

РАЗВИТИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОМ ОБРАЗОВАНИИ КАК НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ПРЕДПОСЫЛКА ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ DIGITAL TWIN

Рафикова Рената Анатольевна

Старший преподаватель Наманганского государственного педагогического института

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.23186136>

Аннотация. В тезисе рассматривается эволюция педагогических и цифровых технологий в естественно-научном образовании как научно-методическая предпосылка внедрения технологии Digital Twin. На основе анализа научно-педагогической литературы, современных исследований в области цифровой дидактики, международных публикаций и нормативно-правовой базы Республики Узбекистан раскрыты основные этапы развития средств обучения естественным наукам. Показано, что развитие цифровых технологий отражает закономерную эволюцию методических подходов — от объяснительно-иллюстративного обучения и средств визуализации к организации исследовательской деятельности обучающихся. Обосновано, что технология Digital Twin представляет собой новый этап развития цифровых средств обучения естественным наукам, ориентированный на исследовательское моделирование природных процессов и расширение возможностей познавательной деятельности обучающихся.

Ключевые слова: *естественно-научное образование, методика обучения естественным наукам, цифровые технологии, цифровая трансформация образования, педагогические технологии, Digital Twin, цифровое моделирование, виртуальные лаборатории, исследовательское обучение.*

В последние годы в Республике Узбекистан осуществляется последовательная модернизация системы общего среднего образования, направленная на повышение качества обучения, внедрение современных педагогических технологий и развитие цифровой образовательной среды. Данные приоритеты закреплены в Законе Республики Узбекистан «Об образовании», а также в Стратегии «Узбекистан–2030», предусматривающей обновление содержания общего среднего образования, развитие цифровой образовательной инфраструктуры, внедрение современных учебных программ и повышение качества подготовки обучающихся (Закон Республики Узбекистан «Об образовании», 2020; Стратегия «Узбекистан–2030», 2023).

Одним из результатов проводимых реформ стало внедрение Национальной учебной программы и обновленного содержания предмета «Естественные науки» для начальной школы, ориентированного на формирование естественно-научной грамотности, исследовательских умений, навыков критического мышления и применения знаний в практических жизненных ситуациях (Министерство дошкольного и школьного образования Республики Узбекистан, 2022; Национальная учебная программа общего среднего образования, 2022).

Несмотря на активное развитие цифровой образовательной среды, результаты современных исследований свидетельствуют, что в школьной практике цифровые технологии преимущественно используются как средства визуализации и представления учебной информации. Возможности цифрового моделирования природных процессов,

организации исследовательской деятельности обучающихся и использования интеллектуальных цифровых систем в обучении естественным наукам остаются реализованными лишь частично (OECD, 2023; UNESCO, 2023; Luckin et al., 2022).

Развитие цифровых технологий в естественно-научном образовании неразрывно связано с эволюцией педагогических подходов к обучению. На ранних этапах преобладала объяснительно-иллюстративная модель обучения, в которой основными средствами формирования естественно-научных представлений выступали натуральные объекты, гербарии, коллекции, муляжи, модели и демонстрационные опыты (Коменский, 1939; Скаткин, 1980). В дальнейшем распространение проблемного обучения, исследовательского подхода и конструктивистских концепций привело к изменению роли ученика: от пассивного наблюдателя к активному участнику познавательной деятельности, самостоятельно выдвигающему гипотезы, проводящему исследования и интерпретирующему полученные результаты (Дьюи, 2000; Bruner, 1961; Bybee, 2013).

Развитие информационно-коммуникационных технологий обусловило переход к использованию электронных образовательных ресурсов, мультимедийных презентаций и интерактивных моделей, расширивших возможности визуализации сложных природных объектов и процессов (Mayer, 2021). Следующим этапом стало внедрение виртуальных лабораторий и компьютерных симуляций, позволивших организовать выполнение опытов в цифровой образовательной среде без использования дорогостоящего оборудования и без риска для обучающихся (de Jong et al., 2013; Rutten, van Joolingen, & van der Veen, 2012).

Несмотря на существенные преимущества виртуальных лабораторий, большинство существующих цифровых решений функционирует в рамках заранее заданных сценариев, ограничивая возможности исследования сложных природных систем и прогнозирования последствий изменения их параметров. Современное развитие цифровой дидактики свидетельствует о постепенном переходе от технологий визуализации к технологиям исследовательского цифрового моделирования, ориентированным на изучение взаимосвязей между элементами природных систем, анализ динамики их изменений и построение прогнозов (OECD, 2023; UNESCO, 2023). Именно в этом контексте технология Digital Twin рассматривается как закономерный этап эволюции средств и методов обучения естественным наукам, обеспечивающий качественно новый уровень организации исследовательской деятельности обучающихся.

В этой связи особый научно-методический интерес представляет технология Digital Twin (цифровой двойник), которая в образовательном процессе может рассматриваться не только как цифровая копия объекта, процесса или явления, но и как средство исследовательского моделирования природных систем. В отличие от электронных образовательных ресурсов, ориентированных преимущественно на представление информации, компьютерных моделей, демонстрирующих отдельные закономерности, виртуальных лабораторий, обеспечивающих выполнение заранее спроектированных экспериментов, и компьютерных симуляций, допускающих ограниченное изменение отдельных параметров, технология Digital Twin позволяет исследовать динамику взаимосвязанных природных процессов, изменять условия их протекания, анализировать причинно-следственные связи и прогнозировать возможные результаты на основе непрерывного обновления модели. Тем самым происходит переход от воспроизведения заранее заданных сценариев к организации исследовательской деятельности, основанной

на самостоятельном анализе, выдвижении гипотез и проверке различных вариантов развития изучаемых процессов (de Jong et al., 2013; OECD, 2023; Tao et al., 2019; UNESCO, 2023).

Проведенный анализ свидетельствует, что эволюция цифровых технологий в естественно-научном образовании отражает не столько последовательную смену технических средств обучения, сколько закономерное развитие педагогических концепций и методических подходов. Переход от объяснительно-иллюстративного обучения к проблемному, исследовательскому и далее к цифровому исследовательскому обучению обусловил изменение функций цифровых образовательных средств: от передачи и визуализации знаний — к организации активной познавательной деятельности обучающихся. В этой логике технология Digital Twin выступает закономерным этапом развития методики обучения естественным наукам, обеспечивая реализацию исследовательского подхода на качественно новом уровне.

Представленные положения позволяют сделать вывод, что перспективы дальнейшего развития естественно-научного образования связаны не столько с внедрением новых цифровых технологий, сколько с научным обоснованием методических систем их педагогически целесообразной интеграции. В качестве одного из таких направлений может рассматриваться разработка методической системы обучения естественным наукам учащихся 4-х классов Республики Узбекистан, основанной на интеграции технологии Digital Twin и генеративного искусственного интеллекта, обеспечивающей формирование естественно-научной грамотности, исследовательских умений, системного мышления и цифровой компетентности младших школьников.

Вывод. Эволюция средств обучения естественным наукам отражает последовательное развитие педагогических технологий — от демонстрации и объяснения природных явлений к организации исследовательской деятельности обучающихся средствами цифрового моделирования. На этом основании технология Digital Twin может быть рассмотрена не как самостоятельная цифровая инновация, а как закономерный результат развития методики обучения естественным наукам. Предлагаемое понимание создает теоретико-методологические предпосылки для проектирования авторской методической системы, интегрирующей возможности Digital Twin и генеративного искусственного интеллекта в содержание школьного естественно-научного образования Республики Узбекистан.

Литература

1. Закон Республики Узбекистан «Об образовании» № ЗРУ-637 от 23 сентября 2020 г.
2. Рената Анатольевна Рафикова, Мадина Ахаджон Кизи Мусаходжаева Особенности применения STEAM технологии в преподавании русского языка в начальных классах // Science and Education. 2024. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-primeneniya-steam-tehnologii-v-prepodavanii-russkogo-yazyka-v-nachalnyh-klassah> (дата обращения: 16.09.2026).
3. Национальная учебная программа общего среднего образования Республики Узбекистан. (2022). Министерство дошкольного и школьного образования Республики Узбекистан.
4. UNESCO. (2023). *Guidance for Generative AI in Education and Research*. Paris: UNESCO.

28.09.2026

5. Abbos Shavkat-O‘g‘li Tohirov, Inomjon Ravshanbek-O‘g‘li Sirojiddinov Bugungi kunda ta’lim-tarbiya va yoshlarga berilayotgan imkoniyatlarning amalga oshirilishi // Science and Education. 2026. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bugungi-kunda-ta-lim-tarbiya-va-yoshlarga-berilayotgan-imkoniyatlarning-amalga-oshirilishi> (дата обращения: 16.09.2026).
6. Nodira Bahtiyorovna Goipova, Muslima Mirzaolim Qizi Erkinova Bola nutqini rivojlanishida eshitish va ko‘rishning ahamiyati // Science and Education. 2025. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bola-nutqini-rivojlanishida-eshitish-va-ko-rishning-ahamiyati> (дата обращения: 16.09.2026).
7. Rustamova, G. Z. X. Q., & Mahamadjonova, D. N. Q. (2026). Shaxsning shakllanishiga ta’sir etuvchi omillar. *Science and Education*, 7(3), 372-376.