

УДК 004.42

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ИГРА «ЭКОКОШКИ»: КОНЦЕПЦИЯ, НАРРАТИВ И ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ

Харисова Э. Ф.

студентка,

ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий,

Уфа, Россия

Шехтман Л.И.

к.ф.-м.н., доцент,

ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий,

Уфа, Россия

Аннотация. В статье описана концепция компьютерной образовательной игры «ЭкоКошки» (Unity, C#, аудитория 6–16 лет), направленной на экологическое воспитание детей и подростков. Представлены жанровое позиционирование, нарратив, система персонажей и семиуровневая структура игры, каждый уровень которой соответствует реальной экологической катастрофе. Обоснована педагогическая целесообразность игрового подхода для преодоления разрыва «знание–действие». Проведён сравнительный анализ с международными аналогами: Angry Birds, PowerWash Simulator, Minecraft Education Edition, Toca Nature, Eco. Описаны технические решения прототипа первого уровня, реализованного для персонального компьютера.

Ключевые слова: экологическое образование, компьютерная игра, edutainment, образовательная игра, педагогика, Unity, геймификация, экологическое воспитание молодёжи.

EDUCATIONAL COMPUTER GAME «ECOCATS»: CONCEPT, NARRATIVE AND PEDAGOGICAL POTENTIAL

Kharisova E. F.

student,

Ufa University of Science and Technology,

Ufa, Russia

Shehtman L.I.

PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor,

Ufa University of Science and Technology,

Ufa, Russia

Abstract. The article presents the concept of the computer educational game «EcoCats: Eco-Squad Earthlings» (Unity, C#, target audience 6–16 years), aimed at environmental education of children and adolescents. Genre positioning, narrative, character system, and seven-level architecture reflecting real ecological disasters are described. The pedagogical rationale for gamification as a tool to bridge the knowledge–action gap in environmental education is substantiated. A comparative analysis with international analogues is conducted. Technical solutions of the first-level PC prototype are outlined.

Keywords: environmental education, computer game, edutainment, educational game, pedagogy, Unity, gamification, environmental education of youth.

1. ВВЕДЕНИЕ

Нарастание глобального экологического кризиса превратило задачу экологического воспитания молодёжи в один из ключевых приоритетов современной педагогики. Тем не менее исследования, посвящённые геймификации как инструменту формирования экологического поведения, фиксируют устойчивый парадокс: осведомлённость об экологических угрозах крайне редко транслируется в реальные изменения повседневного поведения [6].

Данное явление принято обозначать как «разрыв знание–действие» – одну из центральных проблем современного экологического образования [10].

Цифровые образовательные игры предлагают принципиально иной путь воздействия на личность: знание здесь не передаётся от учителя к ученику в одностороннем порядке, а извлекается самим игроком в процессе решения игровых задач. Такой способ присвоения информации, согласно теории Дж. Пиаже [2], соответствует природе познавательной деятельности ребёнка на стадии конкретно-операционного мышления и обеспечивает более глубокую интеграцию полученных знаний. Кроме того, исследования в области game-based learning указывают, что именно игровая мотивация способна трансформировать экологические установки в устойчивые паттерны поведения [11; 12].

На российском рынке образовательных приложений ниша «казуальная аркада с экологическим нарративом на русском языке для аудитории 6–16 лет» остаётся пустой. Именно для заполнения этой ниши создаётся игра «ЭкоКошки: Эко-отряд Земляне».

Цель настоящей статьи – описать концептуальную и педагогическую модель игры, определить её место среди существующих аналогов и обосновать применимость реализуемых решений в практике экологического воспитания.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ

2.1. Образовательная игра: понятие и педагогический механизм

Термин edutainment возник как обозначение пересечения образовательных и развлекательных форматов, первоначально – в телевизионном контексте 1970-х годов. Применительно к компьютерным технологиям его содержание трансформировалось: сегодня под образовательной игрой понимается программный продукт, в котором механики вовлечения и вознаграждения служат не самоцелью, а инструментом достижения образовательного результата [10]. В работах многих авторов показано, что обучающие игры охватывают широкий спектр применений – от развития предметных знаний до формирования

метакогнитивных навыков – и демонстрируют устойчивые преимущества перед традиционными методами там, где важна мотивация к учению [5].

Эффективность игрового обучения объясняется несколькими взаимосвязанными механизмами. Во-первых, активная позиция игрока: в отличие от пассивного слушателя, он принимает решения и несёт за них последствия – пусть и виртуальные. Во-вторых, немедленная обратная связь: ошибка наказывается, а правильное действие вознаграждается в ту же секунду. В-третьих, эмоциональная привязка: обстоятельства, в которых получено знание, сохраняются в памяти как контекст и облегчают последующее воспроизведение [11]. Именно совокупность этих факторов отличает усвоение в игре от механического запоминания в классе.

2.2. Игровые технологии в экологическом образовании

Серьёзные игры на экологическую тематику изучаются педагогами и исследователями уже более десяти лет. Обзор исследований в данной области [13] показывает, что игровые форматы способны устойчиво превосходить традиционные методы по ряду параметров: удержанию информации в долгосрочной памяти, формированию положительных экологических установок и готовности к просоциальным действиям. При этом критически важным оказывается наличие нарратива: игры с эмоционально значимыми персонажами и выстроенным сюжетом способствуют более глубокому и устойчивому усвоению материала, нежели «голые» тренажёры без сюжетной канвы [9].

Зарубежные исследования, посвящённые восприятию геймификации в контексте формирования ресурсосберегающего поведения, также фиксируют положительный отклик пользователей на игровые механики, стимулирующие изменение повседневных привычек [8]. Это подтверждает, что игровой формат работает не только на уровне запоминания фактов, но и на уровне мотивации к практическому действию.

Грамотное применение системы возрастной маркировки на этапе планирования игры позволяет не только расширить охват целевой аудитории, но и адаптировать сложность и глубину образовательного содержания к конкретной возрастной группе [7]. В контексте экологического воспитания это означает, что одна игра может одновременно эффективно работать с аудиторией 6–8 лет на уровне эмоционального вовлечения и с аудиторией 14–16 лет – на уровне критического анализа.

В последние годы активно исследуется и геймификация как отдельный инструмент экологического образования, то есть применение игровых механик (очки, уровни, значки, рейтинги) вне полноценного игрового контекста [4]. Результаты указывают на положительный, но ограниченный эффект: геймификация повышает вовлечённость, но не всегда обеспечивает ту глубину педагогического воздействия, которую даёт полноценная сюжетная игра с проработанным нарративом [14].

Выбор персонального компьютера в качестве основной платформы для «ЭкоКошек» продиктован несколькими соображениями. Ключевая игровая механика первого уровня – попиксельное стирание нефтяного загрязнения – требует точного и плавного управления курсором, которое мышь обеспечивает надёжнее сенсорного экрана. Кроме того, ПК остаётся стандартным оборудованием школьных компьютерных классов, что облегчает потенциальное использование игры на уроках экологии и информатики, а отсутствие жёстких ограничений по производительности, характерных для бюджетных мобильных устройств, позволяет реализовать более детализированную графику и полноценную физику взаимодействия объектов на уровне.

3. КОНЦЕПЦИЯ И НАРРАТИВ ИГРЫ «ЭКОКОШКИ: ЭКО-ОТРЯД ЗЕМЛЯНЕ»

3.1. Жанровое позиционирование

«ЭкоКошки: Эко-отряд Земляне» – казуальная компьютерная аркада с образовательным нарративом, разрабатываемая на платформе Unity 2022 LTS (C#). Жанр казуальной аркады выбран намеренно: именно он обеспечивает максимально низкий порог входа для ребёнка 6–7 лет (интуитивно понятное управление, незамедлительный визуальный результат) и при этом не отталкивает подростка 15–16 лет при наличии достаточной нарративной глубины.

Художественный стиль – «детское мультипликационное приключение с серьёзным экологическим содержанием». Персонажи выполнены в мультяшной манере, а уровни воспроизводят реальные географические локации и реальные виды животных. Этот контраст работает педагогически: добрый, обаятельный мир персонажей делает экологическую проблему не страшной, а решаемой, что важно для формирования у ребёнка ощущения собственной способности влиять на ситуацию, а не чувства беспомощности перед масштабом кризиса.

3.2. Нарратив

События разворачиваются в 2047 году. К этому времени глобальная ИИ-система «ГАЙЯ» берёт на себя мониторинг состояния природных экосистем. В её архитектуру встроена концепция «электромагнитных регуляторных узлов» – «Осколков Гаи» – точек, обеспечивающих способность экосистем к самовосстановлению. Корпорация «КРЫСОКОРП» под управлением антагониста Барона Серого разрабатывает технологию подавления этих узлов: блокируя самовосстановление, корпорация провоцирует экологические катастрофы и получает государственные контракты на их «ликвидацию».

Главный герой – Марин, молодой кот-дайвер родом с Аляски. Нефтяной разлив уничтожил посёлок его детства; встреча с сигналом «ГАЙЯ» даёт ему понять, что произошедшее было не случайностью, а спланированной провокацией. Марин собирает команду «Земляне» – шесть специалистов из разных стран, каждый из которых также потерял что-то из-за действий корпорации. Нарративная логика «личная травма → системное действие»

воспроизводит психологически достоверный мотивационный паттерн, который хорошо воспринимается как детской, так и подростковой аудиторией [11].

Финал игры предполагает два варианта сценария в зависимости от решений, принятых игроком в ключевых диалогах с Бароном Серым. Открытый финал намеренно не даёт ощущения «проблема решена окончательно»: экологический кризис в реальном мире также не имеет окончательного решения, и игра должна формировать именно установку на постоянное действие, а не иллюзию однократной победы.

3.3. Система уровней и образовательный блок «Семь Осколков Гаи»

Каждый уровень игры соответствует реальной экологической катастрофе или проблеме и географически привязан к конкретному биому (таблица 1).

Таблица 1 – Архитектура уровней игры «ЭкоКошки»

№	Локация / биом	Экологическая проблема	Персонаж-специалист	Образовательный акцент
1	Аляска — побережье Тихого океана	Нефтяной разлив	Марин (дайвер-океанолог)	Загрязнение Мирового океана, нефтяные аварии
2	Амазония — тропический лес	Вырубка леса, уничтожение биоразнообразия	Лесана (ботаник)	Экосистемы тропических лесов, роль джунглей
3	Шанхай — городская среда	Загрязнение воздуха, смог	Аэра (пилот-эколог)	Частицы PM2.5, городская атмосфера
4	Сахель — полупустынный пояс	Опустынивание, деградация почв	Тера (геолог)	Эрозия, землепользование, засухи
5	Большой Барьерный Риф	Обесцвечивание кораллов	Коро (морской биолог)	Морское биоразнообразие, потепление
6	Арктика	Таяние льдов, климатический кризис	Арти (климатолог)	Глобальное потепление, арктические экосистемы
7	Открытый океан — платформа «Сигма»	Финальная атака корпорации на все экосистемы	Весь отряд «Земляне»	Системный экологический кризис,

№	Локация / биом	Экологическая проблема	Персонаж-специалист	Образовательный акцент
				взаимозависимость экосистем

После прохождения каждого уровня открывается образовательная карточка «Осколок Гай», состоящая из трёх разделов. Первый – «Что это?» – краткий, до трёх предложений, научный факт о данной экологической проблеме. Второй – «Что происходит?» – верифицированные количественные данные (площадь вырубки, концентрация PM2.5, процент обесцвеченных рифов и т.д.). Третий – «Что могу сделать я?» – конкретный практический шаг, который игрок может предпринять в обычной жизни: не абстрактный призыв «береги природу», а вполне определённое действие: «Не выливай растительное масло в раковину – оно блокирует кислород в водоёмах», «Покупай шоколад без пальмового масла – это снижает спрос на вырубку».

Принципиальной педагогической особенностью является то, что образовательное содержание ни разу не прерывает игровой процесс принудительно. Карточки открываются только в точке естественной паузы – по завершении уровня, – а краткие факты интегрированы в реплики персонажей в ходе самого прохождения. Это соответствует фундаментальному принципу *game-based learning*: образовательный контент должен органично вытекать из игровой деятельности, а не накладываться на неё извне [10].

4. СРАВНЕНИЕ С АНАЛОГАМИ

Для определения места проекта в рыночном и педагогическом пространстве был проведён сравнительный анализ пяти наиболее релевантных игр по восьми параметрам (таблица 2).

Angry Birds (Rovio, 2009) установила жанровый стандарт казуальной аркады с интуитивным управлением. «ЭкоКошки» опираются на ту же механику немедленного понятного действия, однако добавляют к ней экологический

смысл, нарратив и образовательный контент, превращая жанровую форму в педагогический инструмент.

PowerWash Simulator (FuturLab, 2022) с аудиторией 17 млн игроков доказал коммерческую состоятельность механики «очистки» – процесса превращения грязного в чистое. Нейробиологически это объясняется дофаминовым откликом на визуально наблюдаемый прогресс [1]. В «ЭкоКошках» та же психологическая основа дополнена игровым напряжением (противники), смысловым контекстом (нефтяной разлив) и образовательными карточками.

Таблица 2 – Сравнительный анализ «ЭкоКошек» с играми-аналогами

Параметр	Angry Birds	PowerWash Sim.	Minecraft Edu	Toca Nature	Eco	ЭкоКошки
Жанр	Аркада	Симулятор	Песочница	Образователь.	Выживание	Аркада + нарратив
Экология – центральная тема	Нет	Нет	Частично	Косвенно	Да	Да
Верифицированные научные факты	Нет	Нет	Нет*	Нет	Частично	Да
Призыв к практическому действию	Нет	Нет	Зависит от педагога	Нет	Частично	Да
Возрастной диапазон ЦА	6+	12+	8+	3–7	13+	6–16
Требования к оборудованию	Любое (смартфон, ПК)	Высокие (игровой ПК/консоль)	Низкие/средние	Низкие (смартфон, планшет)	Высокие (мощный игровой ПК)	Средние (стандартный учебный ПК)
Русскоязычная локализация	Нет	Есть (ПК)	Частично	Есть	Нет	Да (RU)
Пригодность для школьного урока	Низкая	Низкая	Высокая	Средняя	Низкая	Высокая

Minecraft Education Edition (Microsoft/Mojang) охватывает десятки тысяч школ по всему миру, однако экологические сценарии в нём возможны лишь при

значительной педагогической подготовке – экология является надстройкой над инструментом, а не его сутью. «ЭкоКошки» спроектированы как экологическая игра с первого дня разработки, что снижает методический порог для педагога.

Eco (Strange Loop Games, 2018) является наиболее педагогически глубоким конкурентом по экологическому содержанию: исследование [9] подтверждает её способность формировать системное экологическое мышление. Вместе с тем Eco рассчитана на аудиторию 13+, требует мощного игрового ПК и не локализована на русский язык, что фактически выводит её за пределы целевого рынка «ЭкоКошек».

Итоговый вывод сравнительного анализа: по совокупности параметров – экологическая тема как системообразующий элемент, невысокие системные требования, широкий возрастной диапазон и русскоязычная локализация – «ЭкоКошки» занимают нишу, не занятую ни одним из рассмотренных продуктов.

5. ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ

5.1. *Трёхуровневая модель образовательного воздействия*

Педагогическая модель игры строится на трёх взаимосвязанных уровнях воздействия. На когнитивном уровне система «Осколков Гаи» транслирует верифицированные научные факты об экосистемах, адаптированные к возрасту без потери содержательной точности. На аффективном уровне нарратив создаёт эмоциональную вовлечённость: игрок переживает судьбу Марина и его команды, идентифицируется с конкретным персонажем-специалистом и воспринимает экологическую катастрофу не как абстракцию, а как угрозу кому-то значимому. На поведенческом уровне каждая образовательная карточка завершается конкретным советом, замыкая цикл «знаю – понимаю – действую».

Особым педагогическим решением является концепция «двойной аудитории». Игра проектировалась с явным учётом того, что решение о её установке в большинстве случаев принимает или одобряет родитель. Для

ребёнка – захватывающая аркада с яркими персонажами. Для родителя – безопасный, лишённый агрессии, рекламы и агрессивных механик монетизации продукт с реальным образовательным содержанием и понятной возрастной маркировкой [7].

5.2. Система персонажей: профессиональная картина мира

Команда «Земляне» состоит из семи персонажей с чётко обозначенными научными специализациями: Марин (океанология), Лесана (ботаника), Аэра (атмосферная физика), Тера (геология), Коро (морская биология), Арти (климатология), а также безымянный инженер-технолог на финальном уровне. Каждый персонаж лично мотивирован экологической проблемой своего уровня, а его научная специальность объясняет, каким именно образом он помогает её решить.

Такой подход имеет чёткое педагогическое измерение: игра имплицитно формирует у ребёнка представление о том, что экологические проблемы – это не вопрос «доброго отношения к природе», а задача, требующая профессиональных знаний, командной работы и мультидисциплинарного мышления. Персонажи-учёные при этом выглядят увлечёнными, дееспособными и привлекательными, что способствует положительному восприятию научной деятельности детьми школьного возраста [11].

Принципиально важна биологическая достоверность фауны каждого уровня: животные-союзники и противники подобраны в соответствии с реальным видовым составом данного региона. На уровне Амазонии это обезьяна-ревун, красный ара и ягуар, но не жираф или пингвин. Ошибки в биологическом содержании игровых продуктов для детей могут формировать устойчивые ложные знания, которые впоследствии трудно корректируются [10]. Поэтому биологическая достоверность рассматривается в проекте не как рекомендация, а как обязательное требование.

5.3. Нарративный конфликт и критическое мышление

Антагонист игры – Барон Серый – выстроен как персонаж с внутренней логикой, а не просто «злодей». Он убеждён, что предлагает человечеству контролируемое управление природой взамен хаотичного самовосстановления. Финальные диалоги требуют от игрока не применения силы, а аргументированного опровержения этой позиции: побеждает тот, чьи реплики содержательно точнее, а не тот, у кого выше уровень персонажа.

Такая конструкция направлена прежде всего на аудиторию 13–16 лет и преследует сразу три педагогические цели: развитие навыков критического мышления, способности к аргументированной дискуссии и понимания системной природы экологических кризисов – как явлений, у которых нет одного виновного, но есть структурные причины, поддающиеся изменению.

6. ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРОТОТИПА

В рамках выпускной квалификационной работы реализован прототип первого уровня игры («Нефтяной разлив», Аляска) на платформе Unity 2022 LTS для персонального компьютера. Выбор Unity в качестве среды разработки обусловлен широкими возможностями для создания 2D-игр, встроенными инструментами работы с физикой, анимацией и UI, а также обширной экосистемой пакетов и документации [3].

Центральная игровая механика – пиксельное стирание нефтяного загрязнения – реализована через RGBA-текстуру Texture2D (1920×1080 пикселей). Нефтяной слой накладывается на подводный фон в виде отдельного слоя. Стирание выполняется методом `EraseAt()` с радиусом ластика 80 пикселей и коэффициентом мягкости границы 0,3, что обеспечивает естественный, «живой» визуальный эффект очистки. Прогресс вычисляется по формуле $P = N_e / N$, где N_e – количество стёртых пикселей нефтяного слоя, N – начальное их количество. Победа засчитывается при $P \geq 0,95$ при условии ненулевого остатка таймера.

Система противников включает четыре типа морских обитателей (медуза, акула, скат, морской ёж), реализованных как отдельные префабы с единым скриптом EnemyMovement. При контакте с персонажем каждый тип наносит временной штраф в диапазоне от 5 до 20 секунд, создавая необходимое игровое напряжение без агрессивного или пугающего контента. Управление логикой игры осуществляется конечным автоматом состояний (Gameplay / Paused / GameOver / Victory), обеспечивающим корректное взаимодействие всех подсистем [3].

Персонаж управляется мышью: Rigidbody2D в кинематическом режиме следует за позицией курсора со скоростью 15 условных единиц в секунду. Интерфейс реализован с применением Canvas Scaler в режиме Scale with Screen Size, что обеспечивает корректное отображение на экранах различных разрешений – от HD (1280×720, типичное разрешение в школьных компьютерных классах) до 4K (современные мониторы). Планирование и реализацию игровых механик с учётом возрастной классификации целевых игроков осуществляли в соответствии с подходом, описанным в работе [7].

7. ОБСУЖДЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Концепция «ЭкоКошек» демонстрирует несколько решений, ценность которых выходит за рамки конкретного программного продукта. Трёхуровневая педагогическая модель (факт – эмоция – действие) представляет собой воспроизводимый шаблон для разработки образовательных игр в любой тематической нише, где необходимо преодолеть разрыв между знанием и практическим поведением. Принцип обязательной биологической достоверности задаёт стандарт ответственного подхода к образовательному цифровому контенту. Концепция «двойной аудитории» (ребёнок + родитель) предлагает конкретный ответ на вопрос о распространении образовательного приложения без значительных маркетинговых бюджетов.

Перспективы дальнейшей работы включают: завершение прототипа первого уровня и его пользовательское тестирование с привлечением целевой аудитории (6–16 лет); последовательную разработку уровней 2–7; проведение педагогического эксперимента; создание методических материалов для учителей биологии и экологии; публикацию игры на платформах VK Play и Steam.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Игра «ЭкоКошки: Эко-отряд Земляне» представляет собой оригинальный отечественный проект на стыке цифровых технологий, педагогики и экологического просвещения. Её отличительные характеристики – экоцентричный нарратив как системообразующий элемент, широкий возрастной диапазон (6–16 лет), компьютерная платформа с невысокими системными требованиями, русскоязычный рынок и трёхуровневая педагогическая модель воздействия – в совокупности определяют уникальную рыночную нишу, не занятую ни одним из рассмотренных международных аналогов.

Реализованный прототип первого уровня подтверждает техническую осуществимость концепции. Последующие этапы работы должны включать расширение до полного семиуровневого цикла и проведение педагогического эксперимента, который переведёт проект из категории концептуальной разработки в категорию верифицированного образовательного инструмента.

В более широком контексте «ЭкоКошки» представляют воспроизводимую модель создания образовательных игровых продуктов с социально значимой тематикой – модель, применимую не только в экологическом, но и в гражданском, историческом или здоровьесберегающем образовании.

Библиографический список:

1. Иванов Д. В. Нейропсихология компьютерных игр: дофаминовая система вознаграждения и игровые механики / Д. В. Иванов // Вопросы психологии. — 2022. — № 4. — С. 45–58.

2. Пиаже Ж. Психология интеллекта / Ж. Пиаже. — Санкт-Петербург : Питер, 2004. — 192 с. — (Психология-классика). — ISBN 5-94723-096-8.
3. Попов В. Л. Аналитический обзор функциональных инструментов современных игровых движков в контексте разработки интерактивных приложений / В. Л. Попов, Л. И. Шехтман, А. Н. Лапин // Информационные технологии. Проблемы и решения. — 2025. — № 1(30). — С. 90-96. — EDN IILQWZ.
4. Селезнёв Е. В. Перспективность использования геймифицированного мобильного приложения для экологического просвещения населения / Е. В. Селезнёв // Экология и управление природопользованием : сборник научных трудов VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Томск, 08 декабря 2023 года). Вып. 7. — Томск : ООО «Литературное бюро», 2024. — С. 90–92. — EDN GEDOGD.
5. Силин К. К. Обучающие игры: возможности и сферы применения / К. К. Силин // Мавлютовские чтения : Материалы XVIII Всероссийской молодёжной научной конференции. В 9-ти томах, Уфа, 25–29 ноября 2024 года. — Уфа : Уфимский университет науки и технологий, 2024. — С. 953-959. — EDN ZSXRKA.
6. Турижанова А. И. Использование геймификации в процессе формирования экологического поведения / А. И. Турижанова // Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО : материалы Пятидесятой научной и учебно-методической конференции, Санкт-Петербург, 01–04 февраля 2021 года. Т. 5, ч. 2. — Санкт-Петербург : федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО», 2021. — С. 247–249. — EDN EHFLYF.
7. Шехтман Э. С. Применение классификации игроков и возрастной маркировки в планировании компьютерной игры / Э. С. Шехтман, Л. И. Шехтман // Информационные технологии. Проблемы и решения. — 2025. — № 2(31). — С. 83-88. — EDN UUUOHA.
8. Boomsma C., Hafner R., Pahl S., Jones R. V., Fuertes A. Should we play games where energy is concerned? Perceptions of serious gaming as a technology to motivate

- energy behaviour change among social housing residents // Sustainability. — 2018. — Т. 10, № 6. — Ст. 1729. — DOI: 10.3390/su10061729.
9. Fjællingsdal K. S., Klöckner C. A. Gaming Green: The Educational Potential of Eco – A Digital Simulated Ecosystem // Sustainability. — 2020. — Т. 12, № 20. — Ст. 8508. — DOI: 10.3390/su12208508.
10. Mayer R. E. Computer games in education // Annual Review of Psychology. — 2019. — Т. 70. — С. 531–549. — DOI: 10.1146/annurev-psych-010418-102744.
11. Plass J. L., Homer B. D., Kinzer C. K. Foundations of game-based learning // Educational Psychologist. — 2015. — Т. 50, № 4. — С. 258–283. — DOI: 10.1080/00461520.2015.1122560.
12. Prensky M. Digital game-based learning // Computers in Entertainment. — 2003. — Т. 1, № 1. — С. 21. — DOI: 10.1145/950566.950596.
13. Sandbrook C., Adams W. M., Monteferri B. Digital Games and Biodiversity Conservation // Conservation Letters. — 2015. — Vol. 8, № 2. — P. 118–124. — DOI: 10.1111/conl.12113.
14. Wahlström T. Using games in environmental and sustainability education: identifying teaching traditions in a game about carbon dioxide emissions // Environmental Education Research. — 2017. — Т. 23, № 8. — С. 1137–1154. — DOI: 10.1080/13504622.2016.1148129.