

Экологическая осознанность как ключевой аспект образовательного потенциала интерактивных симуляторов

Павел Дмитриев¹, Кристина Каримова^{1*}

¹Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева, Петропавловск, Казахстан; dmitriev_pavel@mail.ru, svvxnxxt@bk.ru

*Корреспонденция: svvxnxxt@bk.ru

Аннотация: В статье представлен анализ апробации разработанного экологического симулятора принятия решений, направленного на формирование экологической осознанности обучающихся и развития их аналитических способностей. Актуальность исследования обусловлена необходимостью внедрения интерактивных цифровых технологий в образовательный процесс для повышения качества обучения, развития навыков устойчивого управления природными ресурсами и принятия обоснованных экологических решений. В ходе исследования использован метод анкетирования с применением Google Forms, что позволило провести объективную и комплексную оценку вовлеченности пользователей, удобства интерфейса, образовательной ценности и реалистичности сценариев симулятора. Результаты апробации показали, что большинство респондентов положительно восприняли симулятор, отметив его интерактивность, информативность, практическую значимость и удобство применения в учебной деятельности. В то же время выявлены аспекты, требующие доработки, включая оптимизацию интерфейса, расширение сценариев и усовершенствование механизма обратной связи. Полученные данные подтверждают перспективность использования интерактивных цифровых инструментов в экологическом образовании. Дальнейшее совершенствование симулятора, его адаптация под различные образовательные уровни и интеграция в учебные программы позволят значительно повысить уровень экологической грамотности, развить критическое мышление, сформировать устойчивые модели поведения и способствовать формированию навыков системного анализа, прогнозирования и принятия устойчивых решений в реальных экологических ситуациях. Кроме того, расширение функционала симулятора может повысить мотивацию обучающихся и способствовать глубокому усвоению знаний. В перспективе использование подобных цифровых инструментов может стать важным шагом к модернизации образовательных подходов.

Цитирование: Дмитриев, П., Каримова, К. (2025). Экологическая осознанность как ключевой аспект образовательного потенциала интерактивных симуляторов. Вестник ЕНУ имени Л.Н. Гумилева. Серия: Химия. География. Экология, 150(1), 152-170.

<https://doi.org/10.32523/2616-6771-2025-150-1-152-170>

Академический редактор:
Ж.Г. Берденов

Поступила: 24.02.2025
Исправлена: 01.03.2025
Принята: 10.03.2025
Опубликована: 31.03.2025



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

Ключевые слова: экология, устойчивость, экологическое образование, информационно-коммуникационные технологии, интерактивный симулятор, экологическая осознанность, цифровые

образовательные инструменты.

1. Введение

Современные экологические вызовы требуют новых подходов к образованию, направленных на развитие экологической осознанности и ответственности у всех участников общества. Взаимодействие человека с окружающей средой должно основываться на принципах устойчивого развития, что невозможно без глубокой экологической культуры. Экологическое образование играет ключевую роль в формировании знаний о состоянии окружающей среды, осознании последствий деятельности человека и поиске эффективных решений экологических проблем (Zhang et al., 2025; Scheel et al., 2024).

Информационно-коммуникационные технологии в последние десятилетия стали неотъемлемой частью образовательного процесса (Chia et al., 2025; Kondratenko et al., 2024). Их применение в экологическом образовании открывает новые возможности для моделирования сложных процессов, анализа взаимосвязей и обучения через практические примеры (Barna et al., 2020; Nazlidou et al., 2024). Интерактивные инструменты, такие как симуляторы, позволяют не только передавать знания, но и формировать навыки принятия решений, учитывающих экологические последствия (Kornilov et al., 2017). Также интересен подход их использования с проблемами окружающей среды, а также они содействуют устойчивому развитию (Hussain et al., 2025).

Исследования, посвященные применению информационно-коммуникационных технологий в экологическом образовании, свидетельствуют о растущем интересе к использованию цифровых инструментов для формирования экологической культуры. Значительный вклад в развитие этой области внесли такие авторы, как Байханов, И.Б., Сорокопуд, Ю.В., Коломиец, О.М., Канюк, А.С., Соколова, Н.И. Они подчеркивают важность интерактивных методов обучения, которые способствуют формированию экологического сознания, развитию аналитического мышления и навыков принятия решений (Adieva et al., 2024).

Симонова, И.Н. в своих исследованиях отмечает, что, несмотря на кажущуюся экологическую нейтральность IT-сферы, её влияние на окружающую среду далеко не однозначно. Она подчеркивает, что информационная среда как рукотворная система создает новые вызовы для экологической культуры, требуя переосмысления образовательных подходов. Информационно-коммуникационная образовательная среда, по мнению автора, должна проектироваться таким образом, чтобы не только способствовать познавательной активности обучающихся, но и формировать их экологическую культуру через дидактические возможности цифровых технологий (Simonova, 2013).

Однако анализ научной литературы показывает, что применение интерактивных технологий в экологическом образовании остается недостаточно исследованным. В частности, использование симуляторов для обучения навыкам принятия экологически значимых решений редко становится предметом глубоких исследований. Это создает проблемную ситуацию, связанную с необходимостью разработки и апробации новых подходов, способных повысить эффективность экологического образования (Mar et al., 2025).

В данной работе основное внимание уделяется созданию и апробации интерактивного симулятора, направленного на обучение экологически обоснованным решениям. Применение интерактивных симуляторов в образовательном процессе активно изучается в научных исследованиях (Ni et al., 2024). Данный подход используется при проектировании (AI-Saigh et al., 2023). Так, Emprin, F. и Sabra, H. разработали методологию использования симулятора, который представляет собой тренажер по анализу урока геометрии (Galiakberova et al., 2020). Интерактивные технологии применяются и в области филологии, обучения языкам (He et al., 2024). Эти технологии являются неотъемлемой частью современного образовательного процесса (Abumosa et al., 2024; Sibley et al., 2024).

Кроме того, А.С. Мисникова рассматривает применение симуляторов и игровых технологий в образовании, подчеркивая их роль в развитии когнитивных способностей, критического мышления и адаптивных учебных программ (Misnikova, 2024).

Симулятор ориентирован на моделирование сложных ситуаций, связанных с управлением природными ресурсами и минимизацией антропогенного воздействия, что позволяет обучающимся не только осваивать теоретические знания, но и применять их на практике (Bin et al., 2025; Yaseen et al., 2025). Цель исследования заключается в оценке эффективности применения такого симулятора в образовательной практике, а также в анализе его влияния на развитие экологического мышления и осознанности обучающихся.

Таким образом, актуальность данного исследования определяется необходимостью разработки инновационных инструментов обучения, способных повысить эффективность экологического образования и сформировать у обучающихся навыки, востребованные в условиях глобальных экологических вызовов.

В исследование включены следующие задачи: разработка интерактивного симулятора для моделирования решений экологических проблем на базе интернет-ресурса; проведение апробации разработанного симулятора среди студентов для оценки его эффективности в процессе формирования экологического мышления; анализ полученных результатов.

Разработка симулятора базировалась на нескольких ключевых критериях. Научная обоснованность обеспечивалась использованием достоверных экологических данных, моделей и принципов устойчивого развития. Интерактивность позволяла пользователям принимать решения, влияющие на развитие сценария, что способствовало вовлечению и развитию аналитических навыков. Доступность интерфейса учитывала потребности различных категорий пользователей, обеспечивая простоту взаимодействия с ресурсом. Разнообразие сценариев охватывало ключевые экологические проблемы, способствуя комплексному изучению предмета. Обратная связь помогала осознавать последствия решений, формируя экологическое мышление. Гибкость платформы обеспечивала возможность расширения функционала и интеграции новых сценариев. Эти параметры обеспечили соответствие симулятора современным требованиям к образовательным инструментам.

2. Материалы и методы

В условиях нарастающих экологических вызовов и необходимости формирования устойчивого мышления среди обучающихся особую значимость приобретает использование инновационных образовательных технологий (Yul'metova et al., 2020).

В этом контексте, разработан симулятор решений экологических проблем на базе интернет-ресурса. Данный интерактивный инструмент представляет собой образовательную платформу, которая позволяет воспроизводить реальные экологические ситуации и анализировать последствия различных управленческих решений. Основная цель разработки заключается в формировании у пользователей системного понимания концепций устойчивого развития и демонстрации влияния индивидуальных и коллективных решений на состояние окружающей среды. Такой подход делает образовательный процесс более увлекательным и интерактивным, способствуя более глубокому усвоению знаний и формированию экологической осознанности (Wu et al., 2018; Guana-Moya et al., 2024).

На главной странице пользователи встречают приветственное сообщение и краткое описание симулятора. Далее, нажав кнопку «Начать сейчас», они переходят к выбору направления для исследования: управление отходами либо управление ресурсами. Каждое направление имеет свой сюжетный квест - образовательный сценарий, который включает в себя этапы принятия решений, небольшие квизы и анализ последствий. Начальный этап прохождения симулятора представлен на рисунке 1.

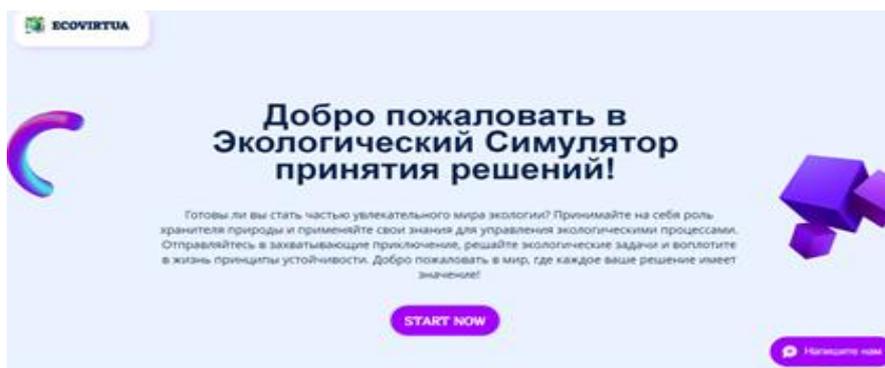


Рисунок 1. Главная страница

Сюжетный квест - это интерактивная обучающая история, где пользователю предлагается принять участие в сценарии, основанном на реальных экологических проблемах. Ключевой особенностью квеста является возможность влиять на развитие событий путем выбора различных решений, что позволяет моделировать реальные экологические процессы и оценивать их последствия. Это делает симулятор не только эффективным обучающим инструментом, но и средством для исследования поведения пользователей, анализа их стратегий и выявления наиболее оптимальных подходов к решению экологических задач. Кроме того, данный формат обучения способствует развитию критического мышления, навыков прогнозирования и комплексного подхода к оценке экологических ситуаций (Galiakberova et al., 2020; McGuire et al., 2022).

Рисунок 2 иллюстрирует следующий этап - знакомство пользователей с кратким дайджестом выбранного сценария. На этом этапе обучающиеся получают описание задачи, которое задает контекст для дальнейшего прохождения квеста, помогая сформировать начальное представление о проблеме. Четкое понимание исходной ситуации позволяет пользователям осознанно принимать дальнейшие решения и видеть их долгосрочные последствия. Это способствует не только более глубокому усвоению материала, но и формированию экологической ответственности, поскольку участники учатся оценивать влияние своих действий на окружающую среду.



Рисунок 2. Сюжетный квест

Далее начинается сам квест. Каждый этап требует от пользователя принятия решений, которые непосредственно влияют на развитие сюжета. В процессе прохождения симулятора, обучающиеся сталкиваются с экологическими проблемами, требующими комплексного

анализа и взвешенного выбора, например, управление водными ресурсами, сокращение выбросов или разработка стратегии утилизации отходов.

После того как пользователь ознакомится с вводной частью сюжетного квеста, ему предстоит сделать первый выбор, который станет поворотным моментом для дальнейшего развития событий. Важной особенностью симулятора является то, что каждый выбор пользователя имеет реальные последствия для хода событий, что позволяет моделировать разные сценарии и исходы. Это способствует формированию системного мышления, поскольку пользователи не только изучают теоретические аспекты экологических проблем, но и оценивают долгосрочные последствия своих решений, сопоставляя их с принципами устойчивого развития.

Пользователю будет предложено несколько последовательных решений в зависимости от контекста выбранного направления. Например, если пользователь выбрал квест, связанный с управлением водными ресурсами, первый выбор может касаться разработки стратегии по очистке и защите водоемов или созданию плана по снижению водопотребления. С каждым новым ответом события будут изменяться, демонстрируя влияние принимаемых решений на экологическую систему. Такой подход обеспечивает многовариантность квеста и делает его интерактивным и познавательным. Пользователь сможет экспериментировать с различными стратегиями и видеть, как даже незначительные решения могут повлиять на глобальную экологическую ситуацию. В итоге это способствует не только обучению, но и формированию ответственного подхода к управлению природными ресурсами. Процесс принятия решения представлен на рисунке 3.



Рисунок 3. Демонстрация разных направлений развития сюжета

В процессе прохождения сюжета пользователи выполняют небольшие задания, которые приближены к реальным экологическим проблемам. Например, на одном из этапов пользователю необходимо правильно расставить в порядке важности ключевые шаги для организации кампании по экономии воды или упорядочить этапы успешного внедрения системы капельного орошения.

После выполнения заданий пользователи получают обратную связь и могут посмотреть правильные ответы, что способствует обучению и самооценке. Результаты действий пользователей сохраняются и поступают к разработчикам, что позволяет использовать симулятор не только как обучающий инструмент, но и как платформу для дальнейших научных исследований.

По завершении сюжетного квеста пользователи заполняют анкету, где они могут оценить сценарий и дать обратную связь о прохождении. Это помогает разработчикам улучшать симулятор, а также дает ценную информацию для анализа пользовательских решений и дальнейших исследований.

Экологический симулятор принятия решений предлагает новый способ взаимодействия с экологическими проблемами через интерактивные образовательные сценарии, в которых пользователи могут изучить реальные проблемы, применить свои знания и увидеть результаты своих действий.

Симулятор позволяет пользователям оценивать потенциальные экологические риски и прогнозировать последствия своих действий в рамках имитируемых сценариев. Это способствует пониманию взаимосвязей между экологическими, экономическими и социальными аспектами, что необходимо для разработки комплексных мер по защите экосистем и безопасности населения. А также принятию взвешенных решений, которые учитывают все возможные последствия для окружающей среды, общества и экономики.

Эти механизмы позволяют пользователям не только анализировать экологические ситуации, но и развивать навыки стратегического планирования и прогнозирования, что является важным элементом формирования устойчивых подходов к охране окружающей среды. В результате симулятор способствует подготовке новых поколений специалистов и граждан, способных принимать ответственные решения на различных уровнях - от локального до глобального.

Апробация разработанного экологического симулятора принятия решений проводилась методом анкетирования с использованием инструмента Google Forms, что обусловлено доступностью платформы, удобством для респондентов и автоматизированной обработкой данных. Гибкая настройка структуры опроса позволила адаптировать анкету для оценки вовлеченности студентов, их способности анализировать экологические сценарии и прогнозировать последствия принятых решений. Применение данного инструмента обеспечило объективный сбор и анализ данных, способствуя всесторонней оценке эффективности симулятора в формировании экологической осознанности и компетенций обучающихся.

В социологическом исследовании приняли участие 125 студентов факультета Математики и естественных наук Северо-Казахстанского университета имени М. Козыбаева. Анкетирование включало 9 вопросов закрытого типа с одним и несколькими вариантами ответов.

Статистическая обработка данных была проведена с использованием программы Microsoft Excel. Для количественного анализа результатов анкетирования были рассчитаны средние значения (M), стандартное отклонение (SD) и стандартная ошибка (SE). Эти показатели позволили оценить разброс данных и достоверность полученных результатов.

3. Результаты

Анализ результатов апробации экологического симулятора принятия решений подтвердил высокую вовлеченность студентов в процесс использования интерактивного симулятора, а также его образовательную ценность и эффективность в формировании экологической осознанности. Оценка восприятия симулятора охватывала такие аспекты, как увлекательность игрового процесса, удобство интерфейса, эмоциональная вовлеченность, уровень познавательной ценности, а также готовность использовать его в учебной или профессиональной деятельности.

3.1. Вовлеченность студентов в использование симулятора

3.1.1. Оценка вовлеченности

Первым ключевым вопросом исследования, представленного на рисунке 4 стало определение степени вовлеченности студентов в использование симулятора. Большинство участников – 60,8% (76 человек) – отметили, что игра полностью увлекла их, что свидетельствует о высокой привлекательности данного формата обучения. Еще 32,8% (41 человек) указали, что симулятор был интересным, но имеет некоторые недочеты. Это

подтверждает, что в целом инструмент вызвал положительные эмоции и заинтересовал обучающихся. Лишь 6,4% (8 человек) сообщили, что симулятор показался им скучным.

Эти результаты позволяют сделать вывод о том, что применение геймификации и интерактивных методик в образовательном процессе способствует поддержанию интереса обучающихся и вовлеченности в процесс обучения. Тем не менее, выявленный процент студентов, которые обнаружили недостатки или не нашли симулятор увлекательным, указывает на необходимость дальнейшего совершенствования контента, а также возможного расширения сценариев для охвата различных образовательных предпочтений.

Насколько симулятор был для вас увлекательным и интересным?

125 ответов

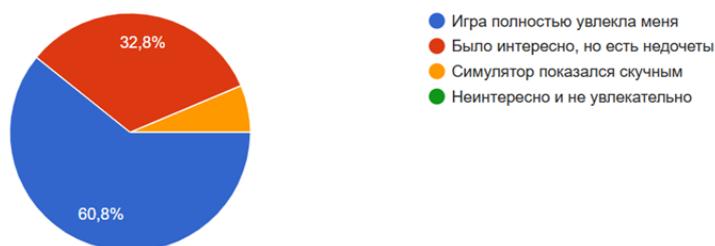


Рисунок 4. Уровень вовлеченности обучающихся

3.1.2. Оценка удобства интерфейса

Второй аспект анализа – удобство интерфейса и доступность симулятора для пользователей, представленный на рисунке 5. Положительную оценку удобству интерфейса дали 52,8% (66 человек), отметив, что он был абсолютно комфортным. Еще 38,4% (48 человек) согласились, что интерфейс удобен, но нуждается в доработке. Это означает, что более 90% пользователей нашли навигацию и дизайн симулятора интуитивно понятными.

Насколько комфортным был интерфейс симулятора?

125 ответов

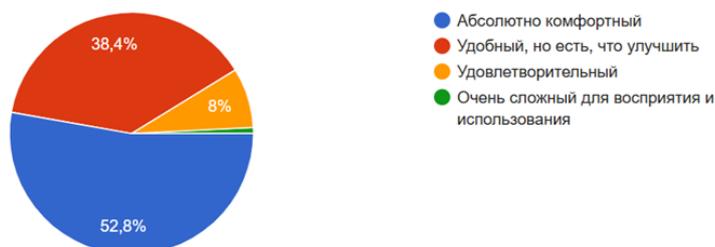


Рисунок 5. Оценка эргономических характеристик интерфейса

При этом 8% (10 человек) указали на удовлетворительный уровень удобства интерфейса, а 0,8% (1 человек) назвали его сложным для восприятия и использования. Хотя процент отрицательных отзывов минимален, эти данные указывают на необходимость дальнейшей оптимизации пользовательского опыта, например, путем добавления обучающих инструкций, упрощения интерфейса или адаптации симулятора для различных устройств.

3.1.3. Эмоциональное восприятие симулятора

Эмоциональное восприятие образовательного процесса играет важную роль в формировании мотивации обучающихся и способствует более глубокому усвоению знаний. Использование игровых и интерактивных элементов в обучении, таких как симуляторы, позволяет вовлекать студентов в учебный процесс и вызывать эмоциональный отклик, который усиливает когнитивные процессы и способствует лучшему запоминанию информации.

Наибольший процент респондентов испытывали интерес и вдохновение, что свидетельствует о высокой мотивационной ценности симулятора. Интерес является ключевым фактором вовлеченности, так как способствует активному изучению материала и повышению уровня самостоятельной познавательной деятельности. Вдохновение также играет важную роль, так как оно часто ассоциируется с желанием применять полученные знания на практике, что особенно важно в контексте формирования экологической осознанности.

Высокие показатели удовлетворения (52,8%) свидетельствуют о том, что симулятор не только предоставил студентам новые знания, но и вызвал позитивные эмоции от образовательного процесса. Это указывает на сбалансированность игрового и образовательного контента, который способен одновременно обучать и приносить удовольствие от взаимодействия. Радость, которую отметили 35,2% участников, подчеркивает, что использование интерактивных технологий в образовательном процессе может вызывать положительные эмоции, делая процесс обучения менее формализованным и более увлекательным.

Примечательно, что разочарование выразил лишь один участник опроса (0,8%), что демонстрирует практически полное отсутствие негативного восприятия симулятора. Это говорит о том, что подавляющее большинство студентов восприняли инструмент положительно и не испытали неудовлетворенности от его использования. Анализ результатов, предоставленных на рисунке 6, показывает, что высокий уровень эмоционального вовлечения коррелирует с мотивацией к изучению экологических проблем и формированием ответственного отношения к окружающей среде. Это подтверждает эффективность симулятора как образовательного инструмента, способного не только передавать знания, но и вызывать эмоциональный отклик, что значительно повышает его педагогическую ценность.

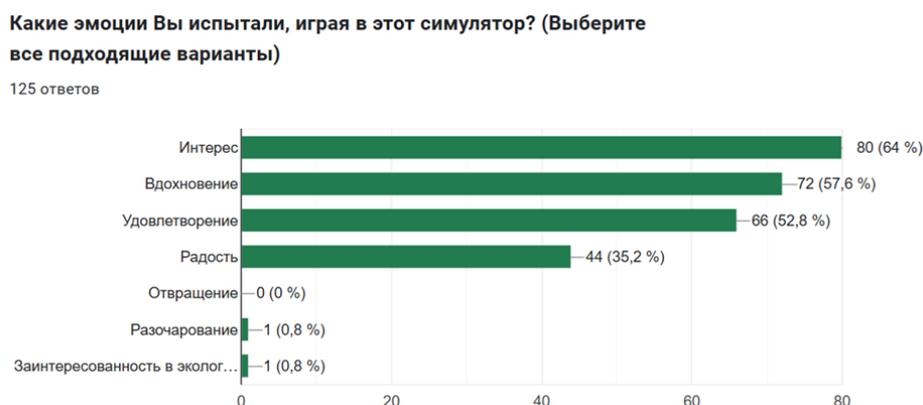


Рисунок 6. Эмоциональная вовлеченность и когнитивные эффекты

3.1.4. Познавательная ценность симулятора

Одним из ключевых показателей эффективности образовательных инструментов является объем новой информации, полученной обучающимися в процессе их использования. В рамках проведенного исследования респондентам был задан вопрос о том, узнали ли они что-то новое, работая с интерактивным симулятором. Анализ данных, представленных на рисунке 7 показывает, что почти 98% респондентов получили новую информацию, что свидетельствует о высокой познавательной ценности симулятора. Более половины студентов (53,6%) отметили, что в процессе работы с инструментом узнали много новой информации. Это подтверждает его значимость как источника актуальных знаний, особенно в контексте экологического образования, где важно не только усвоение теоретических аспектов, но и развитие навыков анализа и принятия решений. 44% респондентов указали, что получили «немного новой информации», что также является позитивным показателем. Это может означать, что симулятор помог структурировать уже имеющиеся знания, расширить понимание экологических проблем или предложил альтернативные подходы к решению задач, с которыми студенты уже были знакомы. Такой результат демонстрирует важность интерактивного обучения, поскольку оно позволяет учащимся не только получать новую информацию, но и закреплять ранее изученные концепции через активное взаимодействие с цифровым средством.

Лишь 2,4% участников (3 человека) отметили, что не узнали ничего нового. Это может быть связано с несколькими факторами: во-первых, данные студенты могли изначально обладать высоким уровнем знаний в области экологии, что сделало представленный материал для них менее информативным. Во-вторых, возможно, их низкая вовлеченность в процесс или отсутствие интереса к теме повлияло на восприятие представленных данных. Дополнительно стоит отметить, что высокая познавательная ценность симулятора может быть связана с его интерактивным форматом, который позволяет учащимся активно участвовать в процессе обучения, принимать решения и анализировать их последствия. Исследования в области педагогики подтверждают, что усвоение информации происходит эффективнее, когда студенты вовлечены в практическую деятельность, а не просто воспринимают информацию пассивно.

Узнали ли Вы что-то новое для себя, играя в этот симулятор?

125 ответов

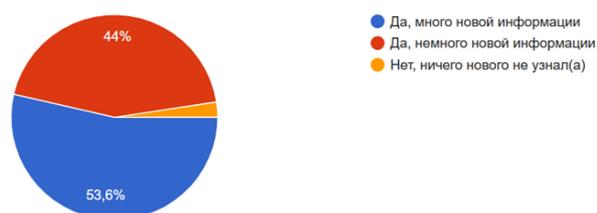


Рисунок 7. Оценка познавательной ценности цифрового инструмента

Таким образом, полученные результаты демонстрируют, что использование интерактивных цифровых инструментов в образовательном процессе способствует не только передаче новых знаний, но и их лучшему усвоению за счет активного взаимодействия с материалом. Данный аспект подчеркивает важность дальнейшего развития и совершенствования образовательных симуляторов, а также их интеграции в учебные программы для повышения эффективности обучения и формирования устойчивого интереса к изучаемой теме.

3.1.5. Готовность к дальнейшему использованию

Готовность студентов использовать данный симулятор или подобные цифровые инструменты в учебной или профессиональной деятельности, представлена на рисунке 8.

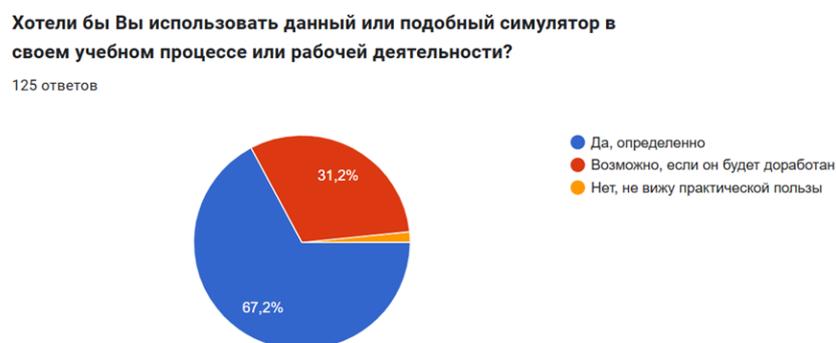


Рисунок 8. Готовность к дальнейшему применению симулятора

Эти данные показывают, что 98,4% респондентов готовы использовать интерактивные симуляторы в образовательной практике. Это свидетельствует о востребованности цифровых технологий в обучении и подтверждает их эффективность в формировании экологической осознанности.

3.1.6. Наиболее значимые аспекты симулятора

Участники опроса также выделили наиболее ценные аспекты симулятора. Результаты представлены на рисунке 9.

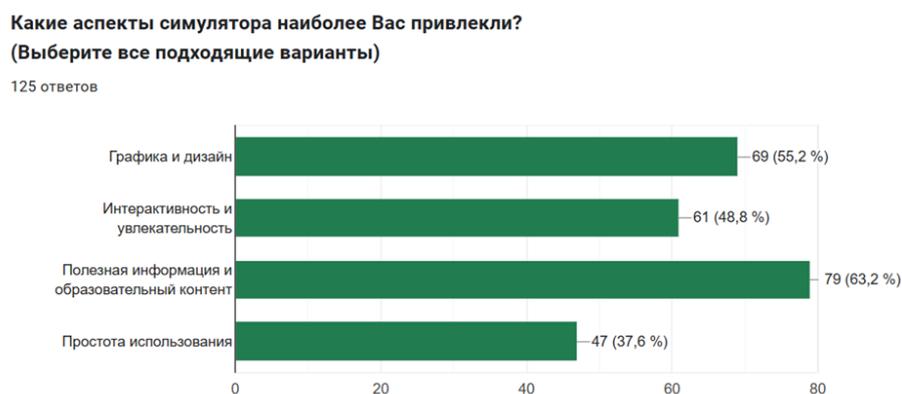


Рисунок 9. Оценка наиболее значимых аспектов симулятора

Большинство студентов отметили ценность образовательного контента, что говорит о важности наполнения симулятора качественной информацией. Графика и интерактивность также сыграли ключевую роль в вовлечении пользователей, что подчеркивает необходимость комплексного подхода к разработке образовательных инструментов.

3.1.7. Восприятие реалистичности представленных сценариев

Для оценки качества моделируемых экологических ситуаций участники ответили на вопрос о реалистичности представленных сценариев. Результаты представлены на рисунке 10.

Как Вы оцениваете уровень реализма представленных в играх ситуаций?

125 ответов

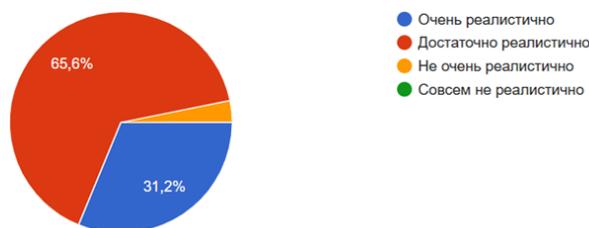


Рисунок 10. Восприятие реалистичности представленных сценариев

Таким образом, 96,8% пользователей сочли симулятор правдоподобным, что указывает на высокую достоверность разработанных сценариев и их соответствие реальным экологическим проблемам.

3.1.8. Отношение к информационно-коммуникационным технологиям

Одним из важных аспектов исследования являлось изучение отношения студентов к информационно-коммуникационным технологиям, так как их восприятие может напрямую влиять на уровень вовлеченности и эффективность использования цифровых инструментов в образовательном процессе. Результаты анкетирования показали, что большинство респондентов имеют положительное отношение к ИКТ. Результаты представлены на рисунке 11.

Каково Ваше отношение к информационно-коммуникационным технологиям (ИКТ)?

125 ответов

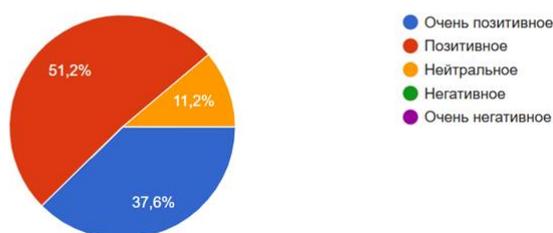


Рисунок 11. Отношение к информационно-коммуникационным технологиям

Таким образом, 88,8% студентов относятся к ИКТ положительно, что свидетельствует о высокой степени готовности обучающихся к использованию цифровых образовательных инструментов. Это подтверждает актуальность внедрения интерактивных технологий в образовательную практику, поскольку они находят отклик среди студентов и воспринимаются как удобные и эффективные средства обучения.

В то же время 11,2% участников, выбравших нейтральное отношение, могут свидетельствовать о наличии группы студентов, которые не испытывают выраженного интереса к цифровым инструментам или не видят их значительного преимущества перед традиционными методами обучения. Это указывает на необходимость дальнейшего изучения факторов, влияющих на уровень восприятия ИКТ, а также возможной адаптации образовательных программ с учетом различных категорий пользователей. Данный результат

подтверждает, что использование интерактивных симуляторов имеет значительный потенциал в образовательной среде, особенно среди студентов, обладающих высокой цифровой грамотностью. Однако важно учитывать индивидуальные различия в уровне восприятия технологий, а также необходимость методической поддержки для студентов, которые могут испытывать трудности при работе с новыми цифровыми инструментами.

3.1.9. Влияние симулятора на формирование экологического мышления

Формирование экологической осознанности является одной из приоритетных задач современного образования, особенно в условиях глобальных экологических вызовов. Осознание взаимосвязи между деятельностью человека и состоянием окружающей среды играет решающую роль в становлении ответственного отношения к природным ресурсам и поиске устойчивых решений. В данном контексте применение интерактивных образовательных технологий, таких как разработанный симулятор, приобретает особую значимость. Для оценки эффективности симулятора в формировании экологического мышления респондентам был задан вопрос о его влиянии на развитие экологической осознанности. Результаты анкетирования представлены на рисунке 12.

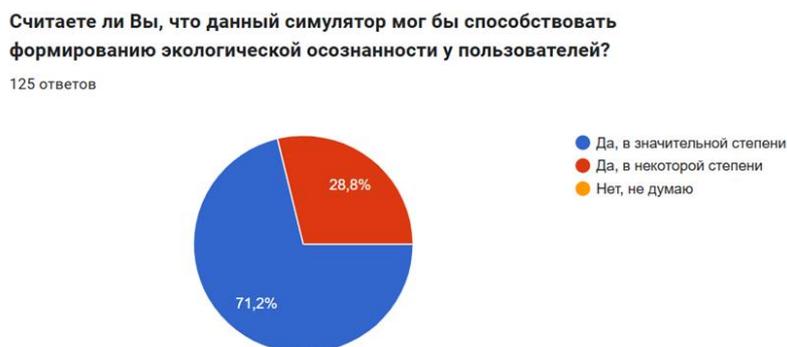


Рисунок 12. Влияние симулятора на формирование экологического мышления

Результаты исследования демонстрируют, что интерактивный подход способствует более глубокому пониманию экологических проблем. 71,2% студентов отметили, что симулятор оказал значительное влияние на их экологическое мышление. Это означает, что цифровая образовательная среда не только предоставила им новую информацию, но и побудила к осмыслению взаимосвязи между человеческой деятельностью и окружающей средой, а также к поиску практических решений актуальных экологических проблем.

Оставшиеся 28,8% респондентов отметили влияние симулятора на развитие их экологической осознанности, но лишь в некоторой степени. Это может указывать на несколько факторов. Первый фактор - разный уровень исходной подготовки. Те, кто уже обладал базовыми знаниями в сфере экологии, могли воспринимать симулятор не как принципиально новый инструмент, а как дополнительный источник информации, способствующий систематизации знаний. Личные образовательные предпочтения. Некоторые студенты могут быть менее восприимчивы к игровым методикам обучения и предпочитать более традиционные формы получения информации.

Второй фактор - индивидуальные различия в осознании проблемы. Уровень вовлеченности в экологические вопросы варьируется, и не все респонденты могли осознать значимость представленных проблем в равной мере. Тем не менее, даже те, кто отметил влияние симулятора в некоторой степени, признали его роль в развитии экологического мышления. Это свидетельствует о том, что цифровые образовательные технологии, особенно интерактивные, обладают высоким потенциалом в сфере формирования экологической культуры.

Таким образом, анализ анкетирования демонстрирует высокий уровень вовлеченности студентов в образовательный процесс при использовании интерактивного симулятора. Высокие показатели познавательной эффективности, эмоциональной вовлеченности и эргономичности интерфейса подтверждают значимость цифровых технологий в формировании экологической осознанности. Полученные данные позволяют констатировать, что разработанный симулятор является действенным инструментом экологического образования, способствующим развитию аналитического мышления, формированию ответственного отношения к окружающей среде и приобретению практических навыков принятия экологически ориентированных решений. Дальнейшая оптимизация интерфейса, расширение сценариев и совершенствование механизма обратной связи позволят повысить эффективность образовательного воздействия и обеспечить интеграцию симулятора в более широкий контекст цифрового обучения.

3.2. Анализ статистической значимости результатов

3.2.1. Количественные данные

Для количественной оценки восприятия симулятора были рассчитаны средние значения (M), стандартное отклонение (SD) и стандартная ошибка (SE) по ключевым параметрам исследования. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Статистические показатели оценки симулятора студентами

Параметр	Среднее значение (M)	Станд. отклонение (SD)	Станд. ошибка (SE)	Мин	Макс
Вовлеченность	4,65	0,48	0,044	4,0	5,0
Интерфейс	4,58	0,50	0,046	4,0	5,0
Новая информация	4,55	0,50	0,045	4,0	5,0
Готовность использовать	4,68	0,47	0,042	4,0	5,0
Реализм	4,32	0,47	0,043	4,0	5,0
Отношение к ИКТ	4,26	0,65	0,058	3,0	5,0
Экологическая осознанность	4,71	0,45	0,041	4,0	5,0

3.2.2. Эмоциональная реакция студентов на симулятор

Чаще всего студенты испытывали:

- Интерес – 80 раз;
- Вдохновение – 72 раза;
- Удовлетворение – 66 раз;
- Радость – 44 раза;
- Разочарование – 1 раз (что практически незначимо).

3.2.3. Наиболее значимые характеристики симулятора по мнению студентов

Маркированные списки должны быть оформлены как:

- Полезная информация и образовательный контент – 79 раз;
- Графика и дизайн – 69 раз;
- Интерактивность и увлекательность – 61 раз.
- Простота использования – 47 раз.



Рисунок 13. Средние значения оценки параметров симулятора студентами

Анализ средних значений показывает, что наивысшую оценку среди всех параметров получила экологическая осознанность ($M = 4.71$, $SD = 0.45$), что свидетельствует о высокой эффективности симулятора в формировании ответственного отношения к окружающей среде. Кроме того, показатели вовлеченности ($M = 4.65$, $SD = 0.48$) и готовности к использованию симулятора в будущем ($M = 4.68$, $SD = 0.47$) подтверждают высокий уровень удовлетворенности студентов данным образовательным инструментом. В то же время наименьшие средние оценки наблюдаются для реалистичности представленных сценариев ($M = 4.32$, $SD = 0.47$) и отношения к ИКТ ($M = 4.26$, $SD = 0.65$), что может указывать на необходимость доработки визуальных и технических аспектов симулятора.

Таким образом, статистический анализ подтверждает, что интерактивный симулятор не только привлекателен для студентов, но и способствует приобретению новых знаний, развитию экологической осознанности и повышению интереса к изучаемому материалу.

4. Обсуждение

Высокая эффективность симулятора как инструмента формирования экологического мышления объясняется рядом факторов. Моделирование сценариев, требующих принятия решений в условиях ограниченности ресурсов и экологических рисков, позволяло обучающимся осознавать последствия своих действий. Практическое взаимодействие с экологическими проблемами в симуляторе способствовало переходу от теоретического осознания к конкретным шагам по решению экологических вопросов. Возможность наблюдать результаты своих решений помогала студентам развивать системное мышление, а обратная связь в симуляторе позволяла оценить долгосрочное влияние различных стратегий на состояние окружающей среды.

Геймификация образовательного процесса повышала мотивацию студентов и способствовала росту интереса к изучению экологии. Возможность экспериментировать с разными стратегиями и анализировать их последствия делала процесс обучения более осмысленным, а столкновение с дилеммами, требующими взвешенного выбора, способствовало развитию аналитических способностей. Кроме того, предоставление альтернативных сценариев решения экологических проблем помогало студентам оценивать их с разных точек зрения, а эмоциональная вовлеченность в процесс принятия решений усиливала осознание значимости экологических вопросов. Важную роль играла и возможность «прожить» последствия своих действий, что создавало более сильный эффект запоминания по сравнению с традиционными методами обучения.

Полученные результаты подтверждают эффективность интерактивного симулятора в экологическом образовании. Большинство студентов отметили его влияние на формирование

экологической осознанности и развитие аналитического мышления, что свидетельствует о высокой перспективности цифровых образовательных технологий. В то же время ограничения исследования включают выборку только из студентов одного факультета и субъективность анкетных данных. Дальнейшие исследования могут предусматривать использование объективных методов оценки, интеграцию симулятора в различные образовательные программы и разработку новых сценариев, что позволит повысить его образовательную ценность.

Таким образом, подтверждается эффективность интерактивных технологий в экологическом образовании. Дальнейшая оптимизация цифровых инструментов и расширение их функционала помогут углубить понимание экологических проблем и сформировать у обучающихся более ответственное отношение к окружающей среде.

5. Заключение

В ходе апробации экологического симулятора принятия решений получены данные, позволяющие оценить его образовательную эффективность и влияние на формирование экологической осознанности у студентов. Современное экологическое образование требует использования инновационных методов, и разработанный симулятор продемонстрировал свою значимость как инструмент активного обучения. Интерактивный формат позволил пользователям не только изучить экологические проблемы, но и моделировать последствия своих решений, что способствует развитию системного мышления (Isakzhanova et al., 2023).

Результаты исследования показали, что студенты в целом положительно восприняли симулятор, отметив его информативность, интерактивность и доступность. Большинство респондентов выразили заинтересованность в его использовании в образовательном процессе, что свидетельствует о высокой востребованности подобных цифровых решений в сфере экологического образования. Вместе с тем были выявлены аспекты, требующие доработки, включая усовершенствование интерфейса, расширение сценариев и улучшение механизма обратной связи.

Таким образом, можно сделать вывод, что внедрение интерактивных технологий в образовательный процесс является перспективным направлением формирования экологической грамотности. Однако эффективность подобных инструментов напрямую зависит от их качества, адаптивности и доступности. Дальнейшее совершенствование симулятора и его интеграция в учебные программы позволят повысить уровень экологической осознанности среди обучающихся и способствовать формированию ответственного отношения к окружающей среде.

Разработан симулятор решений экологических проблем на базе интернет-ресурса. Апробация экологического симулятора принятия решений среди студентов факультета математики и естественных наук подтвердила его образовательную эффективность. Анкетирование позволило оценить уровень вовлеченности пользователей и влияние симулятора на формирование экологической осознанности. Симулятор способствовал развитию аналитического мышления и навыков принятия решений, получил положительные оценки за интерактивность и образовательную ценность. Однако выявлены аспекты, требующие доработки, включая оптимизацию интерфейса и расширение сценариев.

Использование цифровых образовательных технологий является перспективным направлением экологического образования (Nazratkulova, 2022). В дальнейшем возможно применение методов статистического анализа для более глубокой оценки влияния симулятора на уровень экологической осведомленности обучающихся. Актуальность исследований экологического образования и просвещения связана с практическим формированием навыков и является одним из главных аспектов устойчивого развития.

6. Вспомогательный материал: нет вспомогательного материала.

7. Вклады авторов

Концептуализация, К.К. и П.Д.; методология, К.К.; программное обеспечение, К.К.; валидация, К.К. и П.Д.; формальный анализ, К.К.; исследование, К.К.; ресурсы, К.К.; курирование данных, П.Д.; написание - подготовка оригинального черновика, К.К.; написание - рецензирование и редактирование, К.К. и П.Д.; визуализация, К.К.; руководство, П.Д.; администрирование проекта, П.Д. Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

8. Информация об авторах

Дмитриев Павел Станиславович – профессор, кафедра «География и экология», кандидат биологических наук, доцент, Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева, ул. Пушкина, 88, Петропавловск, Казахстан, 150000; dmitriev.pavel@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2712-3508>

Каримова Кристина Руслановна - магистрант 2 курса образовательной программы 7М05202 Экология, Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева, ул. Пушкина, 88, Петропавловск, Казахстан, 150000; svvxnxxt@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0003-7047-4420>

9. Финансирование: Нет внешнего финансирования.

10. Благодарности: Авторы выражают признательность СКУ им. М. Козыбаева за предоставленные ресурсы и поддержку в ходе исследования. К.Р. Каримова – предварительные результаты исследования были обсуждены на конференциях и научных семинарах, что позволило уточнить методологический подход и получить конструктивную обратную связь. П.С. Дмитриев - оказал значительную помощь в организации апробации симулятора, включая координацию участников, разработку анкетирования и сбор эмпирических данных.

11. Конфликты интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

12. Список литературы

1. Abumosa, M. (2024). University students' perspectives on the use of interactive presentation technologies. *International Journal of Technology in Education and Science*, 8(4), 645–667. <https://doi.org/10.46328/ijtes.579>
2. Adieva, A. A., Medzhidov, M. A., & Musina, L. F. (2024). Rol informatsionnykh tekhnologii v obespechenii ekologicheskogo obrazovaniya: strategii prepodavaniya i ispolzovanie onlain-resursov [The role of information technologies in environmental education: Teaching strategies and the use of online resources]. *Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya* [Problems of Modern Pedagogical Education], 84(2), 13–16.
3. Al-Saigh, M. N., & Mahmoud, K. F. (2023). The impact of smart interactive technologies in creating personal internal spaces: An analytical study of user preferences for interactive shape characteristics. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 18(8), 2339–2348. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.180804>
4. Barna, I., Hrytsak, L., & Henseruk, H. (2020). The use of information and communication technologies in training ecology students. *E3S Web of Conferences*, 166, 1–7.
5. Bin, Z., & Mengmeng, Z. (2025). Immersive experience and interactive design of architectural visualization based on virtual reality technology. *International Journal of High Speed Electronics and Systems*, 34, 1-15. <https://doi.org/10.1142/S012915642540316X>

6. Chia, C., & Tsai, Y. (2025). Effect of interactive e-book use on learning engagement, satisfaction and perceived learning. *Education and Information Technologies*, 30, 1–33. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13415-w>
7. Galiakberova, A. A., Galyanova, E. Kh., & Matveev, S. N. (2020). Metodicheskie osnovy proektirovaniya tsifrovogo simulatora pedagogicheskoi deyatelnosti [Methodological foundations for designing a digital simulator of pedagogical activity]. *Vestnik Mininskogo universiteta [Minin University Bulletin]*, 3, 1–16.
8. Guana-Moya, J., Arteaga, Y. A., Criollo-C, S., & Cajamarca-Carrazco, D. (2024). Use of interactive technologies to increase motivation in university online courses. *Education Sciences*, 14(1), 1–28.
9. He, R., Xu, W., Dong, D., & Yu, Z. (2024). A meta-analysis of the effect of interactive technologies on language education. *International Journal of Adult Education and Technology*, 15(1), 1–28. <https://doi.org/10.4018/IJAET.340933>
10. Hussain, S., Sharma, S., Sobti, R., & Singh, A. (2025). Science, technology, and novelty for sustainable development goals: Perspectives and challenges from environment, ecology, and human society in a changing world. In *Role of Science and Technology for Sustainable Future* (pp. 3–21). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-97-5177-8_1
11. Isakzhanova, I. P., Korovin, A. Yu., & Arutyunyan, A. A. (2023). Informatsionno-kommunikatsionnye tekhnologii v protsesse vospitatelnoi raboty v kolledzhe [Information and communication technologies in the educational process at college]. *Mezhdunarodnyi zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk [International Journal of Humanities and Natural Sciences]*, 4-2(79), 194–199.
12. Khazratkulova, A. V. (2022). Informatsionno-kommunikatsionnye tekhnologii v sisteme obrazovaniya [Information and communication technologies in the education system]. *Obrazovanie i innovatsionnye issledovaniya [Education and Innovative Research]*, 4, 115–120.
13. Kondratenko, E., Kondratenko, B., Rybakov, A., & Svetlova, V. (2024). Interactive learning as means of formation of future teachers' readiness for self-education. *Review of European Studies*, 7(1), 35–42.
14. Kornilov, Yu. V., & Levin, I. P. (2017, September 28). Geimifikatsiya i veb-kvesty: razrabotka i primeneniye v obrazovatelnom protsesse [Gamification and web quests: Development and application in the educational process]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Modern Problems of Science and Education]*. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26865>
15. Mar, G., Sandoval, A., Garcia, P., & Avila, A. (2025). Edublog for teaching mathematical modeling in ecology. *Gamification and Augmented Reality*, 3, 1–9.
16. McGuire, R., Hayashi, K., Xinyi, Y., & Carita Vaz, M. (2022). EcoEvoApps: Interactive apps for theoretical models in ecology and evolutionary biology. *Ecology and Evolution*, 12, 1–9.
17. Misnikova, A. S. (2024, September 28). Razvitiye simulatorov i ikh ispolzovanie v obrazovatelnom protsesse [Development of simulators and their use in the educational process]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Modern Problems of Science and Education]*. <https://scienceforum.ru/2024/article/2018036519>
18. Nazlidou, I., Efkolidis, N., Kakoulis, K., & Kyratsis, P. (2024). Innovative and interactive technologies in creative product design education: A review. *Multimodal Technologies and Interaction*, 8(2), 47.
19. Ni, V., & Agus, P. (2024). Literature review on the use of interactive labs technology in the context of science education. *International Journal of Ethnoscience and Technology in Education*, 1(1), 76–96. <https://doi.org/10.33394/ijete.v1i1.12154>
20. Scheel, C., & Vazquez, M. (2024). The role of innovation and technology in industrial ecology systems for the sustainable development of emerging regions. *Journal of Sustainable Development*, 4(6), 197–210. <https://doi.org/10.5539/jsd.v4n6p197>

21. Sibley, L., Russ, H., Ahmad, G., & Baumgartner, B. (2024). Does technology-based non-interactive teaching enhance students' learning in the classroom? *Computers and Education Open*, 7, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100233>
22. Simonova, I. N. (2013). Issledovanie IKT-kompetentnosti studentov tekhnicheskogo vuza kak komponenta formirovaniya ekologicheskikh znaniy i umeniy [Study of ICT competence of technical university students as a component of environmental knowledge and skills formation]. *Fundamentalnye issledovaniya* [Fundamental Research], 10-8, 1814–1817.
23. Wu, J., Guo, S., Huang, H., Liu, W., & Xiang, Y. (2018). Information and communications technologies for sustainable development goals: State-of-the-art, needs and perspectives. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 3(3), 2389–2406. <https://doi.org/10.1109/COMST.2018.2812301>
24. Yaseen, H., Mohammad, A. S., Ashal, H., & Abusaimh, H. (2025). The impact of adaptive learning technologies, personalized feedback, and interactive AI tools on student engagement: The moderating role of digital literacy. *Sustainability*, 17(3), 1–27. <https://doi.org/10.3390/su17031133>
25. Yulmetova, R. F., Malysheva, M. O., & Sisyukov, A. N. (2020). IT-tekhnologii v ekologicheskom obrazovanii [IT technologies in environmental education]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii* [Modern High-Tech Technologies], 4-1, 159–163.
26. Zhang, A., Gong, Y., Chen, Q., & Xu, J. (2025). Driving innovation and sustainable development in cultural heritage education through digital transformation: The role of interactive technologies. *Sustainability*, 17(1), 1–32. <https://doi.org/10.3390/su17010314>

Экологиялық зейін интерактивті тренажерлердің білім беру әлеуетінің негізгі аспектісі ретінде

Павел Дмитриев, Кристина Каримова

Аңдатпа: Мақалада білім алушылардың экологиялық санасын қалыптастыруға және олардың аналитикалық қабілеттерін дамытуға бағытталған шешімдер қабылдаудың әзірленген экологиялық симуляторын сынақтан өткізуге талдау берілген. Зерттеудің өзектілігі оқыту сапасын арттыру, табиғи ресурстарды тұрақты басқару дағдыларын дамыту және негізделген экологиялық шешімдер қабылдау үшін білім беру процесіне интерактивті цифрлық технологияларды енгізу қажеттілігіне байланысты. Зерттеу барысында Google Forms көмегімен сауалнама әдісі қолданылды, бұл пайдаланушылардың қатысуын, интерфейстің ыңғайлылығын, білім беру құндылығын және тренажер сценарийлерінің шынайылығын объективті және жан-жақты бағалауға мүмкіндік берді. Аprobация нәтижелері респонденттердің көпшілігі симуляторды оң қабылдағанын, оның интерактивтілігін, ақпараттылығын, практикалық маңыздылығын және оқу іс-әрекетінде қолданудың ыңғайлылығын атап өтті. Сонымен қатар, интерфейсін оңтайландыруды, сценарийлерді кеңейтуді және кері байланыс механизмін жетілдіруді қоса алғанда, жетілдіруді қажет ететін аспектілер анықталды. Алынған деректер экологиялық білім беруде интерактивті цифрлық құралдарды пайдалану перспективасын растайды. Тренажерді одан әрі жетілдіру, оны әртүрлі білім деңгейлеріне бейімдеу және оқу бағдарламаларына интеграциялау экологиялық сауаттылық деңгейін едәуір арттыруға, сыни ойлауды дамытуға, тұрақты мінез-құлық үлгілерін қалыптастыруға және нақты экологиялық жағдайларда жүйелі талдау, болжау және тұрақты шешімдер қабылдау дағдыларын қалыптастыруға ықпал етуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, тренажердің функционалдығын кеңейту студенттердің мотивациясын арттырып, білімді терең игеруге ықпал етеді. Болашақта мұндай цифрлық құралдарды пайдалану білім беру тәсілдерін жаңғыртудың маңызды қадамы болуы мүмкін.

Түйін сөздер: экология, тұрақты даму, экологиялық білім, ақпараттық-коммуникациялық технологиялар, интерактивті тренажер, экологиялық сана, цифрлық білім беру құралдары.

Environmental awareness as a key aspect of the educational potential of interactive simulators

Pavel Dmitriyev, Kristina Karimova

Abstract: The article analyzes the approbation of the developed ecological decision-making simulator aimed at fostering students' environmental awareness and analytical skills. The relevance of the study is driven by the need to integrate interactive digital technologies into education to enhance learning quality, develop sustainable resource management skills, and support informed environmental decision-making. A survey using Google Forms assessed user engagement, interface usability, educational value, and scenario realism. The results showed that most respondents positively perceived the simulator, highlighting its interactivity, informativeness, and practical significance. However, areas for improvement were identified, including interface optimization, scenario expansion, and enhancement of the feedback mechanism. The findings confirm the potential of digital tools in environmental education. Further development of the simulator, its adaptation to different educational levels, and integration into curricula will enhance environmental literacy, foster critical thinking, and support sustainable decision-making in real-world situations. Expanding the simulator's functionality can also increase student motivation and contribute to the modernization of educational approaches.

Keywords: ecology, sustainable development, environmental education, information and communication technologies, interactive simulator, environmental awareness, digital educational tools.