



УДК: УДК 794.9:004.94

DOI: 10.66523/gici.2026.v1.14

ПРОЕКТНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ СТАТЬЯ

OPEN ACCESS

Интеграция компонентного моделирования и визуальной новеллы в симулятор гонок дронов на примере QUADIX: пушистое небо

Колпаков Н.Д.¹

¹Независимый разработчик

Автор для переписки: Колпаков Н.Д. | kolpakov@gamedev.science

Поступила в редакцию: 28.10.2025 | Принята к публикации: 08.02.2026 | Опубликовано: 28.04.2026

Ключевые слова: FPV-дроны, компонентно-ориентированная физика, игровой нарратив, людонарративная синергия, состояние потока, точность симуляции, перенос навыков, QUADIX, game studies.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Аннотация

Статья представляет дизайнерский подход проекта QUADIX — FPV-симулятора с компонентно-ориентированной физической моделью, интегрированной с нарративным расширением Quadix: Fluffy Sky. В отличие от разбора реализованного продукта, настоящая проектно-методологическая работа включает в себя разбор проектных решений, теоретических оснований и исследовательских гипотез альфа-версии игры. Цель статьи — описать дизайнерскую логику, связывающую три слоя проекта (физическая симуляция, нарратив, стратегическое управление парком дронов), и сформулировать набор гипотез, которые требуют эмпирической проверки после релиза. Работа опирается на теорию людонарративной синергии, теорию потока и исследования переноса навыков из симуляторов в реальную деятельность. Основной дизайнерский тезис: компонентная физика может функционировать не только как техническая характеристика симулятора, но и как нарративный элемент, при условии, что отказы компонентов встроены в драматургию. Эмпирическая валидация заявленных эффектов (поток, перенос навыков, удержание аудитории) — задача послерелизных исследований и в данной статье не предполагается.

Integrating component-based physics and visual novel narrative in a drone racing simulator: a case study of QUADIX: Fluffy sky

Kolpakov N.D.

Corresponding author: Kolpakov N.D. | kolpakov@gamedev.science

This article presents a design approach for the QUADIX project—an FPV simulator with a component-based physics model integrated with narrative extensions from Quadix: Fluffy Sky. Unlike a review of a completed product, this design paper includes an analysis of the design decisions, theoretical justifications, and research hypotheses of the alpha version of the game. The article's goal is to describe the design logic linking the three project layers (physics modeling, narrative, and strategic drone fleet management) and formulate a set of hypotheses that require empirical testing after release. The work is based on the factors of ludonarrative synergy, the flow of influence, and the study of skill transfer from simulators to real-world activities. The main design thesis is that component-based physics can function not only as a technical characteristic of a simulator but also as a narrative element, provided that the components are not embedded in the dramaturgy. Empirical validation of the claimed effects (flow, error transfer, environmental retention) is not possible after unsuccessful studies and in this article.

Keywords: FPV drones, component-based physics, game narrative, ludonarrative synergy, flow state, simulation fidelity, skill transfer, QUADIX, game studies.



1. Введение: задачи и жанр статьи

Симуляторы FPV-дронов представляют собой нишевый, но устойчивый сегмент рынка с двумя коммерчески валидированными лидерами — Liftoff: FPV Drone Racing ($\approx 10,1$ млн долл. валового дохода за восемь лет) и Uncrashed: FPV Drone Simulator ($\approx 1,4$ млн долл. за три года). Оба продукта отдают приоритет точности модели полёта при минимуме нарративной инфраструктуры. Это даёт стабильный продукт для целевой аудитории — практикующих FPV-пилотов, — но ограничивает потенциал жанра для аудитории, не имеющей опыта реального пилотирования. Проект QUADIX, находящийся в разработке с плановым выходом в 2027 году, исследует противоположную дизайнерскую гипотезу: возможно ли соединить высокоточную компонентную физическую симуляцию с нарративным расширением и стратегическим геймплеем так, чтобы продукт работал и для опытных пилотов, и для аудитории, приходящей через сюжет. Настоящая проектно-методологическая статья: документ, описывающий дизайнерские решения, их теоретические основания и исследовательские гипотезы.

2. Теоретическая мотивация

Три направления исследовательской литературы образуют рамку для дизайнерских решений QUADIX. Первое — преодоление дихотомии ludology и narratology. Ранние работы Frasca [9] и Juul [12] противопоставляли симуляцию и нарратив как принципиально разные модусы смыслообразования. Последующие исследования (Solska [19], Pugachev [18]) показали, что в реальной игровой практике ludic и нарративные элементы взаимно усиливают друг друга. Из этой традиции мы заимствуем рабочий принцип: техническая симуляция и нарратив могут работать в синергии, если связаны на уровне дизайна, а не наложены друг на друга. Второе — теория потока и механизмы внимания. Концепция потока Чиксентмихайи [7] и операционализация GameFlow Свитсера и Уайета [22] предоставляют рамку для понимания вовлечённости. Современные исследования внимания в видеоиграх (Yun et al. [24], Bavelier et al. [3]) показывают, что устойчивая вовлечённость требует не только технической точности, но и аттенциональных «лесов» — нарративных битов, целевых структур, петель обратной связи. Из этой традиции мы заимствуем дизайнерский принцип: длинные кривые обучения, типичные для FPV-симуляторов, требуют поддержки со стороны нарративных и стратегических слоёв. Третье — перенос навыков из симуляторов в реальность. Исследования Falloon [8] и Zhong et al. [25] демонстрируют, что реалистичные

симулированные среды способствуют когнитивному переносу при условии достаточной точности моделирования причинно-следственных связей. Choi и Noh [6] показали, что присутствие в VR опосредует намерение переноса. Из этой традиции мы заимствуем гипотезу: компонентная физика, моделирующая поведение реальных частей дрона, может усиливать перенос навыков по сравнению с монолитными моделями.

3. Контекст рынка: что есть и чего не хватает

Существующие FPV-симуляторы можно разделить на две группы по принципу доступа к продукту: Профессиональные тренажёры (VelociDrone, Liftoff Pro) ориентированы на практикующих пилотов и фокусируются на точности модели полёта в ущерб любым другим элементам опыта. Аудитория — небольшая, но платежеспособная и лояльная. Аркадные симуляторы (Uncrashed, ранние версии Liftoff) предлагают упрощённую модель полёта и низкий порог входа, но не дают глубины, удерживающей игроков долгосрочно. Между этими полюсами наблюдается дизайнерская ниша: продукт, способный удерживать опытных пилотов за счёт глубины симуляции и одновременно вовлекать новую аудиторию через нарратив и прогрессию. Гипотеза проекта QUADIX состоит в том, что эту нишу можно занять при условии правильной интеграции трёх слоёв: компонентной физики, нарратива и стратегического управления. Существующие игроки рынка могут в краткие сроки внедрить компонентную физику в ответ на появление QUADIX (оценка времени воспроизведения — 12-24 месяца). Дифференциация на уровне комбинации трёх слоёв более устойчива, но также не гарантирована. Цифры роста рынка (CAGR 14,2% по прогнозам Straits Research, 2025) приводятся как контекст, а не как обоснование самого проекта: рост рынка не означает, что эту нишу нужно занимать именно через интеграцию физики и нарратива. Это решение — продуктивное.

4. Дизайнерские решения

4.1. Компонентная физика как геймплейная основа

Базовое техническое решение QUADIX — физический движок, моделирующий каждый компонент дрона по отдельности: моторы, регуляторы оборотов (ESC), пропеллеры, аккумуляторы, полётные контроллеры, рамы. Расчёты ведутся на частоте 1000 Гц (масштабируемо до 2000 Гц для VR).

Дизайнерский смысл такой архитектуры — превратить выбор компонентов из косметического в геймплейный.



Конкретные следствия:

- Моторы: более высокий KV даёт большие обороты и отзывчивость, но увеличивает потребление тока и тепловыделение. Игрок, выбирая мотор, балансирует отзывчивость, время полёта и риск перегрева.
- Пропеллеры: баланс тяги, эффективности, шума и инерции. Агрессивный пропеллер даёт скорость, но снижает время полёта и увеличивает износ.
- Аккумуляторы: не только продолжительность полёта, но и характеристики просадки напряжения под нагрузкой, ограничения по C-рейтингу, температурно-зависимая деградация.
- Система повреждений: крушения порождают компонентно-специфические отказы (сгоревший ESC, перегретый мотор, лопнувшая лопасть), а не респаун.

Это решение определяет кривую обучения: новички начинают с предсобранными конфигурациями, опытные игроки оптимизируют сборки под конкретные миссии. Интеграция импорта Betaflight CLI — позволяющая загружать конфигурации реальных дронов в симулятор — служит мостом между виртуальной и реальной практикой.

Дизайнерская гипотеза: компонентная физика создаёт «прогрессию, обусловленную физикой» — кривую обучения, которая отражает реальный процесс сборки и тюнинга дронов и потому потенциально способствует переносу навыков. Эта гипотеза требует эмпирической проверки (раздел 5).

4.2. Нарративное расширение Fluffy Sky (Пушистое небо)

Fluffy Sky — нарративная надстройка над физическим движком, реализованная как 15-главная история с ветвящимися диалогами, тремя-пятью ключевыми выборами в каждой главе и четырьмя различными концовками. Действие разворачивается на острове Сахалин и Южных Курилах (на дронеопорте "Пушистый") в 2029-2030 годах, на которых проходит мировой чемпионат гонок дронов на трассах, построенных в небе из сверхлегких конструкций и располагающихся на разной высоте при помощи дирижаблей (рис.1).

Принципиальное дизайнерское решение — связь нарратива с физикой. Это не сюжет, наложенный на симулятор, а драматургия, в которой физические события движут историю:

- Отказ компонента в полёте (сгоревший ESC) — не техническая проблема, а сюжетный поворот: протагонист остаётся посреди миссии и должен принимать решения в новых условиях.
- Сбор компонентов — не геймплейная активность ради себя, а мотив квестов: «Кладбище дронов» становится ключевой локацией истории.

- Опыт тюнинга — не отдельный режим, а рост персонажа: наставник обучает физическим концепциям, которые игрок применяет в миссиях.
- Сеттинг (остров Сахалин с ветрами до 25 м/с, температурными экстремумами) — не декоративный фон, а нарративное обоснование физических параметров: погодные условия на разной высоте меняют сюжет (штормы лишают возможности летать, туман вынуждает использовать приборную навигацию).

Дизайнерская гипотеза: при такой интеграции нарратив усиливает удержание аудитории, не разрушая ценность симуляции для опытных пилотов, для которых игра будет предлагать отдельную версию.

4.3. Стратегический слой: управление парком дронов

Третий слой проекта — стратегические механики, не сводящиеся к симуляции и нарративу:

- Управление несколькими дронами с разными конфигурациями для разных типов миссий.
- Найм и обучение ИИ-пилотов с различными профилями навыков.
- Балансировка ограниченных бюджетов на топливо, запчасти и ремонт.

Дизайнерская функция этого слоя — создать активность за пределами полётов. Опыт показывает, что в симуляторах игроки выходят из-за усталости от однотипного действия. Стратегический слой даёт смену когнитивного режима: после интенсивной полётной сессии игрок переключается на планирование, анализ, экономические решения. Spence и Feng [20] показали, что стратегические игры активируют исполнительные функции иначе, чем экшен-игры, и эта активация коррелирует с улучшенным контролем внимания (Bavelier et al. [3]). Из этого мы делаем рабочий вывод, что чередование симуляторной и стратегической активности может поддерживать длинные сессии.

4.4. Архитектурный принцип: жанровая гибридизация без размывания

Главный риск проекта, объединяющего четыре жанра (симулятор + визуальная новелла + стратегия + крафтинг), — размывание идентичности. Для какой аудитории продукт? Любители симуляторов могут отвергнуть его за нарратив, читатели визуальных новелл — за сложность физики, стратеги — за акцент на полётах. Дизайнерское решение этого риска — иерархия слоёв. Симуляция остаётся ядром: все остальные слои подчинены ей и не работают без неё. Нарратив и стратегия — расширения, которые игрок может включать или игнорировать в зависимости от своих предпочтений.



Рисунок 1. Скриншот, демонстрирующий полет дрона до изолированного участка трассы в небе

5. Исследовательские гипотезы для проверки

Все заявленные эффекты дизайнерских решений сформулированы как гипотезы, требующие проверки. Это принципиальный момент: мы фиксируем ожидания до того, как доступны данные, чтобы избежать рационализации пост-фактум.

H1 (перенос навыков). Игроки, прошедшие 20+ часов в QUADIX с импортом конфигурации дрона, демонстрируют значимо лучшие результаты в реальных полётах по сравнению с игроками, прошедшими столько же часов в симуляторе с монолитной физической моделью. Метрика проверки: контрольное упражнение на реальном дроне. Минимальный размер выборки: 60 пилотов в группе.

H2 (удержание аудитории через нарратив). Игроки, играющие в режиме Fluffy Sky, демонстрируют большую медианную длительность сессии и более высокий retention на горизонте 30 дней, чем игроки, играющие в чистом симуляторном режиме. Метрика проверки: внутренняя телеметрия.

H3 (отсутствие отторжения у профессиональной аудитории). Игроки с опытом реального FPV-пилотирования > 100 часов не оценивают нарративный

режим как «помеху» — их retention в симуляторном режиме не падает после введения Fluffy Sky. Метрика проверки: A/B тестирование с включённым и выключенным нарративным слоем.

H4 (поток). Шкала потока (Flow state scale) даёт значимо более высокие показатели для игроков, проходящих сценарии Fluffy Sky, по сравнению с теми же физическими сценариями без нарратива. Метрика проверки: пост-сессийные опросники.

H5 (длительность сессий через смену режимов). Игроки, чередующие симуляторный, нарративный и стратегический слои, демонстрируют большую общую длительность сессии без признаков утомления, чем игроки, концентрирующиеся на одном слое. Метрика проверки: телеметрия + биометрические измерения (опционально, на ограниченной выборке).

Что считается опровержением. Если H1 даёт нулевой эффект на корпусе ≥ 120 пилотов, гипотеза о ценности компонентной физики для переноса навыков должна быть пересмотрена. Если H3 показывает значимый отток профессиональной аудитории при включении нарратива, дизайнерское решение об интеграции должно быть пересмотрено в пользу более жёсткого разделения режимов. Эти условия фальсификации



задают границы научной осторожности проекта и должны быть зафиксированы публично до релиза.

6. Ограничения и риски

Все описанные дизайнерские решения существуют в форме проектной документации, технических демо и прототипных билдов. Эмпирические данные пользовательских исследований в настоящий момент недоступны и появятся не раньше Q1 2027. Эффективность четырёхжанровой архитектуры в удержании разных сегментов аудитории не валидирована. Проектное решение об иерархии слоёв (раздел 4.4) опирается на дизайнерскую интуицию. Заявления о переносе навыков (H1) опираются на исследования смежных областей (Falloon [8], Zhong et al. [25]) и не проверены непосредственно для FPV-домена. Возможно, что в задаче пилотирования FPV-дронов компонентная точность даёт меньший эффект переноса, чем в других симуляционных контекстах.

Риски проекта.

Технический риск. Поддержание компонентной физики на частоте 1000-2000 Гц для большого числа одновременно моделируемых дронов требует значительной вычислительной нагрузки.

Производительность на массовых конфигурациях оборудования — открытый вопрос.

Аудиторный риск. Сегментация рынка может оказаться более жёсткой, чем предполагает дизайн: профессиональная аудитория может полностью отвергнуть нарратив, новая аудитория может не освоить глубину симуляции.

Конкурентный риск. Существующие игроки рынка способны в среднесрочной перспективе внедрить компонентную физику. Защищённая дизайнерская позиция QUADIX — не сама компонентная физика, а её интеграция с нарративом и сеттингом, что сложнее воспроизвести, но и менее очевидно как преимущество для аудитории.

Культурный риск. Сахалинский сеттинг — потенциальное преимущество для российской и азиатской аудитории, но риск для западного рынка. Глобальная коммерческая успешность зависит от качества локализации и культурной адаптации.

7. Заключение

Настоящая статья фиксирует проектную логику QUADIX до выхода продукта. Главный дизайнерский тезис: компонентная физика и нарратив могут работать в синергии при условии, что физические события встроены в драматургию, а нарратив поддерживает (а не подменяет) ценность симуляции для опытной аудитории. Этот тезис реализован в архитектуре трёх слоёв с явной иерархией, где симуляция остаётся ядром, а нарратив и стратегия —

расширениями. Заявленные эффекты дизайнерских решений сформулированы как пять гипотез, их валидация — задача послерелизных исследований. Сильные стороны: архитектура снижает риск размывания жанра; компонентная физика создаёт связку с реальной практикой FPV; нарративная драматургия может расширить аудиторию. Слабые стороны: ни один из заявленных эффектов не валидирован; технологические и аудиторные риски существенны; защищённость продукта от копирования компонентной физики ограничена. После релиза проекта в Q1 2027 мы планируем публикацию case study с результатами проверки H1-H5 и анализом расхождений между проектными ожиданиями и фактическими данными.

Список литературы

- 1 Bian, Y., Zhou, C., Gai, W., Liu, J., & Yang, C. (2023). The effect of embodied interaction designs on flow experience: examination in VR games. *Virtual Reality*, Springer. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10055-023-00758-3>
- 2 Brumar, R., Nicola, S., & Ciocarlie, H. (2025). A digital model-based serious game for PID-controller education: one-axis drone model, analytics, and student study. *Multimodal Technologies and Interaction*, 9(11), 111. MDPI.
- 3 Bavelier, D., Green, C.S., Han, D.H., Renshaw, P.F., Merzenich, M.M., & Gentile, D.A. (2012). Brains on video games. *Nature Reviews Neuroscience*, 12(10), 763-768.
- 4 Chen, S.Y., et al. (2023). Digital escape room games and flow experiences in education. *Computers & Education*, 194, 104711.
- 5 Chen, S.Y., et al. (2024). Enhancing flow experiences through gamified educational environments. *British Journal of Educational Technology*, 55(2), 312-329.
- 6 Choi, D.H., & Noh, G.Y. (2021). The impact of presence on learning transfer intention in virtual reality simulation game. *SAGE Open*, 11(3).
- 7 Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. Harper & Row.
- 8 Falloon, G. (2020). From simulations to real: investigating young students' learning and transfer from simulations to real tasks. *British Journal of Educational Technology*, 51(1), 233-247.
- 9 Frasca, G. (2003). Simulation versus narrative: Introduction to ludology. In M.J.P. Wolf & B. Perron (Eds.), *The Video Game Theory Reader* (pp. 221-235). Routledge.
- 10 Gamalytic. (2025). Liftoff: FPV Drone Racing Steam stats. <https://gamalytic.com/game/410340>
- 11 Hong, J.C., Hwang, M.Y., Tai, K.H., & Lin, P.H. (2021). The effects of intrinsic cognitive load and gameplay interest on flow experience reflecting performance progress. *Computer Assisted Language Learning*, 34(4), 396-418.
- 12 Juul, J. (2001). Games telling stories? A brief note on games and narratives. *Game Studies*, 1(1).
- 13 Klasen, M., Weber, R., Kircher, T., Mathiak, K., & Mathiak, K. (2012). Neural contributions to flow experience during video game playing. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 7(4), 485-495.
- 14 Mäyrä, F. (2008). *An Introduction to Game Studies: Games in Culture*. SAGE Publications.
- 15 Nah, F.F.H., et al. (2017). Flow and immersion in video games: The aftermath of a conceptual challenge. *Frontiers in Psychology*, 8, 1682.
- 16 Ng, D.T.K., & Chu, S.K.W. (2021). Motivating students to learn STEM via engaging flight simulation activities. *Journal of Science Education and Technology*, 30, 596-607.
- 17 (зарезервировано)
- 18 Pugachev, A.A. (2022). Analysis of Russian and global game studies: ludology vs narratology. *RUDN Journal of Studies in Literature and Journalism*, 27(4), 823-832.
- 19 Solska, D. (2023). Multitextuality in RPGs: a ludonarrative synergy model for video game text analysis. *Homo Ludens*.
- 20 Spence, I., & Feng, J. (2010). Video games and spatial cognition. *Review of General Psychology*, 14(2), 92-104.
- 21 Straits Research. (2025). Drone Simulator Market Size, Share & Growth Report by 2033. <https://straitsresearch.com/report/drone-simulator-market>
- 22 Sweetser, P., & Wyeth, P. (2005). GameFlow: a model for evaluating player enjoyment in games. *Computers in Entertainment*, 3(3), 1-24.
- 23 Teng, Y.Y., Chou, W.C., & Cheng, M.T. (2021). Learning immunology in a game: learning outcomes, the use of player characters, immersion experiences and visual attention distributions. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(5), 1344-1358.
- 24 Yun, J., et al. (2017). Neural correlates of flow experience in video gaming: an fMRI study. *Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction*, 412-419.
- 25 Zhong, Y., Fryer, L.K., Zheng, S., & Shum, A. (2025). From gaming to reality: effectiveness of skills transfer from competitive sandbox gaming environment to near and far contexts. *International Journal of Educational Technology*, 22, 14.