

e-ISSN 3060-5059

DOI: 10.67227



IJTIMOIIY-GUMANITAR SOHADA ILMIY-INNOVATSION TADQIQOTLAR

ILMIY METODIK JURNAL

Scientific and Innovative Research in
Social and Humanitarian Studies

Vol. 3 • Issue 10

2026



Founded in 2024



publishscience.uz



publish_science_journal@mail.ru



PEER REVIEWED • OPEN ACCESS

SUN'IY INTELLEKT VOSITALARI ASOSIDA BIOLOGIYA VA KIMYO FANLARINI INTEGRATIV O'QITISHNING PEDAGOGIK IMKONIYATLARI

Asadova Nilufar Yorqinovna

Mustaqil tadqiqotchi.

e-mail: asadovanilufar684@gmail.com

Annotatsiya.

Maqolada sun'iy intellekt vositalaridan foydalangan holda biologiya va kimyo fanlarini integrativ o'qitishning pedagogik imkoniyatlari nazariy jihatdan ko'rib chiqiladi. Integrativ ta'limning mohiyati, biologiya va kimyo fanlari o'rtasidagi fanlararo aloqalar, shuningdek, ta'lim jarayonida sun'iy intellekt texnologiyalarining didaktik funksiyalari yoritiladi. 8-sinf biologiya va kimyo darsliklari mazmunining qiyosiy tahlili asosida ovqat hazm qilish va xlorid kislota, qalqonsimon bez va yod, suyak to'qimasi va fosfor, gaz almashinuvi va oksidlanish-qaytarilish jarayonlari, qonning kimyoviy tarkibi va biogen elementlar kabi mavzular o'rtasidagi integrativ bog'liqliklar aniqlangan. Muammoli vaziyatlarni yaratish, fanlararo topshiriqlarni ishlab chiqish, murakkab jarayonlarni vizuallashtirish, ta'limni individuallashtirish va o'quvchilarning tanqidiy fikrlashini rivojlantirishda sun'iy intellektidan foydalanish imkoniyatlari asoslab berilgan. Sun'iy intellektning pedagogik ahamiyati tayyor javoblarni taqdim etishda emas, balki turli fan sohalariga oid bilimlarni tahlil qilish, taqqoslash, tekshirish va amaliyotda qo'llashga yo'naltirilgan faol bilish faoliyatini tashkil etishda namoyon bo'lishi haqida xulosa chiqarilgan.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, integrativ ta'lim, biologiya, kimyo, fanlararo aloqalar, tabiiy-ilmiy savodxonlik, tanqidiy fikrlash, raqamli ta'lim, 8-sinf, integrativ topshiriqlar.

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕГРАТИВНОГО ПРЕПОДАВАНИЯ БИОЛОГИИ И ХИМИИ НА ОСНОВЕ СРЕДСТВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Асадова Нилуфар Ёркиновна

Независимый исследователь.

Аннотация.

В статье теоретически рассматриваются педагогические возможности интегративного преподавания биологии и химии с использованием средств искусственного интеллекта. Раскрываются сущность интегративного обучения, межпредметные связи между биологией и химией, а также дидактические функции технологий искусственного интеллекта в образовательном процессе. На основе сравнительного анализа содержания учебников биологии и химии для 8 класса выявлены интегративные связи между такими темами, как пищеварение и соляная кислота, щитовидная железа и йод, костная ткань и фосфор, газообмен и окислительно-восстановительные процессы, химический состав крови и биогенные элементы. Обоснованы возможности использования искусственного интеллекта для создания проблемных ситуаций, разработки межпредметных заданий, визуализации сложных процессов, индивидуализации обучения и развития критического мышления учащихся. Сделан вывод о том, что педагогическая ценность искусственного интеллекта заключается не в предоставлении готовых ответов, а в организации активной познавательной деятельности, направленной на анализ, сопоставление, проверку и применение знаний из различных предметных областей.

Ключевые слова: искусственный интеллект, интегративное обучение, биология, химия, межпредметные связи, естественно-научная грамотность, критическое мышление, цифровое образование, 8 класс, интегративные задания.

PEDAGOGICAL OPPORTUNITIES FOR INTEGRATIVE TEACHING OF BIOLOGY AND CHEMISTRY USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS

Asadova Nilufar Yorqinovna

Independent Researcher.

Abstract.

The article theoretically examines the pedagogical opportunities for integrative teaching of biology and chemistry using artificial intelligence tools. It explores the essence of integrative learning, interdisciplinary connections between biology and chemistry, as well as the didactic functions of artificial intelligence technologies in the educational

process. Based on a comparative analysis of the content of eighth-grade biology and chemistry textbooks, integrative connections are identified between topics such as digestion and hydrochloric acid, the thyroid gland and iodine, bone tissue and phosphorus, gas exchange and oxidation-reduction processes, and the chemical composition of blood and biogenic elements. The article substantiates the potential of artificial intelligence for creating problem-based situations, developing interdisciplinary assignments, visualizing complex processes, individualizing learning, and fostering students' critical thinking skills. It concludes that the pedagogical value of artificial intelligence lies not in providing ready-made answers but in organizing active cognitive activities aimed at analyzing, comparing, verifying, and applying knowledge from different subject areas.

Keywords: artificial intelligence, integrative learning, biology, chemistry, interdisciplinary connections, scientific literacy, critical thinking, digital education, eighth grade, integrative assignments.

Введение. Современное развитие общего среднего образования характеризуется усилением междисциплинарных связей, расширением цифровой образовательной среды и активным внедрением технологий искусственного интеллекта в учебный процесс. Эти изменения особенно значимы для преподавания естественно-научных дисциплин, содержание которых изначально носит взаимосвязанный характер. Биология и химия как учебные предметы имеют множество общих понятий, закономерностей и процессов, поэтому их изолированное изучение не всегда позволяет учащимся сформировать целостное представление о явлениях живой и неживой природы.

На уровне основной школы необходимость интеграции биологических и химических знаний проявляется особенно отчётливо. Изучение таких тем, как химический состав крови, обмен веществ, дыхание, пищеварение, роль минеральных элементов, ферментативные процессы и воздействие веществ на живые организмы, требует от учащихся умения устанавливать причинно-следственные связи между знаниями из разных предметных областей. Вместе с тем в традиционной практике преподавания содержание биологии и химии нередко рассматривается раздельно, что может затруднять формирование у школьников системного естественно-научного мышления.

В этой связи особую актуальность приобретает интегративный подход, предполагающий содержательное и методическое объединение взаимосвязанных компонентов различных учебных дисциплин. Его применение позволяет рассматривать природные процессы не как совокупность разрозненных фактов, а как единую систему взаимозависимых явлений. Интегративное преподавание способствует более глубокому осмыслению учебного материала, развитию способности переносить знания из одной предметной области в другую, формированию исследовательских умений и повышению познавательной активности учащихся.

Дополнительные педагогические возможности для реализации такого подхода создают современные средства искусственного интеллекта. Они могут использоваться при разработке межпредметных заданий, подборе и структурировании учебного материала, создании визуальных моделей, формировании проблемных ситуаций, организации индивидуализированной учебной деятельности и оперативной обратной связи. Использование искусственного интеллекта позволяет варьировать сложность учебных заданий с учётом образовательных потребностей школьников, предлагать различные формы представления информации, моделировать биологические и химические процессы, а также поддерживать самостоятельную познавательную деятельность учащихся.

Однако применение искусственного интеллекта в интегративном преподавании биологии и химии не должно рассматриваться как механическая замена традиционных педагогических методов цифровыми инструментами. Его эффективность определяется прежде всего методически обоснованным включением в содержание урока, соответствием возрастным особенностям учащихся, целям обучения и логике изучаемого материала. Важное значение имеют педагогический контроль, достоверность генерируемой информации, развитие критического отношения учащихся к цифровому контенту и сохранение ведущей роли учителя в организации учебно-познавательной деятельности.

В педагогической практике сохраняется противоречие между значительным потенциалом искусственного интеллекта для интеграции естественно-научных знаний и недостаточной разработанностью конкретных методических механизмов его применения при совместном изучении биологических и химических явлений. Особенно актуальным является поиск таких форм, методов и средств обучения, которые позволили бы использовать возможности искусственного интеллекта не только для передачи информации, но и для формирования у школьников умений анализировать, сопоставлять, объяснять, моделировать и применять знания в новых учебных ситуациях.

Исходя из этого, целью настоящей статьи является раскрытие педагогических возможностей использования средств искусственного интеллекта в интегративном преподавании биологии и химии, а также определение основных направлений их методически обоснованного применения в образовательном процессе. Особое внимание уделяется потенциалу искусственного интеллекта в организации межпредметной познавательной деятельности, индивидуализации обучения, создании интегративных заданий и

формировании целостного естественно-научного мировоззрения учащихся.

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ

Проблема применения искусственного интеллекта в образовании в последние годы стала одним из наиболее активно развивающихся направлений педагогических исследований. При этом внимание учёных постепенно смещается от рассмотрения искусственного интеллекта исключительно как технического инструмента к изучению его дидактического потенциала, возможностей индивидуализации обучения, организации обратной связи, формирования исследовательских навыков и поддержки самостоятельной познавательной деятельности учащихся.

Одним из фундаментальных исследований в данном направлении является систематический обзор O. Zawacki-Richter, V. I. Marín, M. Bond и F. Gouverneur. Авторы проанализировали 146 научных публикаций и установили, что технологии искусственного интеллекта применяются преимущественно для прогнозирования учебных результатов, адаптивного обучения, автоматизированного оценивания и создания интеллектуальных обучающих систем [1]. Вместе с тем исследователи обращают внимание на недостаточную представленность собственно педагогической проблематики по сравнению с технологическим аспектом использования искусственного интеллекта. Данный вывод имеет принципиальное значение для настоящего исследования: само наличие интеллектуальных систем ещё не обеспечивает повышения качества обучения, если они не включены в методически обоснованную систему учебной деятельности.

Особый интерес представляют исследования, непосредственно посвящённые использованию искусственного интеллекта в естественно-научном образовании. D. M. Heeg и L. Avraamidou в систематическом обзоре применения искусственного интеллекта при преподавании естественных наук в школе выделили такие направления, как автоматизированное оценивание и обратная связь, аналитика обучения, адаптивные системы, интеллектуальные обучающие системы, чат-боты и экспертные системы [2]. Это свидетельствует о том, что искусственный интеллект способен выполнять сразу несколько взаимосвязанных педагогических функций и может использоваться не только как источник информации, но и как средство организации учебной деятельности.

Более широкий анализ влияния искусственного интеллекта на преподавание естественных наук представлен в исследовании F. Almasri, включившем 74 эмпирические работы за 2014–2023 гг. Автор показал, что технологии искусственного интеллекта применяются для совершенствования учебной среды, разработки заданий и тестов, оценивания работ учащихся, прогнозирования академических результатов, поддержки индивидуализированного обучения и организации обратной связи [3]. Вместе с тем подчёркивается необходимость дальнейших исследований, позволяющих определить педагогические условия эффективного применения таких технологий в конкретных предметных областях.

Значимыми являются результаты метаанализа I. García-Martínez, J. M. Fernández-Batanero, J. Fernández-Cerero и S. P. León. На основе 25 исследований, отобранных из Web of Science и Scopus, авторы установили положительное влияние технологий искусственного интеллекта и вычислительных наук на учебные результаты, отношение учащихся к обучению и мотивацию, причём особенно заметные эффекты выявлены в STEM-направлениях [4]. Вместе с тем исследователи подчёркивают, что внедрение искусственного интеллекта сопровождается педагогическими и этическими проблемами и требует методической подготовки учителя.

С развитием генеративного искусственного интеллекта проблема приобрела дополнительную актуальность. E. Kasneci и соавторы отмечают, что большие языковые модели способны поддерживать персонализированное обучение, генерировать объяснения, предоставлять обратную связь и помогать в разработке учебных материалов [5]. Одновременно авторы указывают на риски фактических ошибок, чрезмерной зависимости от автоматически генерируемых ответов, возможной предвзятости и необходимость развития навыков критической проверки информации. Для естественно-научного образования эта проблема особенно важна, поскольку ошибка в интерпретации химической реакции или биологического механизма способна привести к формированию неверного научного представления.

Специальные исследования по химическому образованию также подтверждают неоднозначный характер использования генеративного искусственного интеллекта. M. E. Emenike и B. U. Emenike рассматривают потенциальные преимущества и риски применения текстовых систем искусственного интеллекта в преподавании химии, отмечая возможности их использования для поддержки образовательного процесса и одновременно обращая внимание на вопросы достоверности информации, академической добросовестности, доступности и корректного оценивания результатов учащихся [6]. Это позволяет сделать вывод о необходимости включения в задания специальных процедур проверки и аргументированного исправления сгенерированной информации.

Практико-ориентированный подход представлен в исследовании Y. Guo и D. Lee, посвящённом использованию ChatGPT для развития критического мышления при изучении химии. Организованная авторами деятельность включала не простое получение текста от искусственного интеллекта, а его анализ, корректировку и верификацию обучающимися [7]. С педагогической точки зрения именно такой способ применения искусственного интеллекта представляется наиболее продуктивным: учащийся сохраняет роль активного субъекта познания, тогда как интеллектуальная система становится источником проблемной информации и объектом критического анализа.

Наряду с цифровой трансформацией образования сохраняется устойчивый научный интерес к междисциплинарному преподаванию естественных наук. Систематический обзор C. Rodríguez-Muñoz и J.

Huincahue показывает, что междисциплинарные практики в преподавании биологии опираются на сближение содержания базовых естественных наук, совместное обучение, практические задания и технологии, ориентированные на развитие знаний, умений и учебной мотивации [8]. Это позволяет рассматривать интеграцию биологии и химии не как формальное объединение отдельных тем, а как организацию изучения объектов и процессов, для понимания которых учащемуся необходимо одновременно использовать знания нескольких предметных областей.

Проведённый анализ показывает, что значительная часть существующих исследований посвящена либо общим вопросам искусственного интеллекта в образовании, либо его применению в отдельных дисциплинах. При этом вопрос целенаправленного использования искусственного интеллекта именно для интеграции содержания биологии и химии на уровне 8 класса требует дальнейшей методической разработки. Особенно актуальным остаётся определение педагогических условий, содержания интегративных заданий, способов проверки сгенерированной информации и роли учителя при организации учебной деятельности учащихся.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве основного метода исследования использован теоретический анализ научной литературы. Данный метод позволил изучить и систематизировать современные научные подходы к интегративному преподаванию биологии и химии, а также определить педагогические возможности применения технологий искусственного интеллекта в естественно-научном образовании.

В процессе исследования были проанализированы научные публикации, посвящённые вопросам межпредметной интеграции, цифровизации образования, использованию искусственного интеллекта в учебном процессе, развитию естественно-научной грамотности и организации познавательной деятельности учащихся. Особое внимание уделялось исследованиям, представленным в международных научных базах Scopus и Web of Science.

Теоретический анализ осуществлялся по следующим направлениям: определение сущности интегративного обучения; выявление общих содержательных связей между биологией и химией; изучение педагогических функций инструментов искусственного интеллекта; анализ возможностей их применения для индивидуализации обучения, создания межпредметных заданий, организации обратной связи и развития критического мышления учащихся. Дополнительно был проведён сопоставительный анализ содержания учебников биологии и химии для 8 класса [9; 10], что позволило выделить конкретные содержательные узлы межпредметной интеграции.

На основе сопоставления научных позиций были обобщены существующие подходы и определены педагогические условия эффективного использования искусственного интеллекта в интегративном преподавании биологии и химии. Такой метод позволил сформировать теоретическую основу исследования и обосновать основные направления применения технологий искусственного интеллекта в образовательном процессе.

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

В рамках исследования проведён сопоставительный анализ содержания учебников биологии и химии для 8 класса общеобразовательных школ. В качестве основных источников использованы учебник О. Мавлянова, Т. Тилавова и Б. Аминова «Биология. Человек и его здоровье» [9] и учебник И. Р. Аскарлова, К. Гапирова и Н. Х. Тухтабаева «Химия» [10]. Анализ показал, что, несмотря на предметное разграничение учебного материала, содержание двух дисциплин имеет ряд устойчивых точек пересечения, которые могут стать основой для организации интегративного обучения с использованием средств искусственного интеллекта.

Сопоставление проводилось не по формальному совпадению названий параграфов, а по наличию общей научной проблемы, понятия, вещества или процесса. В результате были выделены наиболее выраженные содержательные узлы интеграции.

Тема биологии 8 класса	Соответствующее содержание химии 8 класса	Интегративная связь	Педагогическое применение ИИ
Химический состав крови	Биогенные элементы и их значение для живых организмов	Элементы и ионы как компоненты внутренней среды	Схема «элемент – соединение – биологическая функция», проверка ошибок
Легкие и газообмен в тканях	Окислительно-восстановительные реакции	Кислород и процессы клеточного окисления	Модель пути кислорода и разделение биологического и химического уровней объяснения
Пищеварительная система	Хлороводород; соляная кислота	Кислая среда желудка и химические свойства HCl	Проблемный кейс, проверка ответа ИИ по двум учебникам
Щитовидная железа	Йод; биогенные	Химический элемент и	Причинно-следственная

Тема биологии 8 класса	Соответствующее содержание химии 8 класса	Интегративная связь	Педагогическое применение ИИ
	элементы	его физиологическое значение	цепочка «йод – организм – функция железы»
Строение и рост костей	Фосфор и его соединения	Минеральная составляющая костной ткани	Сравнение химической и биологической функций фосфора
Обмен белков, углеводов и жиров	Окислительно-восстановительные реакции; скорость реакций	Обмен веществ как система химических превращений	Анализ факторов, влияющих на биохимические процессы; выявление упрощений в ответах ИИ

ИНТЕГРАЦИЯ ТЕМЫ «ПИЩЕВАРЕНИЕ» И ТЕМЫ «СОЛЯНАЯ КИСЛОТА»

Одним из наиболее наглядных примеров межпредметной интеграции является сопоставление раздела учебника биологии, посвящённого пищеварительной системе, с материалом учебника химии о хлороводороде и соляной кислоте. В биологии учащиеся изучают органы пищеварения, их строение, функции и условия протекания пищеварительных процессов [9]. В химии рассматриваются формула, свойства и реакции хлороводорода и соляной кислоты [10].

При традиционном преподавании эти знания могут оставаться изолированными: HCl воспринимается как формула кислоты, а кислая среда желудка — как физиологическая характеристика. Интегративный подход объединяет их в единую причинно-следственную модель. Учащимся может быть предложена проблемная ситуация: «Соляная кислота относится к сильным кислотам. Почему наличие этой кислоты в желудке является нормальным физиологическим условием, а не исключительно опасным явлением?»

Искусственный интеллект в данном случае может сформировать несколько гипотез или вариантов объяснения. Задача учащегося состоит не в копировании ответа, а в его проверке по двум учебникам, выделении химических и биологических аргументов и формулировании собственного вывода. В результате формируется интегративная цепочка: HCl → кислая среда желудка → условия пищеварительных процессов → функционирование пищеварительной системы.

ИНТЕГРАЦИЯ ТЕМЫ «ЩИТОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА» И ТЕМЫ «ЙОД»

Выраженная межпредметная связь обнаруживается между материалом о железах внутренней секреции, в частности щитовидной железе, и темой химии, посвящённой йоду. В химии йод рассматривается как элемент и представитель галогенов, тогда как в биологии его значение раскрывается через функционирование организма. Объединение данных аспектов позволяет избежать ситуации, когда учащийся знает обозначение I в Периодической системе, но не связывает его с физиологическими процессами.

В качестве интегративного задания может быть предложено: «Объясните йод одновременно с точки зрения химика и биолога. Какие свойства и характеристики элемента важны для химика и почему этот же элемент имеет биологическое значение?» Искусственный интеллект может помочь создать первоначальную причинно-следственную модель, однако каждый элемент цепочки учащиеся должны проверить по учебным источникам. Таким образом, технология поддерживает межпредметный анализ, но не заменяет его.

ИНТЕГРАЦИЯ ТЕМЫ «СТРОЕНИЕ И РОСТ КОСТЕЙ» И ТЕМЫ «ФОСФОР»

В учебнике биологии рассматриваются строение и рост костей, тогда как в курсе химии представлены фосфор, его соединения и значение биогенных элементов [9; 10]. Это создаёт возможность сформировать у школьников представление о том, что химические элементы не являются исключительно объектами Периодической системы, а входят в состав живых структур и участвуют в обеспечении их свойств.

Учащимся может быть поставлен вопрос: «Почему фосфор изучается и химией, и биологией? Что меняется в объяснении, когда мы переходим от химического элемента к его роли в организме?» С помощью искусственного интеллекта возможно построить сравнительную схему «фосфор как химический элемент — соединения фосфора — фосфор в живом организме — значение для тканей». Педагогический результат достигается тогда, когда учащийся проверяет предложенные связи и объясняет их самостоятельно.

ИНТЕГРАЦИЯ ТЕМ «ГАЗООБМЕН» И «ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ»

В курсе биологии учащиеся изучают строение органов дыхания, газообмен в лёгких и тканях. В курсе химии рассматриваются окислительно-восстановительные реакции. Эти разделы обладают значительным потенциалом для установления причинно-следственных связей между поступлением кислорода и последующими химическими превращениями в клетках.

Интегративный вопрос может быть сформулирован следующим образом: «Путь кислорода заканчивается в лёгких или его биологическое значение проявляется после поступления к клеткам?» Искусственный интеллект может предложить модель «атмосферный кислород → органы дыхания → лёгкие → кровь → ткани → клеточные процессы». После этого учащиеся разделяют модель на биологический и химический уровни и определяют, какие этапы объясняются знаниями по биологии, а какие требуют привлечения химических представлений.

Здесь особенно важно не отождествлять газообмен с окислительно-восстановительной реакцией. Первый описывает поступление и перенос газов, тогда как химические превращения раскрывают иной уровень организации процесса. Умение видеть одновременно границу и связь между этими уровнями является показателем более глубокого естественно-научного мышления.

ИНТЕГРАЦИЯ ТЕМЫ «ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРОВИ» И БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Тема «Химический состав крови» уже своим названием предполагает обращение к химическим знаниям. Её можно сопоставить с материалом химии о биогенных элементах и их роли в живых организмах [9; 10]. Здесь возможно перейти от простого перечисления компонентов крови к осмыслению роли химических элементов и ионов в обеспечении функций внутренней среды организма.

Например, учащимся предлагается составить карту «Химия крови», включив в неё химический элемент или ион, компонент крови и соответствующую биологическую функцию. Искусственный интеллект может предоставить первоначальный вариант карты, однако учащийся должен обнаружить возможные неточности, удалить неподтверждённые утверждения и дополнить схему данными учебника.

Особенно продуктивно задание на поиск ошибки: ИИ формирует несколько утверждений о химическом составе крови, одно из которых намеренно неверно. Учащиеся определяют ошибочное положение, приводят доказательство и формулируют исправленный вариант. В этом случае генеративный ИИ становится средством развития критического анализа информации.

ИНТЕГРАЦИЯ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ И СКОРОСТИ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

В биологии рассматриваются обмен веществ и энергии, в том числе обмен белков, углеводов и жиров; в химии учащиеся знакомятся с факторами, влияющими на скорость химических реакций. Сопоставление этих разделов позволяет показать, что обмен веществ представляет собой сложную систему химических превращений, протекающих в организме при строго регулируемых условиях.

Учитель может предложить проблемный вопрос: «Если скорость химической реакции при изменении условий может увеличиваться, означает ли это, что процессы обмена веществ в организме также можно ускорять без ограничений?» Искусственный интеллект способен сформировать несколько ответов, включая частично правильные и упрощённые. Учащиеся должны определить, почему процессы в живом организме регулируются значительно сложнее, чем отдельная реакция в лабораторных условиях. Такое построение задания предотвращает механический перенос химических закономерностей на биологическую систему и одновременно учит видеть их взаимосвязь.

Проведённое сопоставление позволило выделить три основных типа межпредметных связей. Первый тип — объектно-содержательная интеграция, когда один и тот же объект изучается с разных предметных позиций. К ней относятся связи «йод — щитовидная железа», «фосфор — костная ткань», «биогенные элементы — химический состав крови». Второй тип — процессуально-причинная интеграция, при которой биологический процесс получает химическое объяснение: «газообмен — клеточное окисление», «пищеварение — соляная кислота», «обмен веществ — химические превращения». Третий тип — проблемно-деятельностная интеграция, возникающая, когда знания двух предметов используются для решения единой учебной проблемы.

Важным результатом анализа стало выявление несоответствия последовательности изучения взаимосвязанных тем в двух учебниках. Например, сведения о щитовидной железе могут изучаться в биологии раньше, чем соответствующие сведения о йоде в химии; аналогично темы о костной системе и фосфоре не всегда совпадают по времени. Следовательно, наличие содержательной связи ещё не обеспечивает её автоматической реализации. Учителю необходимо целенаправленно актуализировать ранее полученные знания либо предоставлять минимальный опережающий материал.

Именно на этом этапе применение искусственного интеллекта может иметь существенное педагогическое значение. Он позволяет оперативно создавать адаптированные объяснения, межпредметные схемы, проблемные вопросы и задания различной степени сложности. При этом принципиальным является этап проверки. Если учащийся получает готовый ответ и принимает его без анализа, педагогическая ценность технологии снижается. Напротив, включение процедур сравнения, верификации, обнаружения ошибок и аргументированного исправления превращает искусственный интеллект в средство формирования естественно-научной грамотности и критического мышления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённый теоретический и сравнительный анализ показал, что интегративное преподавание биологии и химии обладает значительным педагогическим потенциалом, поскольку содержание данных дисциплин объединено общими объектами, процессами и естественно-научными закономерностями. Особенно выраженные межпредметные связи выявляются при изучении таких тем, как химический состав крови, пищеварение, газообмен, деятельность щитовидной железы, строение костной ткани и обмен веществ.

Использование средств искусственного интеллекта позволяет расширить возможности такой интеграции за счёт создания межпредметных заданий, проблемных ситуаций, адаптивных объяснений, визуальных моделей и оперативной обратной связи. Вместе с тем эффективность искусственного интеллекта определяется не самим фактом его применения, а методически обоснованным включением в учебную деятельность. Наиболее продуктивным является использование ИИ в тех случаях, когда учащиеся не получают готовый ответ, а анализируют, сопоставляют, проверяют и корректируют предложенную системой информацию.

Сравнение содержания учебников биологии и химии для 8 класса показало наличие объективной содержательной базы для интегративного обучения. Вместе с тем последовательность изучения взаимосвязанных тем в двух предметах не всегда совпадает, что требует специальной методической организации межпредметных связей со стороны учителя.

На основании проведённого анализа можно сделать вывод, что средства искусственного интеллекта целесообразно использовать как инструмент, обеспечивающий переход от разрозненного предметного знания к формированию целостных естественно-научных представлений. При таком подходе искусственный интеллект способствует развитию у учащихся критического мышления, способности устанавливать причинно-следственные связи, применять знания в новой ситуации и рассматривать биологические процессы с химической точки зрения.

Таким образом, педагогическая ценность искусственного интеллекта в интегративном преподавании биологии и химии заключается прежде всего в поддержке активной познавательной деятельности учащихся. Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка и экспериментальная проверка системы интегративных заданий для 8 класса с использованием искусственного интеллекта и определение критериев оценки их влияния на качество усвоения биологических и химических знаний.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zawacki-Richter O., Marín V. I., Bond M., Gouverneur F. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? // *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. – 2019. – Vol. 16. – Article 39. – DOI: 10.1186/s41239-019-0171-0. – URL: <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>.
2. Heeg D. M., Avraamidou L. The use of Artificial intelligence in school science: a systematic literature review // *Educational Media International*. – 2023. – Vol. 60, № 2. – P. 125–150. – DOI: 10.1080/09523987.2023.2264990. – URL: <https://doi.org/10.1080/09523987.2023.2264990>.
3. Almasri F. Exploring the Impact of Artificial Intelligence in Teaching and Learning of Science: A Systematic Review of Empirical Research // *Research in Science Education*. – 2024. – Vol. 54. – P. 977–997. – DOI: 10.1007/s11165-024-10176-3. – URL: <https://doi.org/10.1007/s11165-024-10176-3>.
4. García-Martínez I., Fernández-Batanero J. M., Fernández-Cerero J., León S. P. Analysing the Impact of Artificial Intelligence and Computational Sciences on Student Performance: Systematic Review and Meta-analysis // *Journal of New Approaches in Educational Research*. – 2023. – Vol. 12. – P. 171–197. – DOI: 10.7821/naer.2023.1.1240. – URL: <https://doi.org/10.7821/naer.2023.1.1240>.
5. Kasneci E., Sessler K., Küchemann S., Bannert M., Dementieva D., Fischer F., Gasser U., Groh G., Günnemann S., Hüllermeier E., Krusche S., Kutyniok G., Michaeli T., Nerdel C., Pfeffer J., Poquet O., Sailer M., Schmidt A., Seidel T., Stadler M., Weller J., Kuhn J., Kasneci G. ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education // *Learning and Individual Differences*. – 2023. – Vol. 103. – Article 102274. – DOI: 10.1016/j.lindif.2023.102274. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>.
6. Emenike M. E., Emenike B. U. Was This Title Generated by ChatGPT? Considerations for Artificial Intelligence Text-Generation Software Programs for Chemists and Chemistry Educators // *Journal of Chemical Education*. – 2023. – Vol. 100, № 4. – P. 1413–1418. – DOI: 10.1021/acs.jchemed.3c00063. – URL: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00063>.
7. Guo Y., Lee D. Leveraging ChatGPT for Enhancing Critical Thinking Skills // *Journal of Chemical Education*. – 2023. – Vol. 100, № 12. – P. 4876–4883. – DOI: 10.1021/acs.jchemed.3c00505. – URL: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00505>.
8. Rodríguez-Muñoz C., Huincahue J. Interdisciplinary practices for teaching biology: a systematic review // *Journal of Biological Education*. – 2025. – Vol. 59, № 5. – P. 850–868. – DOI: 10.1080/00219266.2024.2399516. – URL: <https://doi.org/10.1080/00219266.2024.2399516>.
9. Мавлянов О., Тилавов Т., Аминов Б. Биология. Человек и его здоровье: учебник для 8 класса школ общего среднего образования. – Ташкент, 2019. – URL: <https://obuchalka.org/20220604144572/biologiya-8-klass-mavlanov-o-tilavov-t-aminov-b-2019.html>.
10. Аскарлов И. Р., Гапиров К., Тухтабаев Н. Х. Химия: учебник для 8 класса школ общего среднего образования. – 4-е изд. – Ташкент: YANGIYUL POLIGRAPH SERVICE, 2019. – 208 с. – URL: <https://www.uzedu.online/books/1142/1142-73041.pdf>.