителя, а не замена учителя. Все педагогические решения, включая отбор содержания, оценку качества материалов, выставление отметок, принимаются учителем. ИИ не должен наделяться функциями субъекта образовательного процесса.

2. Принцип обязательной верификации. Любой химический контент, сгенерированный ИИ, подлежит обязательной проверке учителем перед использованием в учебном процессе. Это касается:

- химических формул и названий веществ;
- уравнений химических реакций (проверка баланса, коэффициентов, условий);
- численных данных и результатов расчётов;
- определений и формулировок;
- исторических фактов.

3. Принцип педагогической целесообразности. ИИ следует использовать там, где это действительно даёт выигрыш по времени, качеству или разнообразию материалов. Не все задачи требуют применения ИИ — рутинные операции могут выполняться и традиционными методами.

4. Принцип соответствия возрасту и программе. Все материалы, сгенерированные ИИ, должны соответствовать возрастным особенностям обучающихся 8 класса и содержанию школьной программы по химии (ФГОС, примерная основная образовательная программа).

5. Принцип безопасности. Недопустимо использование в условиях задач токсичных, взрывоопасных, наркотических веществ без чёткого указания на необходимость работы в лабораторных условиях под контролем учителя.

II. Рекомендации по работе с нейросетевыми сервисами.

1. Выбор сервиса. Приоритет следует отдавать отечественным сервисам (GigaChat, YandexGPT, Kandinsky, Shedevrum), обеспечивающим локализацию данных на территории РФ и соответствие требованиям законодательства о персональных данных.

2. Работа с аккаунтом. Учителю рекомендуется иметь отдельный профессиональный аккаунт для работы с ИИ, не смешивая его с личным использованием.

3. Хранение промптов. Эффективные промпты следует сохранять в отдельной папке или базе данных, формируя собственный «библиотеку промптов» для типовых задач.

4. Работа с несколькими моделями. Для ответственных задач рекомендуется сравнивать результаты генерации в нескольких моделях, выбирая наилучший вариант.

III. Рекомендации по составлению промптов.

1. Структурирование промпта. Каждый промпт должен включать: роль, контекст, задачу, формат, ограничения. Для сложных задач — примеры желаемого результата.

2. Конкретизация. Чем конкретнее запрос, тем качественнее результат. Избегать общих формулировок типа «сделай задачу по химии».

3. Итеративность. Если первый результат не удовлетворяет, не начинать заново, а уточнять промпт: «измени контекст», «упрости расчёты», «добавь второй вопрос».

4. Использование цепочки рассуждений. Для расчётных задач требовать от модели пошагового решения — это повышает точность.

5. Проверка на «галлюцинации». В промпт можно включить требование: «Если не уверен в факте, укажи это» или «Используй только вещества, изученные в 8 классе».

IV. Рекомендации по использованию ИИ для конкретных задач.

1. Создание задач.

- Всегда проверять численные данные самостоятельно
- Убедиться, что ответ «круглый» или легко вычисляется
- Проверить химическую корректность условия
- Использовать разные контексты для разнообразия

2. Создание теоретических материалов.

- Проверять все определения по учебнику
- Убедиться, что терминология соответствует школьной программе
- Проверить исторические факты и даты

3. Анализ работ обучающихся.

- Использовать ИИ как первого читателя, но окончательную оценку

выставляет учитель

- Не передавать ИИ персональные данные обучающихся
- Проверять, корректно ли ИИ интерпретировал работу обучающегося

4. Подготовка к ВПР.

- Анализировать паттерны заданий с помощью ИИ
- Генерировать тренировочные варианты, максимально приближенные

к реальным ВПР

- Создавать задания разного уровня сложности для

дифференцированной работы

V. Этические рекомендации.

1. Прозрачность.

Обучающиеся должны знать, когда и как учитель использует ИИ. Это формирует культуру работы с технологиями

2. Академическая честность.

Обсудить с обучающимися правила использования ИИ в их учебной работе. Разграничить допустимое использование (как инструмент для генерации идей, проверки гипотез) и недопустимое (сдача сгенерированного текста как собственной работы)

3. Развитие критического мышления.

Использовать «ошибки» ИИ как дидактический материал: предложить

обучающимся найти химические неточности в сгенерированном тексте и аргументированно их исправить

4. Защита данных.

Никогда не вводить в промпты:

- ФИО;
- фотографии;
- точные результаты успеваемости;
- персональные данные коллег;
- конфиденциальную информацию школы.

VI. Рекомендации по повышению квалификации.

1. Освоение промпт-инжиниринга. Учителю рекомендуется целенаправленно развивать навык составления эффективных промптов, изучать лучшие практики, обмениваться опытом с коллегами.

2. Критическая оценка возможностей ИИ. Понимать, что ИИ — не универсальный инструмент, а специфический, имеющий как сильные, так и слабые стороны.

3. Участие в профессиональных сообществах. Обсуждение опыта использования ИИ с коллегами, участие в вебинарах, курсах повышения квалификации по теме цифровизации образования.

4. Самообразование. Постоянное отслеживание развития ИИ-технологий, появление новых сервисов, обновление нормативно-правовой базы.

VII. Типовые ошибки и способы их предотвращения (табл. 14).

Таблица 14. Типовые ошибки и способы их предотвращения

Ошибка	Последствия	Способ предотвращения
Отсутствие верификации	Распространение химически некорректной информации	Обязательная проверка всех материалов на достоверность
Ввод персональных данных	Нарушение 152-ФЗ «О персональных данных»	Использовать обезличенные данные

	(обеспечивающий защиту прав и свобод человека, в том числе права на неприкосновенность частной жизни, личную и семейную тайну)	
Слишком общий промпт	Непредсказуемый результат	Структурированный промпт с компонентами
Подмена работы учителя ИИ	Снижение качества образования	Использования ИИ в качестве ассистента, а не полноценной замены учителя
Использование без методической цели	Формальное внедрение	Оценка педагогической целесообразности использования ИИ

Продолжение таблицы 14

Игнорирование этических норм	Этические конфликты	Соблюдение принципов академической честности (следование определённым морально-нравственным нормам и правилам в образовательной и научной деятельности; эти нормы создают доверительную и справедливую среду, где ценится самостоятельность, уважение к интеллектуальному труду и объективность)
------------------------------	---------------------	--

Таким образом, соблюдение сформулированных рекомендаций

позволяет учителю химии эффективно и безопасно использовать инструменты ИИ в профессиональной деятельности, повышая качество образования и экономя временные ресурсы.

Заключение

Выпускная квалификационная работа была посвящена исследованию использования инструментов искусственного интеллекта в химическом образовании.

Теоретическая значимость работы заключается в систематизации знаний о применении ИИ в химическом образовании, разработке концептуальных подходов к интеграции нейросетевых технологий в методику преподавания химии.

Практическая значимость заключается в разработке конкретного методического инструментария: типовых промптов, образцов заданий ВПР, алгоритмов анализа и создания дидактических материалов, системы рекомендаций, которые могут быть непосредственно использованы учителями химии в повседневной практике.

В данной работе показан алгоритм создания заданий, который в дальнейшем может быть использован учителями не только с целью создания заданий для ВПР, но и для других форм проверочных работ, таких как: ОГЭ, ЕГЭ, олимпиадные задачи, текущие контрольные работы.

В ходе исследования были решены все поставленные задачи и получены следующие основные результаты.

Выводы:

1. В работе показано, что переход ИИ в науку является объективным и необратимым процессом, существенно влияющим на содержание и методы естественнонаучного образования. В химическом образовании ИИ выступает не просто средством автоматизации рутинных операций, а инструментом когнитивного усиления, позволяющим визуализировать абстрактные понятия, персонализировать обучение, расширять дидактический фонд. Все отечественные научные школы сходятся в понимании необходимости системно-деятельностного подхода: цифровые инструменты должны не упрощать, а обогащать учебную деятельность. Нормативно-правовая и этическая база применения ИИ в российском образовании включает

стратегические документы (Указы Президента № 490 и № 1006), отраслевое законодательство (ФЗ «Об образовании», ФЗ «О персональных данных»), ФГОС, методические рекомендации Минпросвещения и ФИОКО. Сформулированы ключевые этические принципы: «человек в контуре», обязательная верификация, прозрачность, академическая честность, защита данных. Инструменты ИИ, используемые в химическом образовании: текстовые модели (LLM), генеративно-графические модели, мультимодальные модели, специализированные аналитические инструменты, инструменты для работы с кодом, голосовые ИИ. Показано, что для школьного образования наиболее значимы универсальные LLM отечественной разработки. Проведён сравнительный анализ нейросетевых сервисов (GigaChat, YandexGPT, Kandinsky, Shdevrum, Qwen, DeepSeek). Раскрыто понятие «пром프트» и основы пром프트-инжиниринга. Показано, что эффективный образовательный пром프트 включает компоненты: роль, контекст, задача, формат, ограничения, примеры, цепочка рассуждений. В ближайшем будущем владение пром프트-инжинирингом и нейросетями станет неотъемлемой частью профессиональной компетентности учителя.

Пром프트-инжиниринг является важной составляющей профессиональной компетентности современного учителя химии.

2. Разработана методика анализа и выявления паттернов заданий ВПР по химии для 8 класса с помощью нейросетей. Выявлены устойчивые паттерны: «различение физических и химических явлений», «вычисление массовой доли элемента», «составление формул по валентности», «расчётная задача повышенного уровня», «характеристика химического элемента». Показано, что использование ИИ для анализа паттернов позволяет учителю систематизировать банк заданий и выявить образовательные дефициты.

3. Методика создания заданий ВПР повышенного уровня сложности с помощью промптов, включает следующий алгоритм: определение темы и типа задания → формулировка промпта → итеративное уточнение → верификация → апробация. Приведены примеры сгенерированных заданий с

практико-ориентированным контекстом. Показано, что методика позволяет существенно расширить и разнообразить дидактический фонд при экономии времени учителя. Для методики оценки педагогической эффективности использования нейросетевых технологий предложены критерии и показатели: временная эффективность, качество дидактических материалов, образовательные результаты обучающихся, мотивация, сформированность метапредметных компетенций. Описана схема формирующего эксперимента с констатирующим, формирующим и контрольным этапами. Прогнозируемые результаты: сокращение времени на подготовку материалов на 60–70%, повышение результатов выполнения заданий повышенного уровня на 15–20%.

4. Система методических рекомендаций для учителей химии по работе с инструментами ИИ охватывает общие принципы, работу с сервисами, составление промптов, использование для конкретных задач, этические нормы, повышение квалификации, типовые ошибки.

Перспективы дальнейших исследований связаны с:

- разработкой специализированных ИИ-инструментов для химического образования;
- изучением влияния использования ИИ на формирование химической грамотности школьников;
- разработкой методик использования мультимодальных ИИ для визуализации химических процессов;
- исследованием долгосрочных эффектов внедрения ИИ в химическое образование;
- разработкой программ повышения квалификации учителей химии по использованию ИИ.

Таким образом, цель работы достигнута: теоретически обоснована и практически разработана методика использования инструментов искусственного интеллекта в химическом образовании на примере анализа и создания заданий ВПР по химии для 8 класса.

Библиографический список

1. Андреев В.И. Педагогика: учеб. курс для творческого саморазвития личности учителя. Казань: Центр инновационных технологий, 2003. 608 с.
2. Беспалько В.П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения. М.: Институт практической психологии, 1995. 336 с.
3. Бешенков С.А. Моделирование и формализация обучения. М.: Бином. Лаборатория базовых знаний, 2002. 333 с.
4. Бурлакова А.Р. Цифровизация в системе образования: вызовы и перспективы развития // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2022. № 6-1. С. 209–212.
5. Вакушин А.А., Клебанов Б.И. Применение больших языковых моделей в имитационном моделировании // Инженерный вестник Дона. 2024. № 2. С. 624–636.
6. Ванновская О.В. Психолого-педагогические основы развития цифровой психодидактики // Вестник Ленинградского государственного университета им. А. С. Пушкина. 2025. № 4. С. 206–230.
7. Выготский Л.С. Педагогическая психология / под ред. В.В. Давыдова. М.: АСТ: Астрель: Хранитель, 2008. 672 с.
8. Габриелян О.С., Остроумов И.Г., Сладков С.А. Химия. 8 класс. Базовый уровень: учебник. М.: Просвещение, 2025. 175 с.
9. Ждан А.Н. Теория развивающего обучения В.В. Давыдова в контексте культурно-деятельностного подхода // Развитие личности. 2015. № 3. С. 23–40.
10. Коротеева А.С., Челпаченко Т.В. Цифровые образовательные ресурсы как средство повышения эффективности усвоения информации обучающимися // Историко-педагогический журнал. 2022. № 3. С. 126–133.
11. Космодемьянская С.С., Гильманшина С.И. Методика обучения химии: учеб. пособие. Казань, 2011.
12. Курьян С.М., Петрушкевич М.А. Этические принципы

применения технологий искусственного интеллекта в образовательном процессе // Мир науки, культуры, образования. 2025. № 2 (111). С. 411–414.

13. Кузнецова Н.Е. Химия: программа для основной школы. М.: Вентана-Граф, 2021. 64 с.

14. Машбиц Е.И. Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения. М.: Педагогика, 1988. 192 с.

15. Методические рекомендации по преподаванию учебных предметов в образовательных организациях, реализующих основные общеобразовательные программы: письмо Минпросвещения России. М., 2022.

16. Полат Е.С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: учеб. пособие для студ. пед. вузов. М.: Академия, 2020. 272 с.

17. Приказ Минпросвещения России от 31.05.2021 № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» (ред. от 08.11.2022) // Официальный интернет-портал правовой информации. 2021.

18. Психология и педагогика: учебник для вузов / под общ. ред. В.А. Сластенина, В.П. Каширина. М.: Юрайт, 2026. 520 с.

19. Роберт И.В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы, перспективы использования. М.: ИИО РАО, 2010. 140 с.

20. Роберт И.В. Цифровая трансформация образования: ценностные ориентиры, перспективы развития // Россия: тенденции и перспективы развития. Ежегодник. Вып. 16. М., 2021. С. 868–876.

21. Рудзитис Г.Е. Химия. 8 класс: учеб. пособие. Базовый уровень. М.: Просвещение, 2025. 224 с.

22. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии: учеб. пособие. М.: Народное образование, 1998. 256 с.

23. Сластенин В.А., Исаев И.Ф., Шиянов Е.Н. Педагогика: учеб.

пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / под ред. В.А. Сластенина. М.: Академия, 2002. 576 с.

24. Углова А.П. Цифровые образовательные ресурсы в системе современного образования // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2024. № 10-4 (97). С. 218–221.

25. Указ Президента РФ от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. 2019. № 41. Ст. 5700.

26. Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных» // Собрание законодательства РФ. 2006. № 31 (ч. 1). Ст. 3451.

27. Федеральный закон от 29.12.2010 № 436-ФЗ «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию» // Собрание законодательства РФ. 2011. № 1 (ч. 1). Ст. 48.

28. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (в ред. от 2024 г.) // Собрание законодательства РФ. 2012. № 53. Ст. 7598.

29. Федеральный институт педагогических измерений (ФИПИ): офиц. сайт. URL: <https://fipi.ru/> (дата обращения: 29.04.2026).

30. Демоверсия всероссийской проверочной работы по химии для 8 класса (2026 год) / Федеральный институт педагогических измерений. URL: <https://fipi.ru/vpr/> (дата обращения: 10.01.2026).

31. Федеральный институт оценки качества образования (ФИОКО): офиц. сайт. URL: <https://fiooco.ru/> (дата обращения: 20.05.2026).

32. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦ ИОР): офиц. сайт. URL: <https://fcior.edu.ru/> (дата обращения: 20.05.2026).

33. Фурс С.П. Искусственный интеллект в сфере образования – помощник педагога или «подрывная» технология? // Преподаватель XXI век. 2023. № 1. Ч. 1. С. 40–49.

34. Чернобельская Г.М. Методика обучения химии в средней школе:

учеб. для студ. высш. учеб. заведений. М.: ВЛАДОС, 2000. 336 с.

35. Шилова О.Н. Цифровая образовательная среда: педагогический взгляд // Человек и образование. 2020. № 2. С. 36–41.

36. Хуторской А.В. Дидактическая эвристика. Теория и технология креативного обучения. М.: МГУ, 2003. 415 с.

37. Хуторской А.В. Современная дидактика: учеб. пособие. 2-е изд., перераб. М.: Высшая школа, 2007. 639 с.

38. Хуторской А.В. Дидактическая эвристика. Теория и технология креативного обучения: учеб. пособие. М.: МГУ, 2019. 428 с.

39. Хунцзи Ай. Формирование функциональной грамотности школьников в условиях цифровизации образования // Управление образованием: теория и практика. 2025. С. 8–20.

40. Ясвин В.А. Образовательная среда: от моделирования к проектированию. 2-е изд., испр. и доп. М.: Смысл, 2001. 365 с.

41. DeepSeek: офиц. сайт. URL: <https://chat.deepseek.com/> (дата обращения: 18.04.2026).

42. GigaChat: офиц. сайт. URL: <https://giga.chat/> (дата обращения: 18.04.2026).

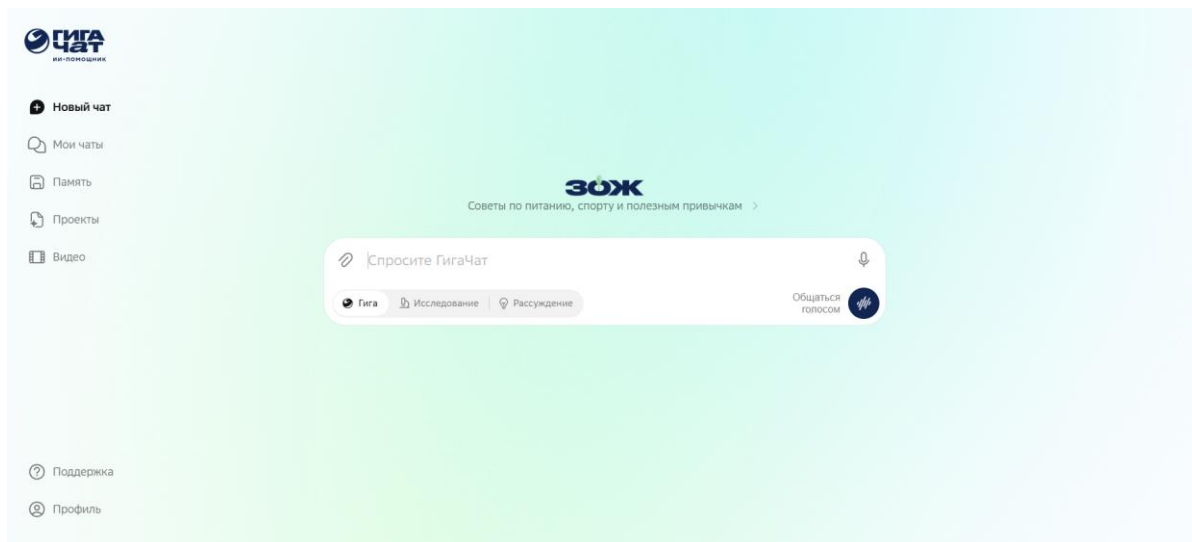
43. Kandinsky: нейросеть для генерации изображений / Сбер. URL: <https://fusionbrain.ai/> (дата обращения: 18.04.2026).

44. Qwen: офиц. сайт. URL: <https://chat.qwen.ai/> (дата обращения: 18.04.2026).

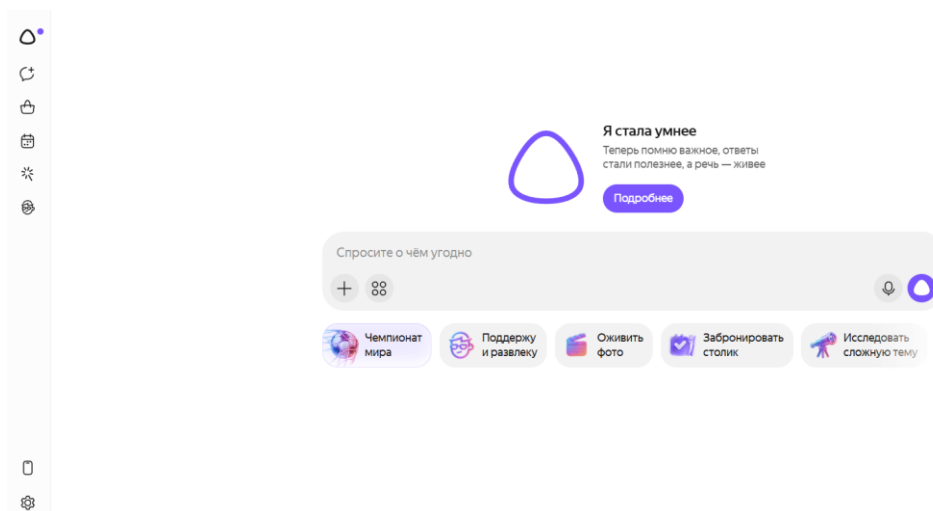
45. Shdevrum: нейросеть для генерации изображений. URL: <https://shdevrum.ai/> (дата обращения: 18.04.2026).

46. YandexGPT: офиц. сайт. URL: <https://ya.ru/ai> (дата обращения: 18.04.2026).

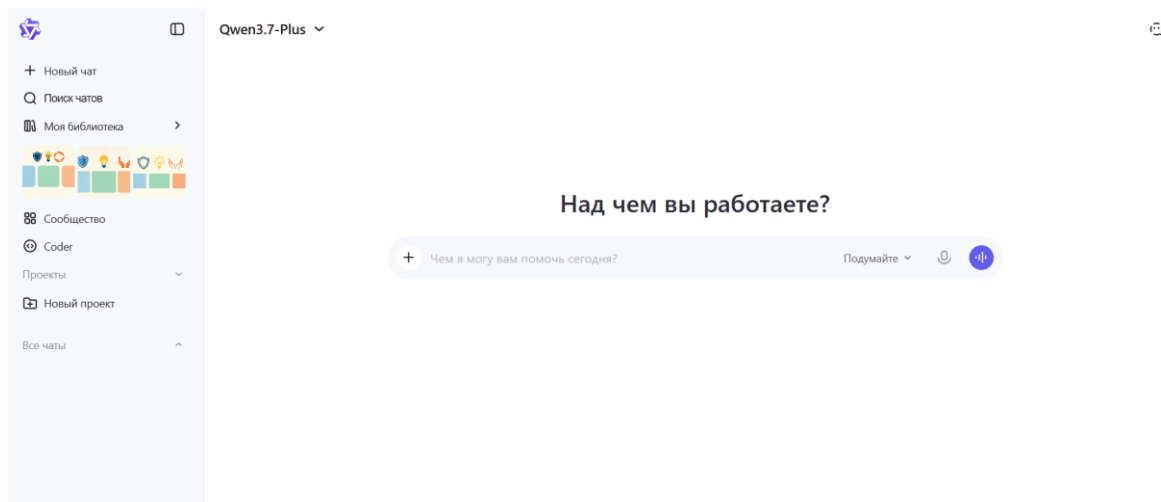
Приложение A. GigaChat



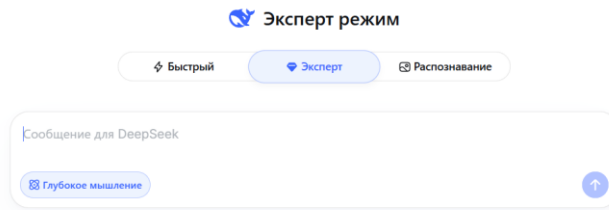
Приложение B. YandexGPT



Приложение C. Qwen



Приложение D. DeepSeek



Приложение E. Kandinsky



Приложение F. Shdevrum

