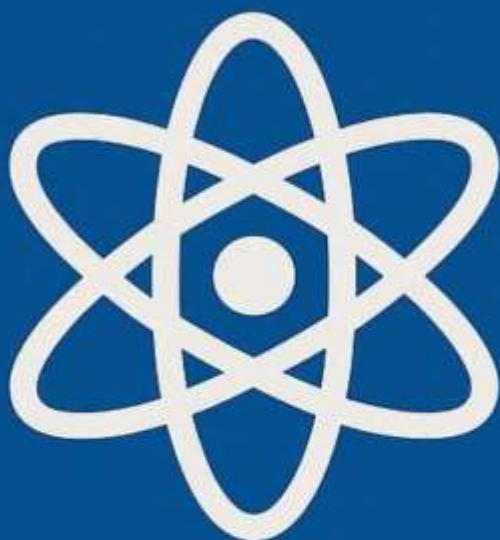


ПРОМТЕХДИЗАЙН

ЕСТЕСТВЕННЫЕ
И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»

ПРОМТЕХДИЗАЙН

Естественные и технические науки

Сборник статей всероссийской научной конференции
молодых ученых с международным участием

Часть 1

Санкт-Петербург
2026

УДК 009+67/68(063)

ББК 6/8+37.2я43

П40

П40 ПРОМТЕХДИЗАЙН. Естественные и технические науки. Сборник статей всероссийской научной конференции молодых ученых с международным участием. Часть 1 / Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна. – Санкт-Петербург: ФГБОУВО «СПбГУПТД», 2026. – 243 с.

ISBN 978-5-7937-3000-6

ISBN 978-5-7937-2996-3

Научно-технические конференции институтов, высших школ и факультетов – сроки проведения уточняются редакцией.

Оргкомитет:

Макаров А.Г. – д.т.н., профессор, председатель

Шванкин А.М. – к.т.н., ответственный секретарь

Вагнер В.И. – к.т.н., доцент

Ванькович С.М. – к.искусств., доцент

Ветрова Ю.Н. – к.т.н., доцент

Гамаюнов П.П. – профессор

Жукова Л.Т. – д.т.н., профессор

Иванов К.Г. – д.ф.-м.н., профессор

Иванов О.М. – д.т.н., профессор

Иванова С.Ю. – к.т.н., доцент

Киселев А.М. – д.т.н., профессор

Куров В.С. – д.т.н., профессор

Лебедева Г.Г. – к.т.н., доцент

Лезунова Н.Б. – к.филолог.н., доцент

Мамонова В.А. – к.культур.

Марковец А.В. – д.т.н., профессор

Переборова Н.В. – д.т.н., профессор

Рожков Н.Н. – д.т.н., доцент

Сухарева А.М. – к.т.н., доцент

Энтин В.Я. – д.т.н., профессор

ISBN 978-5-7937-3000-6

ISBN 978-5-7937-2996-3

УДК 009+67/68(063)

ББК 6/8+37.2я43

© ФГБОУВО «СПбГУПТД», 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

А.П. Панчишкина, Л.П. Васеха СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ТЕРМОТРАНСФЕРНОЙ ПЕЧАТИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ИНДИВИДУАЛЬНОМ ДИЗАЙНЕ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАЩЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ	7
Банджедиэль Чанкпан , Л.П. Васеха ЭРГОНОМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ РАБОЧЕЙ ОДЕЖДЫ	14
А.М. Русаков ОЦЕНКА УГРОЗ ИНФРАСТРУКТУРНОГО ГЕНЕЗА В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ	19
О.С. Назаренко, М.В. Сафронова, Н.В. Анисимова ГРАДАЦИЯ ПЛЕЧЕВОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ МАЛЬЧИКОВ: РАСЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД VS ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ПЕРЕСТРОЕНИЕ В САПР	24
Е.Р. Квакшин, К.В. Перминова ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ МУЖСКОЙ КУРТКИ ИЗ МАТЕРИАЛА С РИСУНКОМ В КЛЕТКУ	33
Я. Коркишко ИССЛЕДОВАНИЕ ГИГИЕНИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ИСКУССТВЕННОГО МЕХА НА ТРИКОТАЖНОЙ ОСНОВЕ С РАЗЛИЧНОЙ ДЛИНОЙ ВОРСА	39
Е.Д. Пасечникова РАЗРАБОТКА ПЛЕЧЕВОГО ИЗДЕЛИЯ С КОМБИНИРОВАННЫМ ПОКРОЕМ РУКАВА НА БАЗЕ МЕТОДИКИ МЮЛЛЕР	44
М.О. Сташенко СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ШВОВ В ИЗДЕЛИЯХ ИЗ ДВУХСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ	48
В. В. Семенов РАЗРАБОТКА ШЛЮЗА БЕЗОПАСНОСТИ (API GATEWAY) С ФУНКЦИЕЙ МАРШРУТИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ВАЛИДИРОВАННЫХ JWT-ПОЛИТИК	53
С.В. Чаюк, И.В. Скворцова ИИ-ГРАМОТНОСТЬ КАК НОВАЯ КЛЮЧЕВАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ БИЗНЕС-ЛИДЕРА: СОДЕРЖАНИЕ, ИЗМЕРЕНИЕ, РАЗВИТИЕ	60
Е.В. Анашкина, В.Д. Кореньков РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ ИЗДЕЛИЯ «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД» В СИСТЕМЕ ЛОЦМАН	64
В.А. Абрамова, Е.Н. Дроздова ПРОТОТИПИРОВАНИЕ 3D-ИГРЫ В ЖАНРЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО СИМУЛЯТОРА С ИНТЕРАКТИВНЫМ НАРРАТИВОМ	69
А.Р. Андропова, Е.Н. Дроздова ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ АУДИАЛЬНОГО МЕДИТАТИВНОГО СИМУЛЯТОРА	74
К.А. Арбузова, Е.Н. Дроздова ПРОТОТИПИРОВАНИЕ КАЗУАЛЬНОЙ 2D-ГОЛОВОЛОМКИ С АКЦЕНТОМ НА ЛОГИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ И СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ	79

ОГЛАВЛЕНИЕ

З.Д. Беляков, Е.Н. Дроздова НЕЙРОСЕТИ В ГЕНЕРАЦИИ 3D-КОНТЕНТА: ВОЗМОЖНОСТИ, ПАЙПЛАЙНЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	84
М.С. Васильева ВЕРСТКА УКАЗАТЕЛЯ ТЕРМИНОВ В ИЗДАНИЯХ НАУЧНОЙ ФАНТАСТИКИ	89
Н.С. Гевоянц, Н.А. Яцеленко, А.Ю. Трясцын ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ И БИМЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМАХ	95
С.О. Данилова, Е.Н. Дроздова РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ПОСТНУАРНОЙ РОЛЕВОЙ ДЕТЕКТИВНОЙ 2D-ИГРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРОССПЛАТФОРМЕННОЙ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ UNITY	100
А. В. Дзюбак, В. Е. Ковганко СОЗДАНИЕ РЕКЛАМНОГО ВИДЕОРОЛИКА О КНИГЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ	106
В.В. Земцов, Е.В.Горина СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УДОБСТВА И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ PLASTICITY И BLENDER В ЗАДАЧАХ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ ИГРОВЫХ АССЕТОВ	116
В.С. Иванова, Е.Н. Дроздова ПРОТОТИПИРОВАНИЕ ДЕСКТОПНОЙ 3D-АРКАДЫ В ЖАНРЕ КАЗУАЛЬНОЙ КОМЕДИИ С ИНТЕРАКТИВНЫМ ОКРУЖЕНИЕМ	121
А.А. Истоменко, Е.В. Горина МЕТОДИКИ ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕКЛАМНЫХ ПРОДУКТОВ ПРЕДПРИЯТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	128
А.И. Ким, Е.Н. Дроздова ПРОТОТИПИРОВАНИЕ ДЕСКТОПНОЙ ИГРЫ В ЖАНРАХ СИМУЛЯТОР КУЛИНАРИИ И ТАЙМ-МЕНЕДЖМЕНТ	134
Киселев А.Ю., Горина Е.В. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА 3D-ГЕНЕРАЦИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОД СГЛАЖИВАНИЕ	141
Киселев А.Ю. СОЗДАНИЕ 3D МОДЕЛЕЙ В ГЕЙМДЕВЕ: ТРАДИЦИОННЫЙ ПАЙПЛАЙН	146
Р.К. Коханенко, Ю.Л. Пигичка ЛИЧНЫЙ БРЕНДИНГ В СФЕРЕ КОММЕРЧЕСКОЙ 3D-ГРАФИКИ И РОЛЬ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ РАЗВИТИИ 3D-ХУДОЖНИКА	151
К.В. Красюков, Е.Н. Дроздова ФОТОГРАММЕТРИЯ. СОЗДАНИЕ 3D-СКАНОВ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ	157
Н.Н. Кривцова АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТОВ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕКСТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО НАСТРОЕНИЯ ПРИ ЧТЕНИИ ГРАФИЧЕСКОГО РОМАНА	166

ОГЛАВЛЕНИЕ

К.А. Кузнецова, Е.Н. Дроздова РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ И ПРОТОТИПА 3D ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ХОРРОРА- ГОЛОВОЛОМКИ ОТ ПЕРВОГО ЛИЦА	172
Е.С. Морозова, Е.В. Горина ЦИФРОВАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РЕКЛАМНЫХ ПРОДУКТОВ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ И ВЫЗОВЫ	176
А.В. Мурылева ОСОБЕННОСТИ ОФОРМЛЕНИЯ ПРАВИЛ НАСТОЛЬНЫХ ИГР	180
Нгуен Минь Хоанг, Е.В. Горина ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ СЖАТИЯ ДАННЫХ В СОВРЕМЕННОЙ ТРЕХМЕРНОЙ ГРАФИКЕ	184
Приматов М.Л., Горина Е.В. ОЦЕНКА ГЕНЕРАЦИИ БЕСШОВНЫХ ПАТТЕРНОВ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	191
Г.К. Семенов, Е.В. Горина ПРОЦЕДУРНАЯ АНИМАЦИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ОПТИМИЗАЦИИ АНИМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ	195
М.И. Смирнова КИБЕРСПОРТ В РОССИИ: ТРАНСФОРМАЦИЯ, ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ В НОВОЙ РЕАЛЬНОСТИ	200
К.А. Сотников, Ю.Л. Пигичка ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ДОПЕЧАТНОЙ ПОДГОТОВКЕ	205
В.А. Таранина, Е.В. Горина ИГРОВЫЕ МЕХАНИКИ, ОСНОВАННЫЕ НА СЛУЧАЙНОСТИ	210
П.А. Тимофеева, Е.Н. Дроздова ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОТОТИПА 2D ЭКШЕН-ПЛАТФОРМЕРА	218
А.А. Тяпина, Е.В. Горина ВЛИЯНИЕ ВИЗУАЛЬНОГО ДИЗАЙНА И ИНТЕРАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ВОВЛЕЧЁННОСТЬ АУДИТОРИИ СТРИМОВ	223
Д.О. Филлер, Е.Н. Дроздова РАЗРАБОТКА СЮЖЕТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ИНТЕРАКТИВНОЙ НОВЕЛЛЫ В ЖАНРЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ХОРРОРА С ЭЛЕМЕНТАМИ МИСТИКИ И НЕЛИНЕЙНОГО ПОВЕСТВОВАНИЯ	227
Чибисова Дарья Вадимовна ОСОБЕННОСТИ ВЕРСТКИ НАУЧНЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗДАНИЙ	234
Е. М. Шадрин, Е.В. Горина ВЛИЯНИЕ ДИЗАЙНА НА ПОВЕДЕНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА	239

УДК 687.01:677.027.52

А.П. Панчишкина, Л.П. Васеха

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ТЕРМОТРАНСФЕРНОЙ ПЕЧАТИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ИНДИВИДУАЛЬНОМ ДИЗАЙНЕ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАЩЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ

© А.П. Панчишкина, Л.П. Васеха, 2026

В статье рассматриваются и анализируются виды термотрансферной печати на плащевые ткани, ключевые особенности при подборе метода под индивидуальные характеристики дизайна, приведены преимущества и недостатки термотрансферной печати, проверены эксплуатационные свойства и надежность печати на плащевых тканях.

Ключевые слова: печать на тканях, методы нанесения, термотрансфер, флекс-пленка, шелкотрансфер, результаты тестирования готовых изделий

A.P. Panchishkina, L.P. Vasekha

St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18

COMPARATIVE ANALYSIS OF HEAT TRANSFER PRINTING METHODS USED IN THE INDIVIDUAL DESIGN OF GARMENTS MADE FROM RAINCOAT MATERIALS

This article examines and analyzes the types of thermal transfer printing on raincoat fabrics, key considerations when selecting a method to suit individual design characteristics, outlines the advantages and disadvantages of thermal transfer printing, and tests the performance properties and reliability of printing on raincoat fabrics.

Keywords: Fabric printing, application methods, heat transfer, flex film, silk screen printing, finished product testing results

Среди современных методов отделки швейных изделий и придания им индивидуальных особенностей методы термотрансферной печати занимают одно из ведущих мест.

Подбор способа переноса изображения на одежду является важным этапом при разработке продукции с индивидуальным дизайном. Современный уровень развития печатных технологий и широкий спектр доступных методов позволяют реализовывать сложные, многоцветные и визуально выразительные изображения практически на любых видах текстильных материалов.

Корректный выбор технологии нанесения изображений напрямую влияет не только на внешний вид готового изделия, но и на его эксплуатационные характеристики. Качественно выполненный принт должен сохранять насыщенность цвета, целостность структуры и устойчивость к механическим воздействиям в течение всего срока службы изделия, включая многократные стирки и регулярную эксплуатацию одежды.

Оптимальный метод печати определяется совокупностью условий и требований, предъявляемых к конкретному изделию. В отдельных случаях целесообразно использование комбинированных технологий. Универсального способа нанесения не существует, поскольку каждый метод обладает как преимуществами, так и определёнными ограничениями.

При выборе технологии нанесения изображения на одежду необходимо учитывать следующие факторы [1]:

- вид текстильного материала, а также его физико-механические и эксплуатационные характеристики;
- особенности дизайна: сложность, степень детализации, цветовую гамму и масштаб изображения;
- назначение изделия, условия его использования, а также требования к уходу;
- технологические возможности и ограничения конкретного способа печати;
- трудоёмкость подготовительных операций и сроки выполнения работ;
- объём тиража;
- себестоимость нанесения изображения.

Наибольший интерес представляет индивидуализация верхней одежды, как способ самовыражения и заявления о своих предпочтениях [2]. При этом плащевые ткани, как всесезонные материалы используются для разных видов верхней одежды.

Для плащевых материалов на практике чаще всего применяются следующие технологии нанесения изображений:

1. Шелкография, представляющая собой технологически сложный и затратный метод, связанный с изготовлением трафаретных сеток. В связи с этим данный способ экономически оправдан преимущественно при производстве крупных тиражей. Для индивидуализации единичных экземпляров одежды и небольших партий он является достаточно дорогим удовольствием;

2. Термотрансферная печать, основанная на переносе изображения с промежуточного носителя (трансферной бумаги или плёнки) на ткань под воздействием повышенной температуры и давления. Первоначально изображение формируется на носителе с использованием специальных чернил или тонера, после чего с помощью термопресса осуществляется его закрепление на текстильной поверхности. В результате получается устойчивый, насыщенный и визуально чёткий принт. Данный метод отличается простотой реализации, высокой детализацией изображения и возможностью применения на различных типах тканей, включая как светлые, так и тёмные основы.

К основным достоинствам термотрансферной технологии печати относятся:

- высокая яркость и чёткость изображения;
- плотная структура принта с лёгким глянцевым эффектом;
- возможность нанесения на материалы с фактурной или разряженной поверхностью, например, букле, джут;
- универсальность по отношению к цвету основы;
- нанесение изображений в труднодоступные зоны изделия (швы, рукава и другие элементы);
- широкий выбор декоративных эффектов, включая глиттерные (мерцающие), светоотражающие и люминесцентные покрытия.

Термотрансфер включает в себя несколько разновидностей технологий:

1. DTF-печать – способ, при котором изображение наносится струйным методом на PET-плёнку, после чего покрывается термоклеевым порошком и подвергается сушке в печи;

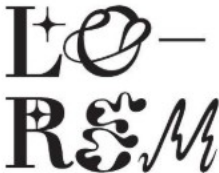
2. Плёночный трансфер (флекс-плёнки) — технология, при которой изображение формируется путём вырезания элементов из готовой полиуретановой плёнки. Несмотря на небольшое количество этапов, процесс отличается высокой трудоёмкостью, так как каждый элемент обрабатывается вручную. После удаления лишних фрагментов изображение переносится на изделие с помощью термопресса;

3. Шелкотрансфер — комбинированный метод, сочетающий принципы шелкографии и термотрансфера. Изготовление сетки осуществляется аналогично шелкографии, однако печать производится на плёнку, которая затем покрывается клеевым слоем, высушивается и переносится на текстильную основу.

Для определения наиболее рационального варианта термотрансферной печати с точки зрения соотношения стоимости и эксплуатационных характеристик были проведены экспериментальные исследования на выбранных наиболее часто используемых двух видах плащевых тканей. Эксперимент проводился в несколько этапов.


Этап 1. Формирование идентичных макетов изображений (табл. 1) с учётом технологических требований и ограничений, характерных для каждого способа персонализации.

Таблица 1. Макеты нанесения возможных изображений одного и того же слова

№п/п	Вид нанесения	Макет	Размер, мм	Цвет
1	2	3	4	5
1	Шелкотрансфер		50×39,2	чёрный

2	Пленочный трансфер (флекс)		50×50	чёрный
---	----------------------------	---	-------	--------

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5
3	DTF-печать		50×50	чёрный

Этап 2. Выбор плащевых материалов.

Сегодняшний рынок предлагает разнообразие плащевых тканей, каждая из которых обладает уникальными характеристиками и преимуществами. От выбора ткани зависят комфорт, функциональность и долговечность изделия.

Для эксперимента выбраны 2 вида плащевых материалов с разными техническими характеристиками и ценовым сегментом:

1. «Дюспо» — синтетическая ткань с пропиткой, обеспечивающая водоотталкивающие свойства материала. Ключевые свойства, такие как воздухопроницаемость, износостойкость, гигроскопичность зависят от вида пропитки, которую могут наносить с одной или двух сторон - Water resistance (WR), Milky, PU, Bonding.

Образец №1 – «Дюспо», цвет хаки, поверхностная плотность 83 г/м², толщина слоя для нанесения печати – 0,12 мм;

2. Мембранная ткань — многослойный синтетический материал, включающий внутренний мембранный слой и внешний слой с водоотталкивающей обработкой. Характеризуется высокой степенью защиты от влаги при одновременной способности пропускать водяной пар. Мембрана относится к современным высокотехнологичным материалам, используемым для изготовления изделий, предназначенных для эксплуатации в неблагоприятных погодных условиях. Данный тип ткани не обладает теплоизоляционными свойствами, однако эффективно защищает от осадков, ветра и снега, обеспечивая воздухообмен и поддержание комфортного микроклимата при носке.

Образец № 2 – материал с микропористым слоем, цвет бирюзовый, поверхностная плотность 135 г/м², толщина слоя для нанесения печати – 0,17 мм.

Оба этих материала имеют свои преимущества, и лучший выбор будет зависеть от конкретных задач.

Этап 3. Производственный процесс нанесения изображения.

Процесс нанесения индивидуального дизайна осуществлен на производственной площадке ООО «Проект 111» с использованием оборудования марки SEFA (рис. 1).



Рис.1. Плоский термопресс модель Rotex PRO марки SEFA [3]

Использованы следующие режимы нанесения печати: температура – 130 °С; время нанесения – 5 с; время допрессовки – 2 с. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты печати изображений

Характеристики полученных образцов	Методы нанесения изображений		
	Шелкотрансфер	Пленочный трансфер (флекс)	DTF-печать
Пленка с нанесением – лицевая сторона	Плотная бумажная основа		
Пленка с нанесением – оборотная сторона	 Прозрачный точечный клеевой слой		 Белая подложка + плотный однородный клеевой слой
Толщина нанесения, мм	0,07	0,07	0,05
Масса, г	0,07	0,21	0,07
Готовое нанесение на материале №1			

<p>Готовое нанесение на материале №2</p>			
<p>Визуальная оценка</p>	<p>Вокруг нанесения виден клеевой слой, т. к. клей не впитывается в плащевую ткань</p>	<p>Незначительная деформация материала вокруг нанесения из-за плотности пленки</p>	<p>Ровное, четкое нанесение без учета фактурности мембранного материала</p>

Этап 4. Тестирование эксплуатационных свойств образцов с нанесенным изображением.

Тестирование эксплуатационных свойств термотрансферов на выбранных материалах включает оценку стойкости изображения, равномерности приклеивания слоя, устойчивости к растяжению. Для тестирования использовался органолептический метод оценки швейных изделий (специальных наушников «снудов» для собак) с нанесенным термотрансфером (рис.2,3) после 4-х месяцев (осень-зима) активной опытной носки.



Рис.2 Расположение термотрансферов на детали кроя



Образец 1 – материал верха «Дюспо»



Образец 2 – материал верха мембрана

Рис. 3 Образцы отшитых изделий

Тестируемые изделия использовались во время выгула собаки: одно на утренней прогулке, второе – на вечерней. Продолжительность каждой из прогулок – более одного часа.

В период опытной носки изделия подвергались стирке каждую неделю (20 циклов стирки на деликатном режиме: 30°C, 600 об/мин). В результате носки зафиксирован естественный износ изделия.

Результаты тестирования эксплуатационных свойств термотрансферной печати на швейных изделиях после окончания опытной носки показали следующее:

- цвет незначительно потускнел при стрике на рекомендуемых режимах;
- морщины не образовались при сгибании трансфера, что характерно для сохранения равномерного приклеивания к ткани;
- эластичность трансфера сохранилась – отсутствуют трещины, принт восстанавливается после растяжения. Дополнительно по образцу №2 – через трансферы проявилась структура ткани.

Таким образом по результатам эксперимента можно рекомендовать все три вида нанесения, так как они показали надежный результат при эксплуатации на выбранных тканях.

Каждый из методов имеет собственные технологические особенности, области применения и преимущества, которые делают их более или менее подходящими в зависимости от объёма партии, дизайна и цели печати.

Шелкотрансфер. Ориентировочные затраты составляют 120 - 230 руб/ед + подготовительные расходы 2 000 руб.

Технология позволяет осуществлять перенос графики на изделия сложной формы и на труднодоступные участки поверхности.

Технические требования по толщине линий и размерам элементов [4]:

- минимальная толщина элементов 0,4 мм с подложкой и 0,3 мм при печати без подложки;
- минимальная толщина линий 0,3 мм;
- минимальный размер одиночного элемента 0,4 мм;
- минимальный размер шрифта 1,88мм;
- минимальная плотность растра 20%;
- цветовая палитра – до 5 цветов.

Ограничения для макетов связаны с ячейками сетки для шелкографии.

Шелкотрансфер обеспечивает яркие цвета, но не подходит для сложных изображений с тонкими деталями, градиентами или фотореалистичными элементами, которые лучше выполняются цифровыми методами.

Пленочный трансфер. Флекс-плёнки изготавливаются из полиуретана (PU) или поливинилхлорида (PVC) и обладают высоким уровнем эластичности и устойчивости к деформации. Технология удобна для малых тиражей и индивидуальных заказов без сложного предпечатного этапа. Самый бюджетный вариант из рассмотренных для площади изображения 5 см² – ориентировочные затраты 120 руб/ед + подготовительные расходы 1000 руб., при этом можно выполнить дизайн пленками со специальными эффектами. Нанесение изображений с использованием флекс-плёнки по своей сути относится к ручным видам работ, в связи с чем данная технология наиболее рациональна при изготовлении малых тиражей. Материал отличается высокой эластичностью и устойчивостью к разрыву при растяжении, не склонен к отслаиванию в процессе стирки и эксплуатации. Все элементы изображения сохраняют чёткие контуры и ровные края, что выгодно отличает флекс-плёнку от многих альтернативных способов декорирования. Технология позволяет формировать тонкие графические линии шириной порядка 2÷3 мм. Современные флекс-материалы представлены в широком ассортименте фактур и эффектов — глянцевые, металлизированные, светоотражающие, глиттерные, флоковые и другие, что значительно расширяет возможности дизайна и делает данный метод особенно подходящим для нанесения простых графических элементов и текстовых надписей.

Технические требования по толщине линий и размерам элементов [4]:

- минимальная толщина элементов 1 мм;
- минимальный размер одиночного элемента 3 мм;
- цветовая палитра - только 1 цвет.

DTF-печать. Ориентировочные затраты составляют 160 - 250 руб/ед + подготовительные расходы 2 000 руб.

Преимущества применения технологии DTF:

- возможность нанесения изображений на текстильные материалы любого типа независимо от их состава и фактуры;
- сформированный слой изображения отличается мягкостью, небольшой толщиной и высокой эластичностью, не склонен к образованию трещин и заломов;
- высокая износостойкость принта, обеспечивающая сохранение цвета и целостности изображения после многократных циклов стирки;
- возможность полноцветной печати сложных графических композиций с точной передачей оттенков и плавных полутоновых переходов.

Технические требования по толщине линий и размерам элементов [4]:

- минимальная толщина позитивных элементов 0,6 мм;
- минимальный размер одиночного элемента 2 мм;
- процент содержания каждой краски — не менее 15%;

– разрешение растрового изображения от 300 dpi;
 – цветовая палитра CMYK + White. CMYK(Сyan, Magenta, Yellow, Key) — субтрактивная цветовая модель для печати. + White белый цвет используется в качестве подложки под нанесение для достижения яркости, чистоты оттенков, для исключения искажения цвета нанесения под воздействием цвета самого изделия.

Сравнительный анализ преимуществ методов представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнительный анализ методов нанесения графических изображений

Параметры/метод	Шелкотрансфер	Флекс	DTF
Детализация изображения	средняя	ограничена	высокая
Количество цветов	ограничено - до 5 цветов	ограничено – 1 цвет	не ограничено
Плотность/ощущение на ткани	средняя	высокая, подходит для небольших изображений	средняя
Долговечность	высокая	высокая	высокая
Экономичность	экономичный на больших тиражах	экономичный для малых тиражей с небольшой площадью	экономичный для малых и средних тиражей
Подготовительный этап	длительный	минимальный	средний

Список литературы

1. Alexprint «Какая печать подходит для разных видов ткани». URL: <https://alexprints.ru/articles/kakaja-pechat-podhodit-dlja-raznyh-vidov-tkani> (дата обращения 10.01.2026)
2. Электронная версия журнала «Цифровой текстиль». URL: <https://digitaltextile.net> (дата обращения 01.12.2025, 10.01.2026, 29.01.2026)
3. ForOffice (Форофис) полиграфическое оборудование. URL: <https://www.foroffice.ru/> (дата обращения 10.01.2026)
4. ООО «Проект 111» Нанесение логотипа URL: <https://gifts.ru/nanesenie-logotipa> (даты обращений 10.11.2025-30.12.2025)

References

1. Alexprint «Kakaya pechat' podhodit dlya raznyh vidov tkani». URL: <https://alexprints.ru/articles/kakaja-pechat-podhodit-dlja-raznyh-vidov-tkani> (data obrashcheniya 10.01.2026)
2. Elektronnaya versiya zhurnala «Cifrovoy tekstil'». URL: <https://digitaltextile.net> (data obrashcheniya 01.12.2025, 10.01.2026, 29.01.2026)
3. ForOffice (Forofis) poligraficheskoe oborudovanie. URL: <https://www.foroffice.ru/> (data obrashcheniya 10.01.2026)
4. ООО «Proekt 111» Nanesenie logotipa URL: <https://gifts.ru/nanesenie-logotipa> (daty obrashchenij 10.11.2025-30.12.2025)

УДК 687.157:613.48:331.101.1

Банджедиэль Чанкпан , Л.П. ВасехаСанкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18**ЭРГОНОМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ РАБОЧЕЙ ОДЕЖДЫ**

© Банджедиэль Чанкпан, Л.П. Васеха, 2026

В статье рассматриваются общие концепции, лежащие в основе системного методологического подхода к разработке эргономичной одежды. Выделены ключевые этапы и руководящие принципы, позволяющие интегрировать эргономику уже на стадии проектирования, представлены основные элементы методологии и предложена синтетическая концептуальная блок-схема эргономического проектирования одежды.

Ключевые слова: комфорт, функциональность, антропометрия, деятельность пользователя, эргономические ограничения, методологический подход.

Bandqediel Tchankpan, L.P. VasekhaSaint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18**ERGONOMIC APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF WORKWEAR**

The article discusses the general concepts underlying the systematic methodological approach to the development of ergonomic clothing. The key stages and guiding principles that allow integrating ergonomics already at the design stage are highlighted, the main elements of the methodology are presented, and a synthetic conceptual block diagram of ergonomic clothing design is proposed

Keywords: comfort, functionality, anthropometry, user activity, ergonomic limitations, methodological approach.

Эргономика в применении к одежде становится важнейшей задачей во многих областях: спецодежда, спорт, медицина, повседневная одежда. Проектирование эргономичной одежды не ограничивается обеспечением свободы движений; оно предполагает учёт всех взаимодействий между пользователем, его деятельностью и окружающей средой. Однако традиционные процессы проектирования часто включают эргономику слишком поздно, ограничиваясь корректировками после изготовления прототипа.

Согласно Международной ассоциации эргономики, это научная дисциплина, изучающая взаимодействие человека и других элементов системы, применяющая теорию, принципы, данные и методы для обеспечения благополучия человека и оптимизации общей производительности системы. Применительно к одежде она рассматривает соответствие между телом, одеждой и деятельностью. В первую очередь это касается профессиональной (рабочей) одежды, в которой работающий человек проводит большую часть своего времени.

В сложных условиях труда профессиональная одежда занимает парадоксальное положение: она широко распространена, но ее часто упускают из виду в размышлениях о производительности и гигиене труда. Тем не менее, она представляет собой постоянный физический интерфейс между работником и его профессиональной средой. Этот интерфейс не является нейтральным: он фильтрует, преобразует и опосредует все взаимодействия организма с его рабочей средой.

Исторически рабочая одежда развивалась в соответствии с тремя часто не пересекающимися основными логиками:

1. Символическая и идентичная логика (La logique – униформа, обозначающая принадлежность);
2. Защитная и безопасная логика (La logique – барьер от рисков);
3. Практическая и функциональная логика (La logique – адаптация к задачам).

Эти логики развивались параллельно, иногда создавая системные несоответствия. Таким образом, современная рабочая одежда находится на перекрестке множества, а иногда и противоречивых требований.

Например, анализ эпидемиологических данных и производственных исследований работников химических лабораторий показал высокую распространенность дискомфорта в одежде. Согласно проведенным исследованиям [1], от 58 до 72% лаборантов, работающих с реактивами, сообщают о регулярных раздражениях, связанных с их рабочей одеждой. В исследовании было установлено, что наиболее частыми жалобами являются ограничение подвижности в плечевом поясе, тепловой дискомфорт при длительном ношении, а также раздражение кожи от швов и плотных манжет. Более половины опрошенных отмечали, что вынуждены адаптировать одежду (подворачивать рукава, расстегивать верхние пуговицы) для выполнения рабочих операций, что, в свою очередь, повышало риск контакта с химическими веществами.

В химических лабораториях лаборанты и исследователи проводят от 8 до 12 часов, подвергаясь воздействию агрессивных сред, необходимости совершать частые наклоны и подъёмы рук при работе в вытяжных шкафах. В результате испытываемые неудобства, связанные с дискомфортом в рабочей одежде, приводят к поведенческим адаптациям, которые могут поставить под угрозу безопасность (частичное снятие средств индивидуальной защиты – СИЗ), производительность (замедление, ошибки) и, в конечном итоге, здоровье (накопившаяся усталость).

Неудовлетворенность рабочей одеждой связана в основном с упрощенной логикой ее разработки, к которой относятся:

- чрезмерная стандартизация, игнорирующая морфологическое разнообразие;
- приоритет технических критериев в ущерб воспринимаемому комфорту;
- дизайн, не связанный с реальной практикой работы.

Теоретическую и методологическую основу эргономики представляет системный подход, который рассматривает одежду не как изолированный объект, а как элемент сложной системы, включающей работника, деятельность, окружающую среду и производственную организацию труда. Основными ключевыми моментами при этом являются:

1. Анализ реальных рабочих ситуаций во всей их сложности;
2. Понимание факторов, определяющих комфорт и производительность;
3. Предложенные методы проектирования, ориентированного на использование эргономичной одежды;
4. Оценка решений с интегративной точки зрения.

Проведенный анализ литературы позволил выделить несколько ключевых понятий, заложенных в системный подход к эргономике:

1. Комфорт как многомерное понятие. Обычно различают тепловой комфорт (тепло и влагообмен), сенсорный комфорт (ощущения от прикосновения, раздражения), комфорт движения (свобода, отсутствие стеснения) и эстетический комфорт (визуальное и социальное восприятие) [2]. При этом установлено, что субъективное восприятие комфорта формируется на пересечении физиологических, физических и психологических факторов, причем для профессиональной одежды наиболее значимыми оказываются тепловой комфорт и комфорт движения. Пренебрежение хотя бы одной из составляющих приводит к снижению общей удовлетворенности и, как следствие, к небезопасному поведению пользователя.

2. Функциональность – способность одежды выполнять своё назначение, не мешая действиям человека. Сюда входят защита, адаптация к позам, удобство надевания/снятия. Согласно концепции функционального дизайна [3], одежда должна обеспечивать не только барьерную защиту, но и «активную» адаптацию к динамике движений. Авторы подчеркивают, что для этого необходимо использовать комбинацию эластичных материалов, конструктивных членений и дополнительных элементов (ластовиц, вытачек), распределяющих нагрузку по телу.

3. Антропометрия – изучение размеров тела человека. Статических данных (традиционные измерения) часто недостаточно; необходимо учитывать динамическую антропометрию, то есть изменения размеров, связанные с движениями [3]. В большинстве проведенных исследований [4] утверждается, что для проектирования одежды, не стесняющей движений, необходимо использовать данные об амплитудах суставов, прибавках на свободу облегания в экстремальных позах, а также учитывать различие между 5-м и 95-м процентами значений в наборе данных от пользователей. Международный стандарт ISO 7250-1:2017 [5] систематизирует базовые антропометрические измерения, однако для специальных видов деятельности (например, работа в вытяжном шкафу) требуются дополнительные динамические показатели.

4. Пользователь и деятельность. Человеко-ориентированный подход предполагает анализ задач пользователя, его ограничений и ожиданий. Такой анализ может проводиться путём наблюдения, интервью, анкетирования. Как отмечают Dupont и Cauvin [6], во французской практике проектирования рабочей одежды ключевым этапом является «эргономический аудит» рабочих мест, в ходе которого

выявляются скрытые потребности пользователей. Именно этот этап позволяет избежать типичной ошибки, когда одежда разрабатывается только на основе нормативных документов, без учета реальных жестов и поз. На рисунке 1 представлена динамика улучшений ключевых показателей рабочей одежды по 10-ти бальной системе на примере нескольких поколений изделий для работающих в химических лабораториях.

Как видно на графике защитные свойства демонстрируют устойчивый рост вплоть до 2000-х годов, что связано с активным внедрением химически стойких тканей и нормативных требований [1,3].

Начиная с 2000-х годов этот показатель выходит на плато, приближаясь к максимальным значениям.

Напротив, такие параметры, как свобода движений и тепловой комфорт, до 2000-х годов оставались на низком уровне. Ситуация меняется с 2010-х годов, когда в практику проектирования начинают внедряться методы динамической антропометрии и анализ реальных рабочих движений [4,6]. Это позволяет значительно увеличить функциональные припуски, оптимизировать конструкцию рукавов и использовать вентилируемые материалы [5]. Удовлетворённость пользователей, которая долгое время коррелировала с низкими эргономическими показателями, также резко возрастает в последний период, достигая 9,0 баллов. Это подтверждает, что интеграция системного эргономического подхода в процесс разработки одежды напрямую влияет на воспринимаемый комфорт и безопасность труда [1,2].

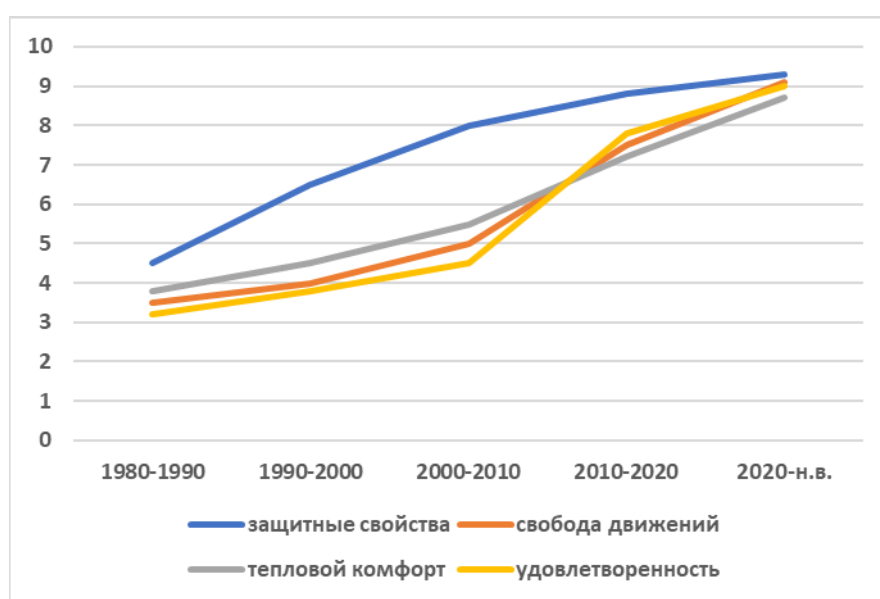


Рис. 1. Динамика улучшений ключевых показателей качества рабочей одежды

Таким образом, график наглядно демонстрирует переход от модели проектирования, ориентированной исключительно на защитную функцию, к комплексному подходу, учитывающему анатомические, физиологические и психологические потребности пользователя.

В таблице 1 обобщены основные эргономические ограничения и их значение для проектирования.

Таблица 1. Эргономические ограничения и их значение для проектирования

Тип ограничения	Примеры	Значение для одежды
Биомеханические	Амплитуда движений в суставах, прилагаемые усилия	Припуски на свободу, расположение швов, эластичность
Тепловые	Теплопродукция организма, условия среды	Воздухопроницаемость, теплоизоляция, управление влагой
Сенсорные	Трение, давление	Выбор материалов, обработка краёв, зоны комфорта
Когнитивные	Умственная нагрузка, визуальные сигналы	Читаемость, ориентиры, простота использования
Социальные/культурные	Самовосприятие, дресс-код	Внешний вид, цвета, покррой

В литературе по дизайну и эргономике [3,6] предлагается несколько моделей проектирования рабочей одежды. Их сопоставление позволяет выделить общую основу этапов разработки эргономичной одежды.

1. Анализ деятельности и потребностей.

Любое проектирование должно начинаться с этапа наблюдения и глубокого понимания пользователя в реальной ситуации. Такие инструменты, как интервью, видеосъёмка, датчики движения, позволяют собрать данные о жестах, позах, усилиях;

2. Определение эргономических требований.

На основе анализа составляется функциональное задание. В нём указываются требования к размерам, материалам, зонам усиления и т.д. На этом этапе могут помочь стандарты [4] (например, ISO 7250 для измерений);

3. Получение антропометрических данных.

Различают два подхода: традиционные статические измерения (например, сантиметровой лентой) и динамические или 3D-измерения (сканеры тела, системы захвата движений). Данные должны быть репрезентативны для целевой группы;

4. Проектирование и прототипирование.

Этот этап включает конструирование лекал, выбор тканей, изготовление первых прототипов. Принципы функциональных припусков (добавки к размерам для обеспечения движений) применяются в соответствии с выявленными ограничениями;

5. Тестирование и оценка.

Прототипы подвергаются испытаниям с участием пользователей. Можно сочетать объективные измерения (углы в суставах, давление на кожу, температуру) и субъективные (шкалы комфорта, анкеты). Результаты служат основой для итераций по улучшению конструкции.

Многообразие подходов и инструментов требует интегративного видения. На рисунке 2 предлагается блок-схема, обобщающая предыдущие этапы и их взаимосвязи.



Рис. 2. Блок-схема процесса эргономического проектирования одежды

Эта циклическая модель подчёркивает итеративность (цикличность), необходимую в эргономике.

Итеративный характер процесса обусловлен тем, что каждое тестирование может привести к изменениям в конструкции или даже к новому сбору данных при значительных расхождениях. Начальный этап анализа определяет все последующие шаги. Вся работа опирается на базу знаний (литература, стандарты), которая питает каждый этап.

В ходе данного синтеза мы выявили фундаментальные концепции эргономики одежды и предложили общую методологическую схему для проектирования адаптированной одежды.

Список литературы

1. Chen, Y., Wang, L., & Li, X. (2022). Comfort and safety of laboratory protective clothing: A survey among chemical workers. *Journal of Occupational Health*, 64(3), e12345. <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12345>
2. Kaplan, S., & Okur, A. (2009). The meaning and importance of clothing comfort: A case study for Turkey. *Journal of Sensory Studies*, 24(5), с.688-706.
3. Watkins, S. M., & Dunne, L. E. (2015). *Functional Clothing Design: From Sportswear to Spacesuits*. Bloomsbury Publishing.
4. Pheasant, S. (1996). *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work*. Taylor & Francis.
5. ISO 7250-1:2017. Basic human body measurements for technological design.
6. Dupont, L., & Cauvin, C. (2018). Ergonomie et conception de vêtements de travail. *Revue des sciences technologies du design*, 12(3), с.45-58. (на французском)

References

1. Chen, Y., Wang, L., & Li, X. (2022). Comfort and safety of laboratory protective clothing: A survey among chemical workers. *Journal of Occupational Health*, 64(3), e12345. <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12345>
2. Kaplan, S., & Okur, A. (2009). The meaning and importance of clothing comfort: A case study for Turkey. *Journal of Sensory Studies*, 24(5), с.688-706.
3. Watkins, S. M., & Dunne, L. E. (2015). *Functional Clothing Design: From Sportswear to Spacesuits*. Bloomsbury Publishing.
4. Pheasant, S. (1996). *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work*. Taylor & Francis.
5. ISO 7250-1:2017. Basic human body measurements for technological design.
6. Dupont, L., & Cauvin, C. (2018). Ergonomie et conception de vêtements de travail. *Revue des sciences technologies du design*, 12(3), с.45-58. (на французском)

УДК 004.056

А.М. РусаковМИРЭА – Российский технологический университет
119454, Москва, проспект Вернадского, 78**ОЦЕНКА УГРОЗ ИНФРАСТРУКТУРНОГО ГЕНЕЗА В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

© А.М. Русаков, 2026

Рассматривается проблема оценки угроз информационной безопасности, обусловленных инфраструктурным деструктивизмом в распределённых информационных системах. В отличие от традиционных внешних атак, деструктивные воздействия инфраструктурного генеза возникают вследствие внутренних процессов: ошибок проектирования, несовершенства архитектуры, неучтённых взаимосвязей сервисов и могут приводить к саморазрушению инфраструктуры. Предложена методика оценки таких угроз для сервис-ориентированных информационных систем, включающая анализ журналов событий, моделирование межсервисных взаимодействий на основе антропоморфических типов, причинно-следственный анализ, агентное и имитационное моделирование. Описаны этапы методики, схема организации её работы в реальном времени, а также возможность интеграции с распространёнными платформами мониторинга и системами безопасности. Результатом применения методики является проактивное прогнозирование рисков, выявление источников угроз инфраструктурного генеза, оценка динамики рисков и формирование рекомендаций по предотвращению деструктивных воздействий.

Ключевые слова: инфраструктурный деструктивизм, информационные системы, деструктивные воздействия инфраструктурного генеза, антропоморфические типы взаимодействий, имитационное моделирование.

A.M. RusakovMIREA – Russian Technological University
119454, Moscow, Vernadsky Avenue, 78**ARTICLE TITLE**

The paper considers the problem of assessing information security threats caused by infrastructure destructivism in distributed information systems. Unlike traditional external attacks, infrastructure-related destructive effects arise from internal processes, such as design errors, imperfect architecture, and unaccounted-for service relationships, and can lead to self-destruction of the infrastructure. The paper proposes a methodology for assessing such threats in service-oriented information systems, which includes event log analysis, modeling of inter-service interactions based on anthropomorphic types, causal analysis, and agent-based and simulation modeling. The stages of the methodology, the scheme of its real-time operation, and the possibility of integration with common monitoring platforms and security systems are described. The result of applying the methodology is proactive risk forecasting, identification of sources of threats of infrastructure origin.

Keywords: infrastructure destructivism, information systems, destructive effects of infrastructure genesis, anthropomorphic types of interactions, simulation modeling.

Современные информационные системы организаций сталкиваются с растущими объемами данных и необходимостью их обработки в реальном времени. Это повышает требования к производительности и эффективности распределённых информационных систем (РИС). Однако увеличение сложности таких систем значительно увеличивает риски в области информационной безопасности (ИБ). Стабильная работа РИС приобретает особое значение в рамках национального проекта «Экономика данных и цифровая трансформация государства». Это подтверждается документами, принятыми на уровне Президента и Правительства России. В паспорте проекта указаны ключевые федеральные инициативы, такие как «Цифровые платформы в социальной сфере», «Искусственный интеллект», «Цифровое государственное управление», «Отечественные решения» и «Инфраструктура кибербезопасности». Для этих проектов РИС являются основой при создании ключевых компонентов цифровой инфраструктуры. Закон от 23 июля 2025 года № 248-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты в целях внедрения цифрового рубля» подчеркивает, что устойчивое функционирование РИС критически важно для проекта «Национальная система цифрового рубля».

Традиционно безопасность РИС обеспечивается комплексом мер, включая резервирование, мониторинг и управление ресурсами. Однако рост нагрузки на системы часто приводит к их нестабильности, что выражается в ухудшении качества обслуживания и отказах компонентов. Классические подходы к надежности и отказоустойчивости, такие как протоколы консенсуса, часто оказываются недостаточными для современных РИС. Это связано с усложнением систем, облачной интеграцией и эволюцией угроз ИБ, которые становятся более интеллектуальными и автоматизированными благодаря искусственному интеллекту [1].

Сегодня появляются новые, более сложные и непредсказуемые угрозы ИБ для РИС, такие как многовекторные атаки, атаки на поддомены и программные интерфейсы, массовые WebSocket-соединения, фрагментация IP-пакетов и др. Одним из источников этих угроз является инфраструктурный деструктивизм (ИД), который приводит к саморазрушению инфраструктуры и ухудшению работы РИС. Современные исследователи рассматривают эффекты ИД как феномен, возникающий в результате деструктивных воздействий инфраструктурного генеза (ДВ ИГ). Эти воздействия приводят к системным изменениям, нарушая отказоустойчивость, безопасность и управляемость РИС. Эффекты ИД могут вызывать серьезные аномалии в работе систем, но при этом отсутствуют методы и технологии для их оценки и использования в системах защиты информации [2].

В отличие от традиционных угроз, ДВ ИГ не являются следствием внешних атак, а возникают из-за внутренних процессов, таких как ошибки проектирования, несовершенство архитектуры, неучтенные взаимосвязи и изменения состава или функций объектов на всех этапах жизненного цикла РИС. Эти процессы могут нарушить инфраструктурные связи, снизить управляемость и привести к саморазрушению инфраструктуры. Угрозы ИД становятся новым классом имманентных угроз ИБ, которые обусловлены природой и эволюцией инфраструктуры РИС. Их проявления могут быть как разрушительными, так и способствовать самозащите системы [3]. Таким образом, недостаточное исследование угроз ИД и отсутствие готовых решений в области ИБ подчеркивают актуальность разработки моделей и методов для выявления, анализа и количественной оценки эффектов инфраструктурного деструктивизма в РИС. Это необходимо для обеспечения их информационной безопасности.

Методика оценки угроз ИБ ИГ для сервис-ориентированных информационных систем включает в себя анализ записей в журналах событий РИС, моделирование поведения сервисов с учётом их взаимосвязей и использование агентных и имитационных моделей.

Согласно рисунку 1, методика оценки угроз ИБ ИГ в сервис-ориентированных ИС включает следующие этапы.

Этап 1. Анализ исходных данных. Формирование набора источников для исследования, включающего журналы событий, откуда извлекается информация о проявлениях инфраструктурного деструктивизма. Проводится фильтрация данных, анализ причинно-следственных связей и классификация межсервисных взаимодействий для оценки ключевых параметров функционирования сервисов в РИС.

Этап 2. Интеллектуальный анализ на основе антропоморфических типов межсервисных взаимодействий РИС. В крупных и сложных системах для анализа выбирается не больше 15 сервисов с целью глубокого изучения их взаимодействий. Исследование проводится не по всем сервисам сразу, а по кластерам с наиболее интенсивным взаимодействием. Это обусловлено тем, что причинно-следственные связи присутствуют только между частью сервисов [4].

Этап 3. Оценка угроз информационной безопасности (ИБ). На этом этапе реализуется информационно-аналитическая система, автоматизирующая реагирование и визуализацию поведенческих межсервисных взаимодействий на основе антропоморфических типов. Система синтезирует последовательные шаблоны и ассоциативные правила. Алгоритм классификации взаимодействий сервисов включает три категории: положительные, нейтральные и негативные, оцениваемые по метрикам отклика. Выявляются шаблоны и создается минимальный базис межсервисных взаимодействий для прогнозирования эффектов инфраструктурного деструктивизма. Проводится агентное моделирование для выявления, оценки и прогнозирования угроз ИБ в РИС. Функционирует рекомендательная подсистема для профилактики и предотвращения деструктивного воздействия на инфраструктуру.

Основные этапы методики выявления угроз информационной безопасности (ИБ) в распределённых информационных системах (РИС) включают следующие шаги:

Шаг 1. Создание ИТ-инфраструктуры РИС.

Шаг 2. Имитация работы РИС для оценки своевременности доставки информации, которая зависит от числа серверов и их взаимодействия при обработке пользовательских запросов.

Шаг 3. Сбор данных о работе сетевой инфраструктуры, включая журналы событий серверов, в штатном режиме работы РИС, выполняемый параллельно с Шагом 2.

Шаг 4. Обработка собранных данных после завершения имитации для анализа информации с серверов.

Шаг 5. Выявление эффектов информационного воздействия (ИД) с использованием алгоритмов, которые анализируют данные, собранные на Шаге 3 и обработанные на Шаге 4.

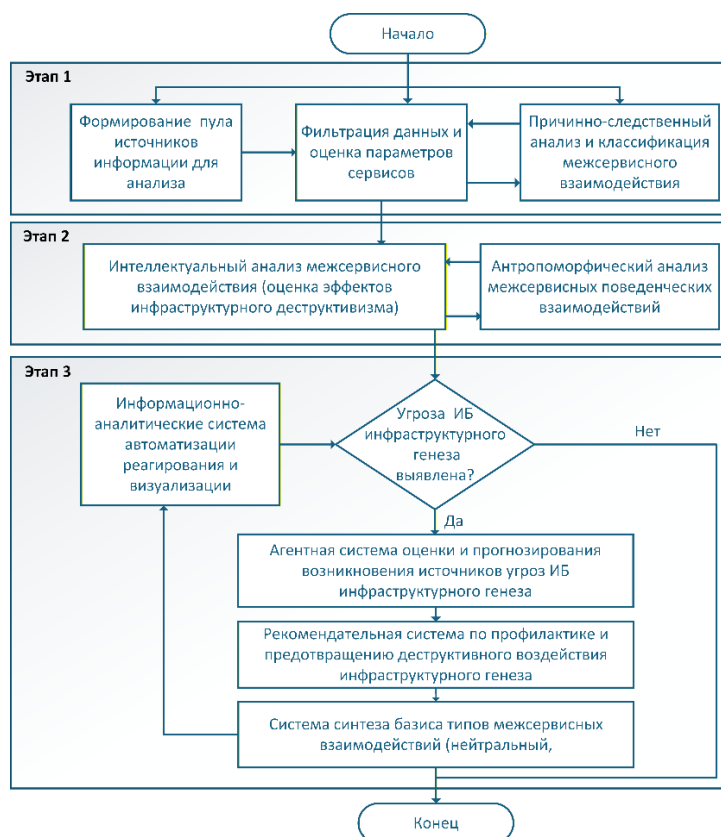


Рис. 1. Структурная схема Методики оценки угроз ИБ ИГ в сервис-ориентированных ИС

Работа этого этапа основана на следующих принципах. Поведенческие особенности запросов описываются наборами правил антропоморфического типа взаимодействия, основанных на продукционной модели представления знаний. Для каждого запроса, выгруженного из журналов событий, проводится пространственно-временная локализация с использованием последовательных шаблонов. На начальном этапе работы алгоритма загружается информация о запросах, для каждого из которых формируется множество взаимодействующих запросов и оценивается причинно-следственная связь. При обнаружении зависимости формируется множество для описания количественных характеристик антропоморфического взаимодействия запросов, что позволяет определить тип эффекта. Количественные характеристики рассчитываются на основе времени выполнения запросов каждого антропоморфического типа по отношению к общему времени выполнения исследованных запросов (измеряется в процентах).

Анализ структурной схемы применения Методики оценки угроз ИБ ИГ в сервис-ориентированных ИС выявил возможности проактивного прогнозирования рисков ИБ. На основе этого анализа была разработана организационная схема её применения для прогнозирования, представленная в таблице 1.

Таблица. 1. Основные единицы СИ физических величин

Наименование этапа	Описание
1. Сбор и анализ результатов проявления ИД содержащихся в журналах событий РИС	Интеллектуальный анализ журналов событий. Выявление аномалий и долгих запросов, фильтрация выбросов.
2. Моделирование взаимодействия сервисов РИС на основе антропоморфических типов взаимодействия	Построение временных диаграмм. Причинно-следственный анализ и классификация взаимодействий сервисов по антропоморфическим типам. Выявление узких мест, обнаружение аномалий, прогнозирование времени выполнения запросов РИС.
3. Имитационное моделирование	Сценарное моделирование (цифровые двойники). Выявление источников ИД
4. Оценка динамики рисков деструктивного воздействия инфраструктурного генеза	Оценка параметров и метрик инфраструктуры РИС: количество долгих запросов, количество аномалий, построение метрики «здоровья» инфраструктуры
5. Автоматизация и визуализация	Интеграция в системы безопасности (SIEM, SOAR). Построение панели мониторинга. Формирование отчётов. Рекомендательная система.

На рисунке 2 представлена схема организации, разработанная с учетом выявленных особенностей прогностической оценки эффектов ИД в РИС. Эта схема включает детализированную структуру и содержит рекомендательную систему для профилактики и предотвращения ДВ ИГ в сервис-ориентированных ИС. Схема организации позволяет реализовывать Методику оценки угроз ИБ ИГ в сервис-ориентированных ИС в режиме реального времени, что повышает оперативность реагирования [5].

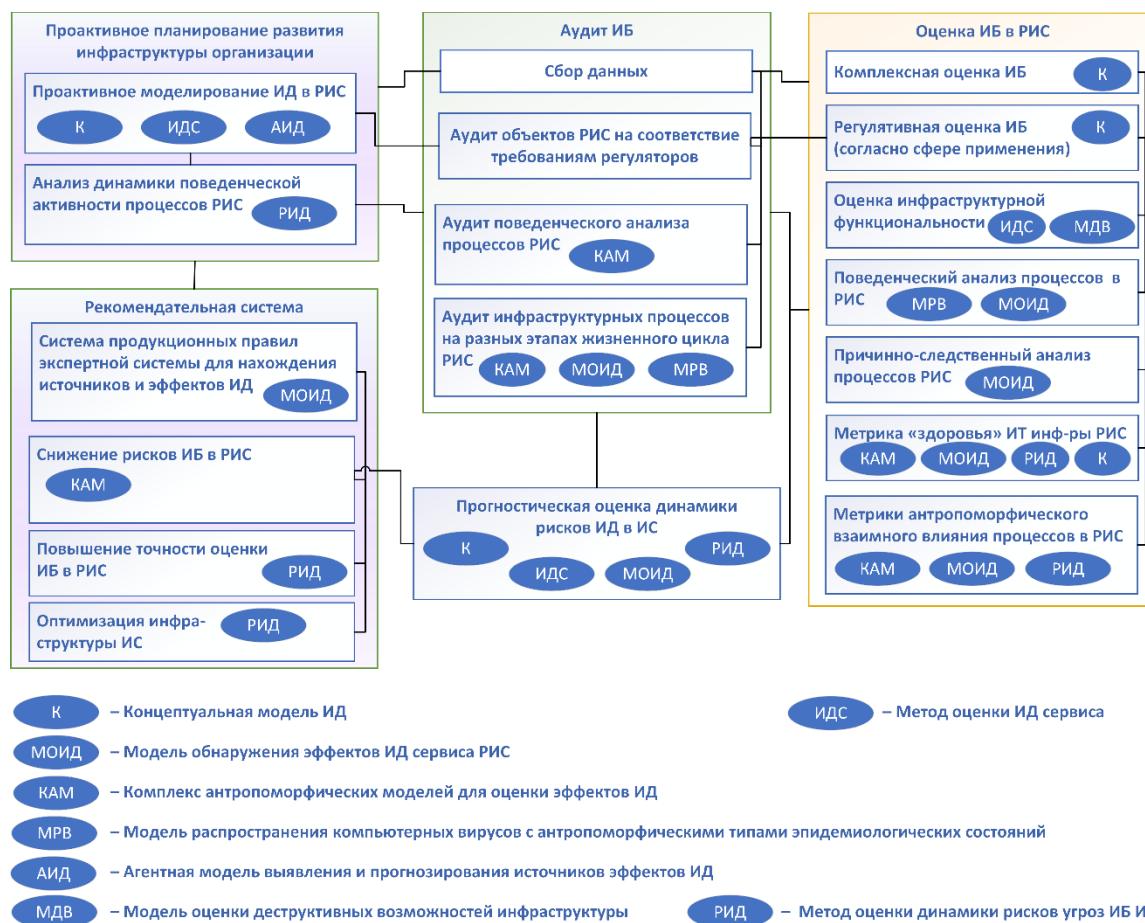


Рис. 2. Схема организации Методики оценки угроз ИБ ИГ в сервис-ориентированных ИС

Важно подчеркнуть, что для интеграции предложенной методики с другими системами ИБ и распространенными платформами мониторинга РИС, такими как Grafana и Prometheus, рекомендуется использовать их программные интерфейсы и стандартные протоколы взаимодействия. Это обеспечивает совместимость и упрощает интеграцию с существующими решениями в области ИБ.

Таким образом, разработанная методика позволяет осуществлять проактивное прогнозирование рисков возникновения угроз ИБ ИГ благодаря синтезу базиса шаблонов и ассоциативных правил. Предложенная методика оценки угроз ИБ ИГ в сервис-ориентированных ИС представляет собой комплексное решение, сочетающее анализ журналов событий, причинно-следственное моделирование межсервисных взаимодействий на основе антропоморфических типов и имитационное моделирование. Её применение позволяет не только выявлять уже проявившиеся эффекты инфраструктурного деструктивизма, но и прогнозировать возникновение источников угроз ИБ ИГ, оценивать динамику рисков и формировать рекомендации по предупреждению возникновения угроз ИБ ИГ. Интеграция с распространёнными платформами мониторинга и системами безопасности обеспечивает практическую применимость методики в составе уже имеющихся инфраструктур ИБ организаций.

Список литературы

1. Демидов А.В., Емельянов А.А. Анализ уязвимостей и разработка требований к безопасности в современной ИТ-инфраструктуре // Цифровые опасности информационного общества: Сборник статей / Под редакцией И.Л. Коршунова. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2023. С. 42-48.
2. Максимова Е.А. Аксиоматика инфраструктурного деструктивизма субъекта критической информационной инфраструктуры // Информатизация и связь. 2022. № 1. С. 68-74.

3. *Буйневич М.В., Израилов К.Е.* Антропоморфический подход к описанию взаимодействия уязвимостей в программном коде. Часть 1. Типы взаимодействий // Защита информации. Инсайд. 2019. №5 (89). С. 78-85.
4. *Русаков А.М.* Комплекс антропоморфических моделей поведенческого анализа процессов для обнаружения эффектов инфраструктурного деструктивизма// Инженерный вестник Дона. 2024. №11(119). С. 391-404.
5. *Максимова Е.А., Русаков А. М.* Проактивная оценка динамики рисков инфраструктурного деструктивизма для распределенной системы распознавания лиц // Защита информации. Инсайд. 2025. №4 (124). С. 66-71.

References

1. Demidov A.V., Emelyanov A.A. Analysis of Vulnerabilities and Development of Security Requirements in Modern IT Infrastructure // Digital Dangers of the Information Society: Collection of Articles / Edited by I.L. Korshunov. St. Petersburg: St. Petersburg State University of Economics, 2023. 42-48 pp. (in Rus.).
2. Maksimova E.A. Axiomatics of the Infrastructure Destructivism of the Subject of Critical Information Infrastructure // Informatization and Communications. 2022. No. 1. 68-74 pp. (in Rus.).
3. Buinevich M.V., Izrailov K.E. An Anthropomorphic Approach to Describing the Interaction of Vulnerabilities in Software Code. Part 1. Types of Interactions // Information Security. Insider. 2019. No. 5 (89). 78-85 pp. (in Rus.).
4. Rusakov A.M. Complex of anthropomorphic models of behavioral analysis of processes for detecting the effects of infrastructure destructivism// Engineering Bulletin of the Don. 2024. No. 11(119). 391-404 pp. (in Rus.).
5. Maksimova E.A., Rusakov A.M. Proactive Assessment of the Dynamics of Infrastructure Destructivism Risks for a Distributed Facial Recognition System // Information Security. Insider. 2025. No. 4 (124). 66-71 pp. (in Rus.).

*Научный руководитель: профессор, доцент, ученая профессор Максимова Е.А.
Scientific supervisor: professor, docent, professor Maksimova Elena Aleksandrovna*

УДК 687.021.051.3:531.792

О.С. Назаренко, М.В. Сафронова, Н.В. АнисимоваСанкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18**ГРАДАЦИЯ ПЛЕЧЕВОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ МАЛЬЧИКОВ: РАСЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД VS ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ПЕРЕСТРОЕНИЕ В САПР**

© О.С. Назаренко, М.В. Сафронова, Н.В. Анисимова, 2026

Исследование посвящено сравнительному анализу двух подходов к получению размерного ряда базовых конструкций плечевой одежды для мальчиков школьного возраста: классического расчетно-аналитического метода градации, основанного на приращениях к обхвату груди третьему, и метода параметрического перестроения в среде САПР «Грация», использующего полный набор размерных признаков (ширину спины, груди, подмышечной впадины). Рассмотрены теоретические основы каждого метода, выявлены принципиальные различия в исходных данных и алгоритмах преобразования конструктивных точек. Показано, что оба метода базируются на единой методике конструирования ЕМКО СЭВ, однако различия в учете антропометрической изменчивости могут приводить к несовпадению результатов градации, что особенно значимо для детей школьного возраста с неравномерной динамикой роста. Результаты исследования позволяют оценить точность и эффективность традиционных методов градации относительно возможностей современного параметрического моделирования и обоснованно выбирать метод при проектировании промышленных коллекций детской одежды.

Ключевые слова: градация лекал, плечевая одежда, одежда мальчиков школьного возраста, расчетно-аналитический метод, параметрическое перестроение, САПР «Грация», ЕМКО СЭВ, размерные признаки, антропометрическая изменчивость.

O.S. Nazarenko, M.V. Safronova, N.V. AnisimovaSaint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18**GRADING OF BOYS' SHOULDER GARMENTS: CALCULATION AND ANALYTICAL METHOD VS PARAMETRIC REBUILDING IN CAD**

The study is devoted to a comparative analysis of two approaches to obtaining a size range of basic designs of shoulder clothing for school-age boys: the classical calculation-analytical grading method based on increments to the third chest circumference, and the parametric reconstruction method in the «Gratsiya» CAD environment, which uses a full set of dimensional characteristics (width of the back, chest, and axillary width). The theoretical foundations of each method are considered, the fundamental differences in the initial data and algorithms for transforming construction points are revealed. It is shown that both methods are based on the unified clothing design methodology of the Council for Mutual Economic Assistance (UMCD COMECON); however, differences in accounting for anthropometric variability may lead to discrepancies in grading results, which is particularly significant for school-age children with uneven growth dynamics. The results of the study allow assessing the accuracy and effectiveness of traditional grading methods relative to the capabilities of modern parametric modeling and making a well-reasoned choice of method when designing industrial collections of children's clothing.

Keywords: pattern grading, shoulder clothing, clothing for school-age boys, calculation-analytical method, parametric reconstruction, «Gratsiya» CAD, UMCD COMECON, dimensional characteristics, anthropometric variability.

Проектирование одежды для массового производства предполагает разработку комплекта лекал на весь размеро-ростовочный ряд, соответствующий размерной типологии населения. Маркировка готового изделия включает рост, обхват груди третий и обхват талии. Поскольку в данной работе рассматривается градация по размерам внутри одной ростовой и полнотной группы, при переходе на смежные размеры изменяется только ведущий размерный признак – обхват груди третий ($O_{г3}$).

В практике конструирования используют различные подходы. Традиционный расчетно-аналитический метод основан на смещении конструктивных точек по табличным коэффициентам приращений, рассчитанным на основе изменчивости ведущих признаков [1, 2]. С развитием систем

автоматизированного проектирования (САПР) появилась альтернатива – параметрическое перестроение, показанное на примере САПР «Грация». В отличие от традиционных схем градации, где формулы ЕМКО СЭВ применяются к приращениям, при использовании параметрического метода выполняется построение каждого типоразмера, исходя из абсолютных значений размерных признаков. Принципиальное различие в подходах (интегральный показатель $O_{г3}$ против дискретных признаков ширины спины Шс, ширины груди Шг, ширины подмышечной впадины Шпв и др) может приводить к несовпадению результатов приращений, что значительно влияет на качество посадки изделий крайних размеров.

Цель статьи – сравнительный анализ расчетно-аналитического метода градации (с использованием приращений к $O_{г3}$) и метода параметрического перестроения в САПР «Грация» (с использованием полного набора размерных признаков) применительно к базовым конструкциям плечевой одежды для мальчиков школьного возраста.

Задачи исследования: разработка схем градации базовой конструкции плечевого изделия расчетно-аналитическим способом на основе ЕМКО СЭВ; выполнение параметрического перестроения той же конструкции в САПР «Грация»; сопоставление полученных результатов по величинам приращений; оценка точности и эффективности рассматриваемых методов.

Результаты работы позволят обоснованно выбирать метод градации в зависимости от возрастной группы и требований к точности посадки при проектировании промышленных коллекций детской одежды.

Согласно классификации ЦНИИШП, мальчики школьного возраста подразделяются на три группы: младшая (7–11,5 лет), старшая (11,5–14,5 лет) и подростковая (14,5–17,11 лет) [5]. В рамках данного исследования рассматривается младшая школьная группа (Ма2, размеры 60–76). Выбор обусловлен активным ростом и формированием пропорций тела [1], устойчивыми значениями приращений размерных признаков, а также тем, что принцип работы с приращениями идентичен для всех возрастных групп, что позволяет экстраполировать выводы на старшие группы.

В таблице 1 приведены межразмерные приращения основных признаков для группы Ма2 [5].

Таблица 1 – Межразмерные приращения размерных признаков для мальчиков младшей школьной группы

№ п/п	Условное обозначение коэффициента градации	Наименование размерного признака	Условное обозначение размерного признака	Межразмерное приращение, см
1	Д7	Высота линии талии	Влт	0,0
2	Д9	Высота коленной точки	Вк	0,0
3	Д12	Высота подъягодичной складки	Впс	-0,3
4	Д13	Обхват шеи	Ош	0,7
5	Д14	Обхват груди первый	ОгI	3,4
6	Д15	Обхват груди второй	ОгII	3,6
7	Д16	Обхват груди третий	ОгIII	4,0
8	Д18	Обхват талии	От	3,0
9	Д19	Обхват бёдер с учётом выступа живота	Об	3,2
10	Д31	Ширина плечевого ската	Шп	0,1
11	Д32	Расстояние от точки основания шеи сбоку до лучевой точки	Длуч	0,3
12	Д34а	Расстояние от точки основания шеи сбоку до линии обхвата груди первого спереди	Впрп	0,3
13	Д35а	Высота груди	Вг	0,6
14	Д36а	Длина талии спереди	Дтп	0,3
15	Д38	Дуга через высшую точку плечевого сустава	Дп	0,4
16	Д39	Расстояние от точки основания шеи сзади до уровня заднего угла подмышечной впадины	Впрз	0,2
17	Д40	Длина спины до талии от шейной точки с учетом выступа лопаток	Дтс	0,1
18	Д44	Дуга верхней части туловища через точку основания шеи сбоку	Двчт	0,5
19	Д45	Ширина груди	Шг	1,2
20	Д47	Ширина спины	Шс	1,2
21	Д109	Ширина подмышечной впадины	Шпр	0,5

К ведущим размерным признакам в группе Ма2 относятся рост (T_1 , Р), обхват груди третий (T_{16} , $O_{г3}$) и обхват талии (T_{18} , O_t) [5]. Подчинённые признаки, используемые в расчётных формулах ЕМКО СЭВ [3], включают ширину спины (T_{47} , Шс), ширину груди (T_{45} , Шг), ширину проймы (T_{109} , Шпр), обхват шеи (T_{13} , Ош), ширину плечевого ската (T_{31} , Шп), высоту проймы сзади (T_{39} , Впрз) и другие. Именно изменчивость подчинённых признаков определяет величины приращений конструктивных точек в процессе градации.

Анализ данных таблицы 1 показывает, что при увеличении размера на один шаг ($\Delta O_{г3} = 4,0$ см) приращения ширины спины ($\Delta Шс = 1,2$ см), ширины груди ($\Delta Шг = 1,2$ см) и ширины проймы ($\Delta Шпр = 0,5$ см) в сумме дают 1,7 см для половины изделия. В пересчёте на полную ширину изделия ($Шс + Шг + 2 \cdot Шпр$) это составляет 3,4 см, что меньше межразмерного приращения $O_{г3}$ (4,0 см).

В рамках данного исследования за базовый принят обхват груди 68 см рост 134 см, соответствующий середине младшей школьной группы. Градация выполняется на размеры 60 и 76. Выбор указанного диапазона обусловлен необходимостью анализа точности методов при переходе как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения размеров, что позволяет оценить характер накопления погрешностей в крайних точках размерного ряда.

Расчетно-аналитический метод градации основан на подстановке в формулы ЕМКО СЭВ межразмерных приращений (табл. 1) вместо абсолютных значений размерных признаков. Исходными осями градации служат горизонтали и вертикали точек 33 (спинка), 35 (полочка), 351 (рукав) [1, 2]. Положительными считаются перемещения вправо (ΔX) и вверх (ΔY). На рисунке 1 показаны базовые конструкции с указанием наименований точек.

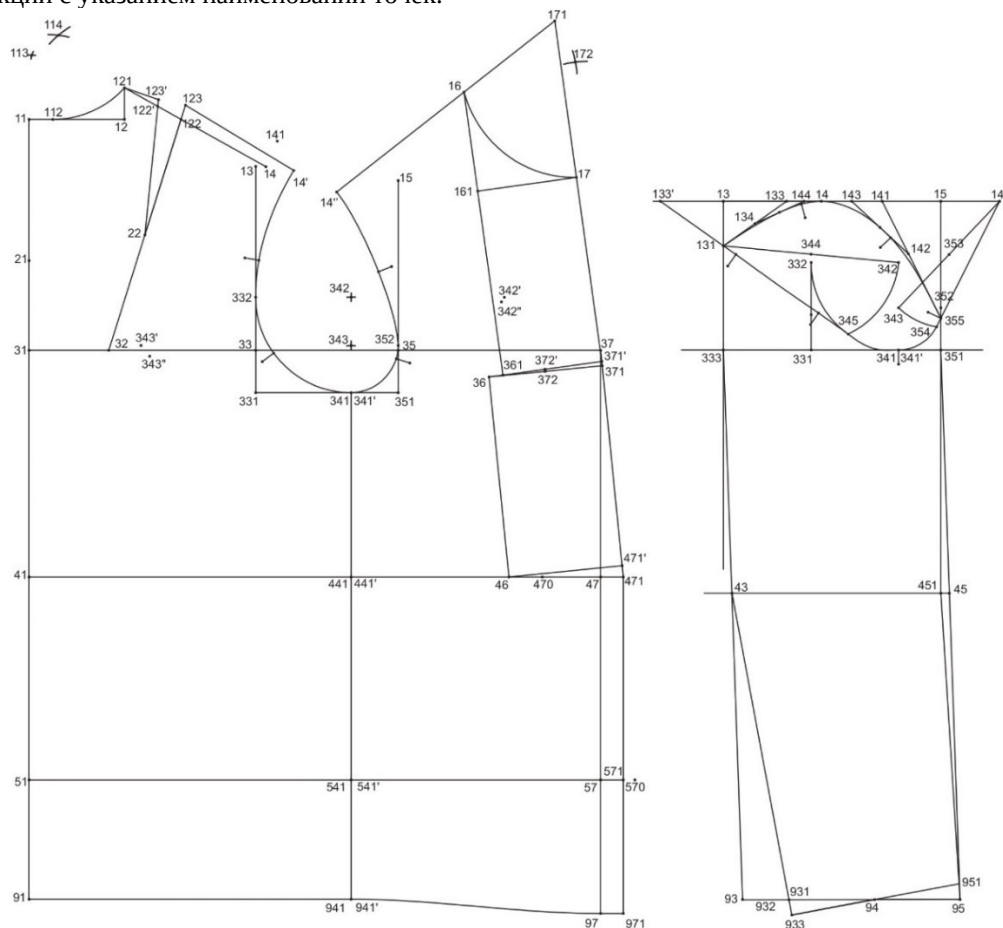


Рис. 1. Базовая конструкция плечевого изделия с обозначением конструктивных точек

В таблице 2 приведены формулы и полученные приращения для ключевых конструктивных точек при переходе на смежный размер. Формула для расчёта горизонтального приращения точки 371 выведена авторами на основе анализа зависимостей, заложенных в ЕМКО СЭВ, и адаптирована для возрастной группы Ма2.

Анализ данных таблицы 2 позволяет проследить логику расчёта приращений. Например, для точки 11 (вершина среднего среза спинки) горизонтальное приращение определяется только изменением ширины спины (ΔD_{47}), а вертикальное – изменением высоты проймы сзади (ΔD_{39}). Для точки 121 (вершина горловины спинки) учитываются ширина спины (ΔD_{47}), и обхват шеи (ΔD_{13}). Точка 31,

лежащая на исходной линии, имеет нулевое вертикальное смещение, а её горизонтальное приращение совпадает с приращением точки 11.

Таблица 2 – Формулы для расчета величин градации конструктивных точек (по ЕМКО СЭВ, возрастная группа Ма2)

Основные точки градации	Формулы для расчета величин градации по осям X и Y		Величины градации (Ма2: 60-76)	
	ΔX	ΔY	ΔX	ΔY
СПИНКА				
11	$-0,5D_{47}$	D_{39}	-0,60	0,20
121	$-(0,5D_{47} - 0,18D_{13})$	$D_{39} + 0,065D_{13}$	-0,47	0,25
31	$-0,5D_{47}$	(исходная линия)	-0,60	0
341	$0,62D_{109}$	–	0,31	–
	$0,5D_{109}$	–	0,25	–
14'	K	K	-0,35	0,30
ПЕРЕД				
471	$0,5D_{16} - 0,5D_{47} - D_{109}$	$-(D_{40} - D_{39})$	0,90	-0,10
471'	$0,5D_{16} - 0,5D_{47} - D_{109}$	–	0,90	–
341'	$0,38D_{109}$	–	0,19	–
	$0,5D_{109}$	–	0,25	–
14"	K	K	0,45	0,40
371	$0,5D_{16} - 0,5D_{47} - D_{109}$	$-[(D_{40} - D_{39}) - (D_{36a} - D_{35a})]$	0,90	-0,20
371'	$0,5D_{16} - 0,5D_{47} - D_{109}$	–	0,90	–
16	K	$D_{44} - (D_{40} + 0,065D_{13}) - (D_{36a} - D_{35a})$	0,35	0,65
РУКАВ				
351	(исходная)	(исходная)	0,00	0,00
341	$-0,38 \cdot D_{109}$	–	-0,19	–
43	$-D_{109}$	$D_{32} - D_{31}$	-0,50	-0,20
131	$-D_{109}$	$0,75\Delta UВOP$	-0,50	0,1
14	$-0,55D_{109}$	$\Delta UВOP$	-0,28	0,15

Анализ данных таблицы 2 позволяет проследить логику расчёта приращений. Например, для точки 11 (вершина среднего среза спинки) горизонтальное приращение определяется только изменением ширины спины (D_{47}), а вертикальное – изменением высоты проймы сзади (D_{39}). Для точки 121 (вершина горловины спинки) учитываются ширина спины (D_{47}), и обхват шеи (D_{13}). Точка 31, лежащая на исходной линии, имеет нулевое вертикальное смещение, а её горизонтальное приращение совпадает с приращением точки 11.

Особый интерес представляют точки 371 и 371', расположенные на линии груди и участвующие в формировании базисной сетки переда с учётом нагрудной вытачки. Их горизонтальное приращение рассчитывается по формуле, включающей приращение обхвата груди третьего (D_{16}), ширины спины (D_{47}) и ширины проймы (D_{109}):

$$\Delta X_{371} = 0,5D_{16} - 0,5D_{47} - D_{109}$$

Подстановка числовых значений из табл. 1 ($D_{16} = 4,0$ см; $D_{47} = 1,2$ см; $D_{109} = 0,5$ см) даёт $\Delta X = 2,0 - 0,6 - 0,5 = 0,9$ см. Это значение обеспечивает необходимое увеличение ширины переда при переходе на смежный размер. Вертикальное приращение этих точек учитывает изменение раствора нагрудной вытачки:

$$\Delta Y_{371} = -[(D_{40} - D_{39}) - (D_{36a} - D_{35a})]$$

Для точек 471 и 471', расположенных на линии талии, принцип расчёта приращений различается. Точка 471 имеет вертикальное приращение, определяемое изменением положения линии талии:

$$\Delta Y_{471} = -(D_{40} - D_{39})$$

Точка 471' участвует в формировании вытачки на выпуклость живота, поэтому её вертикальное смещение при градации не может быть задано аналитически. Положение этой точки каждый раз определяется в процессе перестроения – графически или с использованием пропорциональных

зависимостей, основанных на приращениях смежных точек. Горизонтальные приращения для обеих точек принимаются одинаковыми ($\Delta X = 0,90$ см), что соответствует приращению ширины переда на уровне груди.

Для остальных конструктивных точек переда (например: 14", 16), а также для точек спинки, не имеющих явного аналитического выражения, приращения в таблице 2 задаются непосредственно на основе опыта проектирования и корректировки типовых схем градации [1]. Эти значения обеспечивают сохранение формы проймы и баланса конструкции во всём размерном ряду.

Для узла рукава приращения рассчитываются с учётом увязки с проймой. Например, горизонтальные смещения точек 341 и 43 определяются изменением ширины проймы (Д109), а вертикальные – изменением длины руки (Д32 – Д31). Особое внимание уделяется сохранению посадки оката: приращения точек 131 и 14 задаются через приращение высоты оката ($\Delta УВОР$), согласованное с изменением высоты проймы.

Таким образом, расчетно-аналитический метод позволяет получить количественные значения смещений всех конструктивных точек для каждого типоразмера. Полученные приращения могут быть использованы для построения лекал смежных размеров вручную или в системах автоматизированного проектирования, поддерживающих табличный ввод правил градации.

Параметрическое перестроение, реализованное в САПР «Грация», представляет собой альтернативный подход к получению размерного ряда. В отличие от расчетно-аналитического метода градации, где приращения точек задаются табличными коэффициентами, параметрический метод предполагает независимое построение конструкции для каждого типоразмера с использованием полного набора абсолютных значений размерных признаков [1, 2].

Для каждого требуемого размера и роста система подставляет в расчётные формулы ЕМКО СЭВ конкретные значения размерных признаков (T_{16} , T_{47} , T_{45} , T_{109} , T_{40} , T_{39} , T_{13} , T_{31} , T_{32} и др.) из базы данных типовых фигур. В результате лекала для всех типоразмеров строятся «с чистого листа» по единому алгоритму.

Для оценки точности и эффективности рассмотренных методов выполнено построение лекал для крайних размеров (60 и 76) базовой конструкции плечевого изделия двумя способами: расчетно-аналитическим методом (ручной расчёт по табличным приращениям) и параметрическим перестроением в САПР «Грация».

Схемы градации спинки, переда и рукава представлены на рис. 2–4. Сравнительный анализ и измерения, выполненные по чертежам, позволяют сделать следующие выводы.

Измерения, выполненные по построенным чертежам, показали, что для большинства конструктивных точек спинки (11, 121, 31, 341) приращения, полученные обоими методами, совпадают в пределах 0,02–0,05 см. Это объясняется тем, что в этих зонах зависимость приращений от ведущих размерных признаков линейна и хорошо описывается табличными коэффициентами.

Наибольшее различие выявлено для плечевой точки 14'. При параметрическом перестроении точка 14' смещается:

- по горизонтали на +0,03 см (вправо);
- по вертикали на +0,18 см (вверх).

При расчётно-аналитическом методе смещение той же точки составляет:

- по горизонтали –0,35 см (влево);
- по вертикали +0,30 см (вверх).

Таким образом, направления горизонтального смещения противоположны, а вертикальные приращения различаются на 0,12 см. Это связано с тем, что в расчётно-аналитическом методе приращение точки 14' задано корректировочным значением, полученным на основе опыта проектирования [1]. При этом положение точки уточняется с учётом смещения точки 13 и приращения длины плечевого ската (Д31). В параметрическом методе точка 14' определяется пересечением дуг, построенных радиусами, зависящими от размерных признаков T_{38} и T_{47} , что даёт иную величину смещения.

На схемах переда (рис. 3), для базовой конструкции показаны векторы градации, указывающие направление и величину смещения конструктивных точек при переходе на смежные размеры.

Для большинства точек базисной сетки (341', 441', 541', 941') приращения, полученные обоими методами, совпадают. Наибольшие различия выявлены для точек, формирующих ширину переда, а также для точек верхнего контура.

Точкам, определяющим ширину переда (971, 571, 471, 471', 371, 371'), параметрический метод даёт $\Delta X \approx 0,70$ см, тогда как расчетно-аналитический – $\Delta X \approx 0,90$ см. Разница составляет 0,20 см. Это объясняется тем, что в расчётно-аналитическом методе горизонтальное приращение этих точек вычисляется по формуле, включающей приращения обхвата груди (T_{16}), ширины спины (T_{47}) и ширины проймы (T_{109}):

$$\Delta X = 0,5D_{16} - 0,5D_{47} - D_{109} = 2,0 - 0,6 - 0,5 = 0,9 \text{ см}$$

В параметрическом методе построение этих точек осуществляется по формуле, учитывающей ширину груди (Т45) и обхваты $O_{Г1}$ (Т14) и $O_{Г2}$ (Т15):

$$X=0,5(T45+T15-a8-T14)+П$$

При подстановке абсолютных значений размерных признаков для каждого типоразмера это даёт приращение $\Delta X \approx 0,70$ см. Таким образом, различие в горизонтальных приращениях обусловлено разными исходными данными.

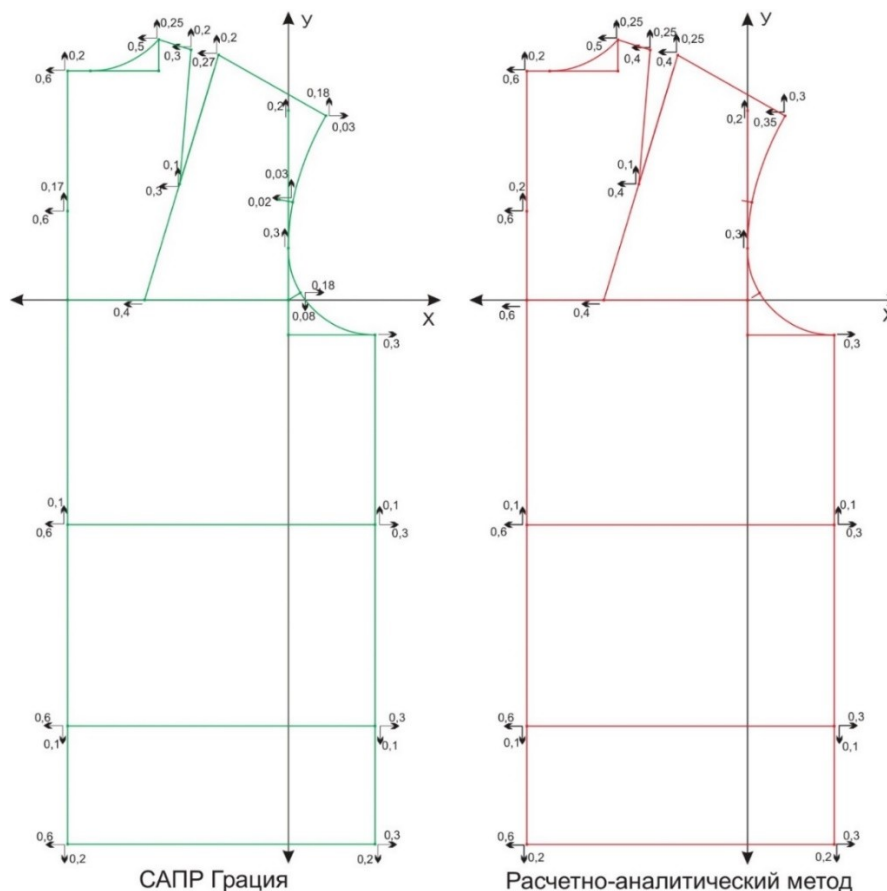


Рис. 2. Схемы градации спинки, полученные параметрическим перестроением и расчетно-аналитическим методом

Для точек, расположенных ближе к средней линии (46, 36, 361), разница также прослеживается: 0,37 против 0,55 (точки 46, 36) и 0,60 против 0,80 (точка 361). Относительное расхождение сохраняется.

Для большинства точек вертикальные приращения совпадают в пределах 0,05–0,10 см. Наибольшие различия зафиксированы для точек, участвующих в формировании нагрудной вытачки:

- 371 (вершина вытачки): $\Delta Y = -0,15$ см (параметрический) против $-0,20$ см (расчетно-аналитический);

- 372 (центр вытачки): $\Delta Y = -0,15$ см против $-0,20$ см;

- 372' (конец стороны вытачки): $\Delta Y = +0,07$ см против $+0,10$ см.

В расчетно-аналитическом методе эти приращения вычисляются по формулам ЕМКО СЭВ, учитывающим только изменчивость размерных признаков:

- для точек 371 и 372: $\Delta Y = -[(D40 - D39) - (D36a - D35a)]$;

- для точки 372': $\Delta Y = 0,5(D15 - D14)$.

В параметрическом методе те же точки определяются непосредственно в процессе перестроения с подстановкой абсолютных значений размерных признаков, что даёт незначительные отличия (0,05–0,10 см).

Наиболее существенные расхождения выявлены для точек верхнего контура переда:

- 14" (плечевая точка) – параметрический метод: влево 0,25 см, вверх 0,07 см; расчетно-аналитический: вправо 0,45 см, вверх 0,40 см;

- 16 (вершина горловины) – $\Delta X = 0,08$ против 0,35; $\Delta Y = 0,40$ против 0,65;

- 161 (глубина горловины) – $\Delta X = 0,25$ против $0,50$; $\Delta Y = 0,30$ против $0,35$;
- 17 (горловина по центру переда) – $\Delta X = 0,35$ против $0,60$; ΔY совпадает ($0,45$).

Такие различия объясняются разными подходами к построению горловины и плечевого среза. В расчётно-аналитическом методе приращения этих точек заданы корректировочными значениями. В параметрическом методе эти точки вычисляются непосредственно по формулам ЕМКО, что даёт иную конфигурацию.

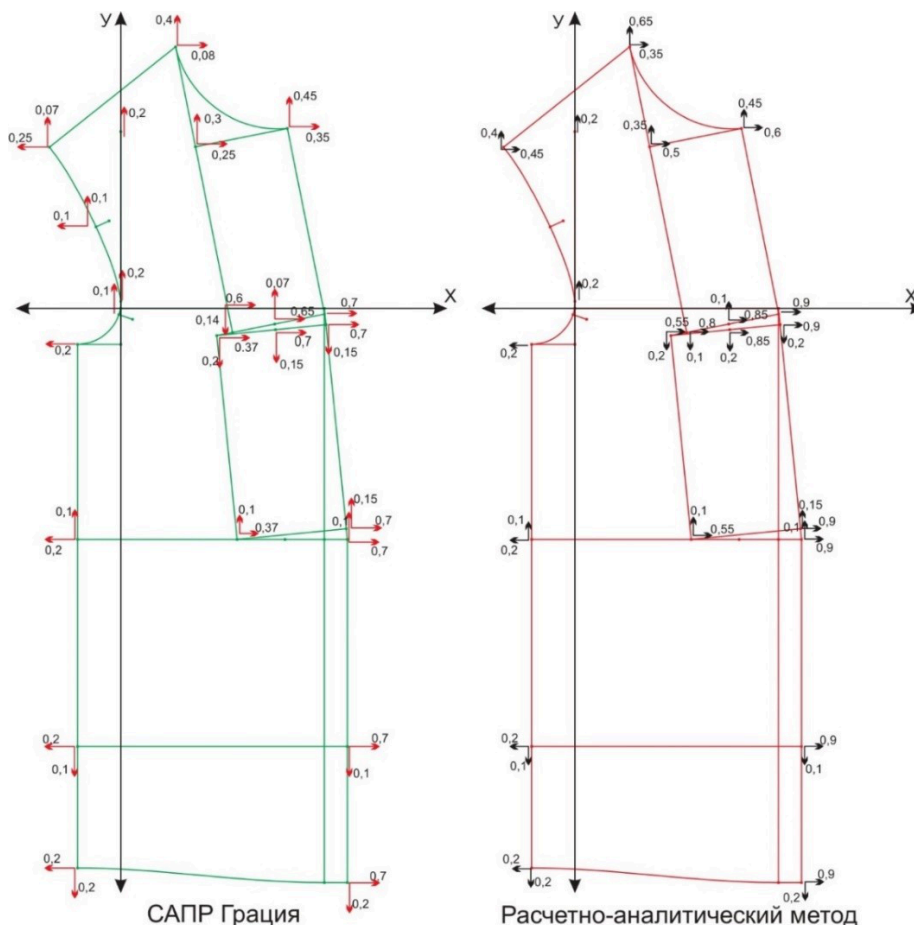


Рис. 3. Схемы градации переда, полученные параметрическим перестроением и расчётно-аналитическим методом

Такие различия объясняются разными подходами к построению горловины и плечевого среза. В расчётно-аналитическом методе приращения этих точек заданы корректировочными значениями. В параметрическом методе эти точки вычисляются непосредственно по формулам ЕМКО, что даёт иную конфигурацию.

Для большинства точек рукава (рис. 4) горизонтальные приращения совпадают (341/341', 333, 131, 43). Исключение составляет точка 933, где параметрический метод даёт $\Delta X = -0,20$ см, а расчётно-аналитический – $\Delta X = -0,25$ см (разница $0,05$ см). Это объясняется разными способами построения точки 933: в расчётно-аналитическом методе её горизонтальное приращение вычисляется по формуле $-0,5D_{29}$, а в параметрическом – определяется графическим построением.

Вертикальные приращения демонстрируют более заметные различия, особенно для точек оката (14, 131) и нижней части рукава (933, 451, 951). Например, вершина оката (14) в параметрическом методе смещается вниз на $0,07$ см, а в расчётно-аналитическом – вверх на $0,15$ см (направления противоположны, разница $0,22$ см). Для точки 131 также наблюдается противоположное направление смещения. В нижней части рукава вертикальные приращения в параметрическом методе имеют большие абсолютные значения (до $-0,35$ см), чем в расчётно-аналитическом (до $-0,20$ см).

Эти расхождения обусловлены разными подходами к построению рукава. В расчётно-аналитическом методе приращения всех точек вычисляются по формулам ЕМКО СЭВ на основе приращений размерных признаков, что обеспечивает сохранение посадки, но базируется на линеаризованных зависимостях. В параметрическом методе рукав строится непосредственно по полным

формулам с подстановкой абсолютных значений размерных признаков, что даёт строгое геометрическое обоснование приращений, особенно в зоне оката и низа.

Сравнительный анализ двух подходов к получению размерного ряда базовых конструкций плечевой одежды для мальчиков младшего школьного возраста: расчетно-аналитического метода градации (на основе приращений к $O_{Г3}$) и параметрического перестроения в САПР «Грация» (с использованием полного набора дискретных размерных признаков), основанных на единой методике ЕМКО СЭВ, показал различие исходных данных и результаты градации. Для большинства точек спинки приращения совпадают в пределах 0,02–0,05 см; наибольшие расхождения зафиксированы для плечевой точки спинки 14', точек ширины переда и узлов рукава, что обусловлено разным учётом антропометрической изменчивости исходных данных.

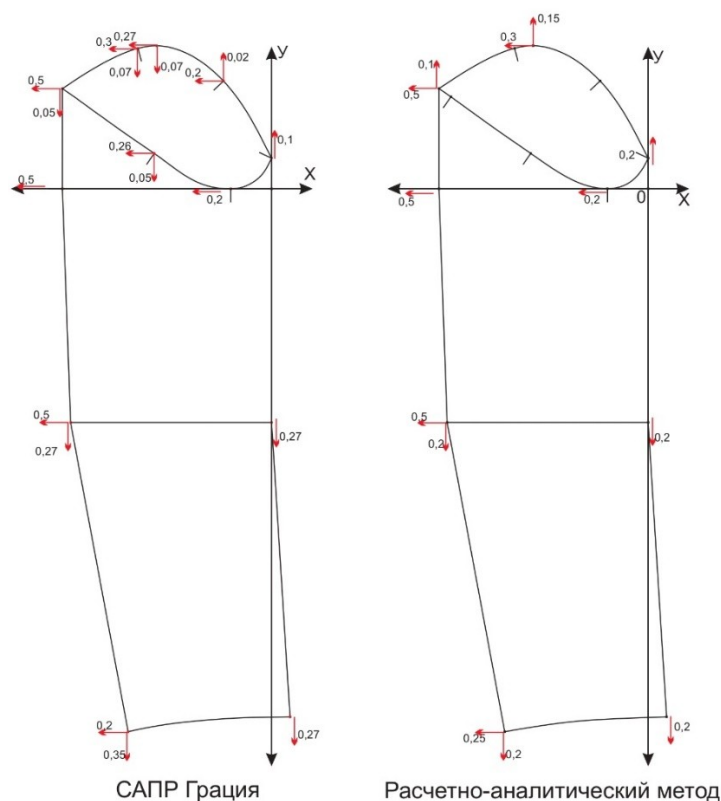


Рис.4. Схемы градации рукава, полученные параметрическим перестроением и расчетно-аналитическим методом

При корректном применении оба подхода обеспечивают геометрическое подобие лекал. Полученные результаты позволяют оценить особенности и выполнить проверку каждого метода в зависимости от конкретных условий проектирования и доступных инструментов. Перспективы дальнейших исследований связаны с расширением данных по возрастным группам, а также с интеграцией методологического подхода к градации для процесса обучения и повышения адаптивности параметрических моделей к реальным антропометрическим данным для качественного проектирования промышленных коллекций детской одежды.

Список литературы

1. Ивлева Р.В. Градация лекал: учебное пособие к выполнению лабораторных работ, курсовых и дипломных проектов/Ивлева Р.В., Мартынова А.И., Зюзина О.А. – ИИЦ МГУДТ, 2006 – 116 с.
2. Ахмедулова, Н.И., Гниденко, А.В. Основы процесса градации лекал: методические указания к разделу «Градация лекал» дисциплины КТПП для студентов дневной и заочной формы обучения по специальности 260902 «Конструирование швейных изделий» / Науч. ред. Л.П. Юдина. – Иваново, 2010. – 38 с.
3. Единая методика конструирования одежды СЭВ (ЕМКО СЭВ). Теоретические основы. Т. 1 / [рук. В. М. Медведков; исп. Е. Д. Афанасьева, В. И. Данилова и др.]. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1988. - 165 с.: ил.
4. Дунаевская Т.Н., Коблякова Е.Б., Ивлева Г.С. и др. Основы прикладной антропологии и биомеханики. – М., 2005.
5. Типовые фигуры мальчиков. Величины размерных признаков для проектирования одежды из ткани, трикотажа и меха. - М.: ОАО ЦНИИШП, 2002. – 70 с.: ил.

References

1. Ievleva R.V., Martynova A.I., Zyuzina O.A. Gradatsiya lekal: uchebnoe posobie k vypolneniyu laboratornykh rabot, kursovykh i diplomnykh proektov [Grading of patterns: textbook for laboratory, course and diploma projects]. Moscow: IITs MGUDT, 2006. 116 p.
2. Akhmedulova N.I., Gnidenko A.V. Osnovy protsessa gradatsii lekal: metodicheskie ukazaniya k razdelu «Gradatsiya lekal» distsipliny KТПP dlya studentov dnevnoi i zaochnoi formy obucheniya po spetsial'nosti 260902 «Konstruirovaniye shveinykh izdelii» [Fundamentals of the pattern grading process: methodological guidelines for the section "Pattern Grading" of the discipline СТПS for full-time and part-time students specializing in 260902 "Design of Garments"]. Ed. by L.P. Yudina. Ivanovo: IGTA, 2010. 38 p.
3. Edinaya metodika konstruirovaniya odezhdy SEV (EMKO SEV). Teoreticheskie osnovy. T. 1 [CMEA Unified Garment Design Methodology. Theoretical foundations. Vol. 1]. Ed. by V.M. Medvedkov, comp. by E.D. Afanasyeva, V.I. Danilova et al. Moscow: TsNIITeIllegprom, 1988. 165 p.
4. Dunaevskaya T.N., Koblyakova E.B., Ivleva G.S. et al. Osnovy prikladnoi antropologii i biomekhaniki [Fundamentals of applied anthropology and biomechanics]. Moscow, 2005.
5. Tipovye figury mal'chikov. Velichiny razmernykh priznakov dlya proektirovaniya odezhdy iz tkani, trikotazha i mekha [Typical figures of boys. Values of dimensional characteristics for designing clothes made of fabric, knitwear and fur]. Moscow: OAO TsNIIShP, 2002. 70 p.

УДК 687.1.016.5

Е.Р. Квакшин, К.В. ПерминоваСанкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18**ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ МУЖСКОЙ КУРТКИ ИЗ МАТЕРИАЛА С РИСУНКОМ В КЛЕТКУ**

© Е.Р. Квакшин, К.В. Перминова, 2026

*В данной статье рассмотрены требования к процессу изготовления плечевых изделий из материалов с рисунком и вопросы обеспечения формообразования на мужскую фигуру большой полноты. Приведён пример конструктивно-технологической подготовки производства мужской куртки с рукавом сложного покроя из материалов в клетку.***Ключевые слова:** мужская куртка, материалы с рисунком, клетка, рукав сложного покроя.**E.R. Kvakshin, K.V. Perminova**Saint-Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18**PECULIARITIES OF ENSURING SHAPE FORMATION IN MEN'S JACKETS MANUFACTURED FROM PLAID FABRIC***This article examines the requirements for the manufacturing process of upper-body garments made from patterned fabrics, as well as the aspects of ensuring shape-formation for men's figures of large sizes. An example of the design and production engineering of a men's jacket with a complex-cut sleeve made from plaid fabric is presented.***Keywords:** men's jacket, patterned materials, plaid, complex-cut sleeve.

Проектирование изделий из материалов с рисунком – одна из наиболее трудоёмких задач для конструкторов. Для получения эстетичного образа необходимо учитывать расположение паттерна относительно контуров детали и обеспечивать его совмещение на швах изделия.

В плечевых изделиях, изделиях с ярко выраженной полосой или клеткой, размер которых более 6 мм, должны соблюдаться следующие условия:

- параллельность полос в полочках по отношению к линии полузаноса;
- симметричность вертикального и совпадение горизонтального рисунка по среднему шву спинки;
- совпадение горизонтального рисунка по шву соединения полочки и бочка от низа полочки до линии талии в плечевых изделиях прямого силуэта;
- совпадение горизонтальных и вертикальных полос и клеток в местах соединения листочек, клапанов, накладных карманов с полочками по переднему краю кармана;
- совпадение или симметричность горизонтальных полос рукава и переда на уровне нагрудного кармана;
- симметричность горизонтального рисунка в верхней части рукавов;
- совпадение или симметричность горизонтальных полос по локтевому шву;

Допускается несовпадение рисунка, полос, клеток в соответствии с образцом-эталонном или техническим описанием на модель [1].

Из требований следует: совмещение рисунка не является обязательным для всех срезов, что зачастую в принципе невозможно. Это позволяет пренебречь совмещением рисунка в определённых зонах в пользу качественного позиционирования ответственных участков конструкции и срезов. Также анализ источников [1, 2] показал, что рекомендации по проектированию изделий неклассического кроя, в частности с рукавами сложного покроя, практически отсутствуют.

Для получения наиболее точного результата проектирования на детали изделия наносится раппорт предполагаемого материала, с последующей оценкой соответствия рисунка. Такой метод также позволяет выявить сложные для совмещения участки и даёт возможность экспериментировать с параметрами и конфигурацией членений для получения наилучшего результата совмещения.

Особенности разработки рассмотрены в проектной ситуации, представленной эскизом на рис.1, мужской куртки с цельнокроеным рукавом на фигуру 188-112-108 4-й полнотной группы.



Рис.1. Эскиз проектируемой модели

Мужская куртка прямого силуэта; длиной ниже уровня бёдер; с притачной подкладкой; полочки с центральной бортовой потайной застёжкой; спинка со средним швом; рукава цельнокроеные с полочкой и спинкой; с отрезной нижней частью рукава и сохранением участка втачной проймы. Такой покрой позволяет обеспечить умеренный объём изделия под проймой.

Основная задумка модели – обеспечение качественного расположения рисунка по ответственным участкам в конструкции неклассического кроя на фигуру с умеренным выступом живота. Для обеспечения баланса изделия будет необходима вытачка на живот, а отсутствие видимой проймы конструкции освобождает от необходимости совмещения рисунка на участке «втачной рукав-пройма».

Материал верха куртки в соответствии с требованиями по конфекционированию должен быть достаточно плотным и в то же время пластичным. Данным требованиям полностью соответствует трикотажное пальтовое полотно двухслойного кулирного неполного пестротканого жаккарда из шерсти с термоскрепленным прокладочным материалом [3]. Разработанная в программе Procreate [4] цифровая копия паттерна материала представлена на рис.2. Следует заметить, что рисунок клетки асимметричный, что накладывает определённые ограничения при проектировании изделия.

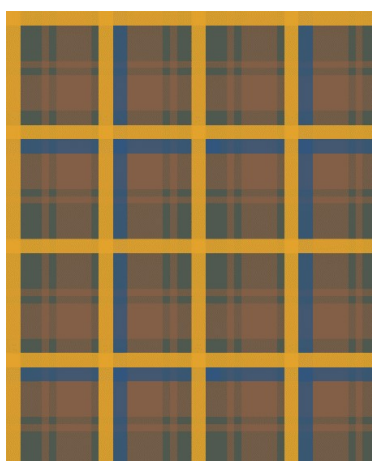


Рис.2. Паттерн материала верха куртки

Из эскиза можно выделить требования по расположению конкретного рисунка материала, относительно контуров деталей проектируемого изделия: вертикальные полосы рисунка должны быть параллельны краю борта и участку среднего шва спинки ниже уровня талии, горизонтальные полосы деталей стана – низу изделия.

Обеспечение непрерывного совмещения паттерна между деталями изделия предполагается на следующих участках:

- по шву втачивания воротника в горловину на участке спинки;
- по шву притачивания бочка к спинке;
- между полочками в застёгнутом виде;
- между полочкой и клапаном кармана.

По среднему шву спинки желтые вертикальные полосы расположены симметрично участку оси средней линии спинки конструкции.

Требованиями по совмещению рисунка по верхнему шву рукава и шву втачивания воротника в горловину на участке полочки являются сложно выполнимыми, так как постановка такой задачи ведёт к принципиально другой логике проектирования и может быть рассмотрена отдельно, например, на основе материалов, представленных в источнике [5]. В данном проекте такая задача не ставилась, поэтому возможно пренебречь совмещением рисунка на этих участках.

К необязательным участкам по совмещению относятся: передние и локтевые швы, участок втачной проймы и шов притачивания бочка к полочке с точки зрения вертикальных полос и общего сохранения рисунка, так как эти участки имеют малое влияние на восприятие гармоничности изделия.

Для проектирования базовой конструкции (БК) модели выбрана система конструирования ЕМКО СЭВ, как более приспособленная для разработки отличных от классических конструкций одежды массового производства в системах автоматического проектирования (САПР) [6]. Непосредственное построение чертежа выполнялось в гибридном САПР «Comtense» [7], структура которого позволяет скорректировать огрехи параметрического построения в графической подсистеме. На основе БК разработана модельная конструкция (МК). Чертёж МК представлен на рис.3.

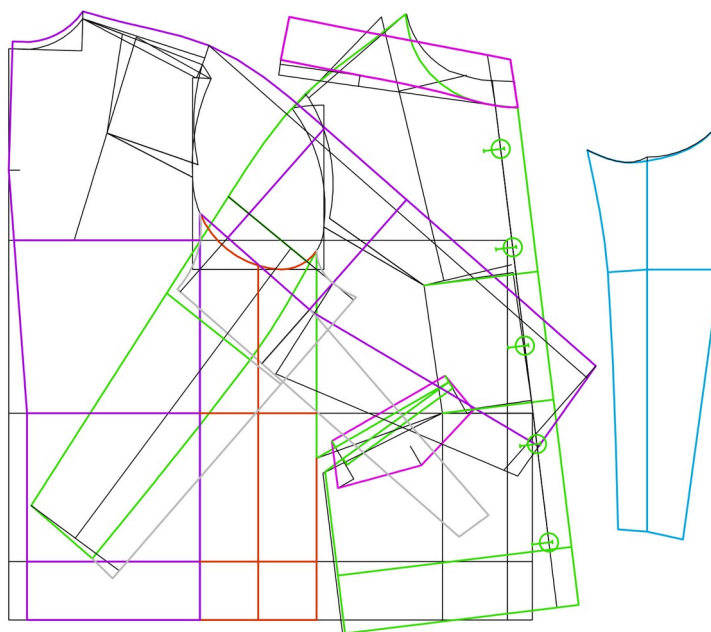


Рис.3. МК куртки на типовую фигуру 188-112-108

В то время как построение цельнокроеного рукава и других сложных кроев достаточно освещено в литературных источниках [8], проработка балансовых параметров конструкции с учётом требований к конфигурации деталей и членениям модели из материала с рисунком на мужскую фигуру, в частности с умеренным выступом живота, не имеет чётких методических рекомендаций.

Вследствие вышесказанного, проведён поэтапный поиск рационального расположения раствора вытачки на живот, обеспечивающей качественное огибание полотна материала соответствующего участка фигуры. Исходная МК полочки и бочка представлены на рис.4а. При проектировании модельного решения необходимо предусмотреть его влияние на конечную форму изделия и возможности используемого материала. Для анализа результатов модельных преобразований на полученные детали полочек и бочков нанесён условный рисунок клетки, с дальнейшей оценкой соответствия предъявленным требованиям.

Конечный результат проектирования представлен на рис.4б – перевод вытачки на живот в боковой шов и оформление её как подрез прорезного кармана с клапаном. Такая конфигурация позволяет сохранить взаимную перпендикулярность боковой линии, края борта, линии низа полочки, а несоответствие рисунка

по сторонам подреза будет скрыто клапаном кармана. Для достоверности произведена визуализация сопряжения срезов финального результата, изображённая на рис.4в, путём плоскостного совмещения.

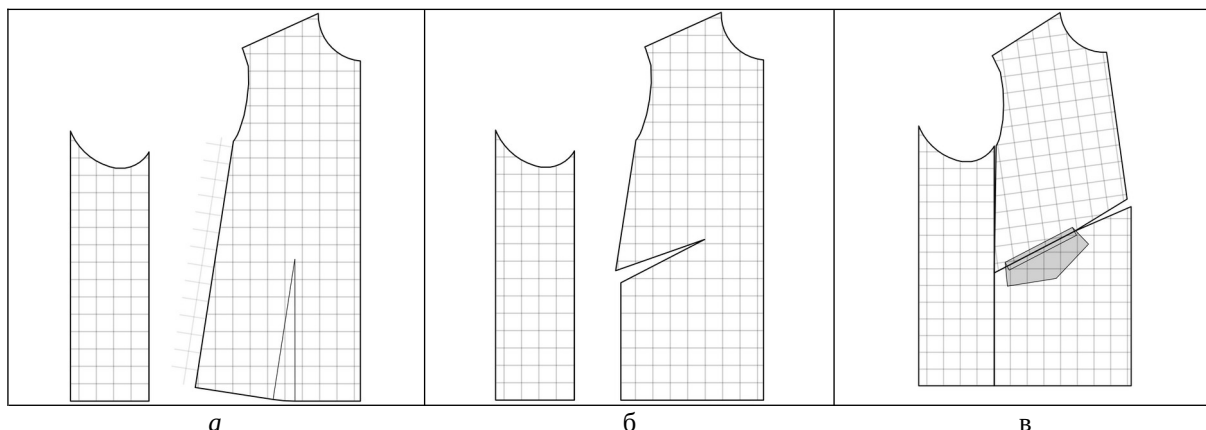


Рис.4. Детали бочка и полочки с наложением рисунка
а – исходный вариант; б – окончательный вариант; в – плоскостное совмещение полочки и бочка

С развитием компьютерных технологий представилась возможность проведения проверки результата проектирования в виртуальной среде. Различные программные обеспечения с системой 2D-3D позволяют наносить на детали паттерны, что упрощает процесс проектирования. Моделирование желаемого расположения рисунка на виртуальной конструкции проектируемой куртки в программе Clo3D [9] представлено на рис.5.



Рис.5. Наложение паттерна на виртуальную конструкцию куртки

Схема расположения рисунка, разработанная с помощью указанной программы, позволяет более точно выполнить раскладку вручную. Программное обеспечение Clo3D также располагает функционалом для создания раскладки, который учитывает предварительно определенное размещение паттернов на деталях. Основные детали куртки с наложенным паттерном изображены на рис.6.

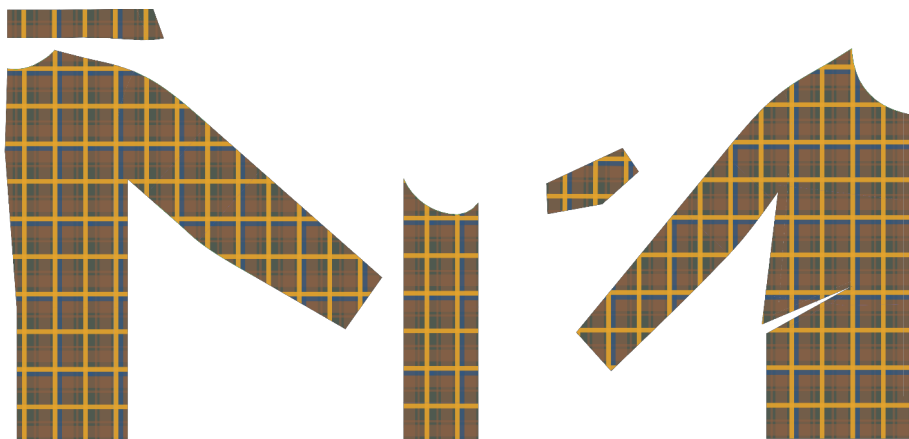


Рис.6. Основные детали куртки в 2D окне программы Clo3D

Изделия из материалов с рисунком ввиду более сложного процесса проектирования и строгих требований по сборке чаще всего позиционируются как премиальные. Для соответствия этому сегменту большое внимание уделяется качеству методов обработки, пакету материалов и подкладочному слою изделия. В качестве подкладочного материала карманов используется сорочечный хлопок, подборт изделия проектируется с цельнокроеным выступом для дальнейшей обработки на нём внутреннего кармана. Схемы методов обработки наружных и внутренних карманов представлены на рис.7а и рис.7б соответственно.

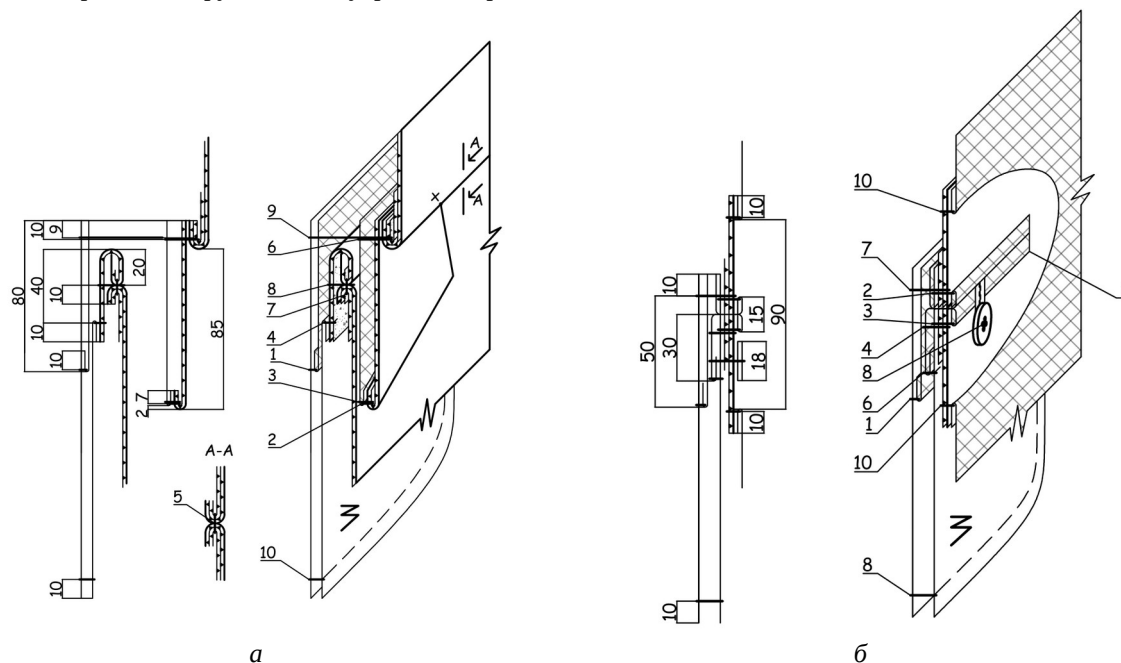


Рис.7. Схемы методов обработки карманов куртки

а – обработка кармана в подрезе полочки; б – обработка внутреннего кармана на подборте

Завершающим этапом разработки является градация конструкции на соответствующий модели-этalonу размерно-ростовой ряд [10].

Представленный алгоритм отработки конструкции куртки сложного покроя из материала с рисунком в клетку с использованием программного обеспечения трёхмерной компьютерной визуализации демонстрирует важность тщательной проработки этапов конструктивно-технологической подготовки производства изделий рассматриваемого ассортимента и позволяет обеспечить воспроизводимость данного подхода к проектированию. Разработанная конструкторская документация на изделие с градацией лекал методом группировки в САПР «Comtense» позволяет рекомендовать данную модель мужской куртки к внедрению в серийное производство.

Список литературы

1. ГОСТ 25295-2003. Одежда верхняя пальтово-костюмного ассортимента. Общие технические условия. М.: ИПК Издательство стандартов, 2006, 8 с.
2. Костенко, С.А. Ателье. Мужская одежда. Классика и авангард. Техника кроя «М. Мюллер и сын». Кострома: Ателье, 2015. – 192 с.
3. Орленко, Л.В., Гаврилова, Н.И. Конфекционирование материалов для одежды: учебное пособие. М.: Форум: Инфра-М, 2013 – 191 с.
4. Программное обеспечение Procreate. URL: <https://procreate.com/> (дата обращения 30.03.2026)
5. Масалова, В.А., Гетманцева, В.В., Гусева М.А. Комплексное решение проблемы совмещения рисунка в полоску и клетку на всех швах при проектировании одежды // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2025. №3 (417). С. 205 – 210.
6. ЦНИИШП Единая методика конструирования одежды СЭВ (ЕМКО СЭВ). Базовые конструкции мужской одежды. Том 3. М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1988. – 133 с.
7. Программное обеспечение САПР «Comtense». URL: <https://comtense.ru/> (дата обращения 30.03.2026)
8. Антипина, Е.С., Киселёва, В.В. Иллюстрированное пособие по разработке и построению женской одежды с цельнокроеным рукавом: учебное пособие. СПб.: СПбГУПД, 2008. – 151 с.
9. Программное обеспечение Clo3D. URL: <https://clo3d.com/> (дата обращения 30.03.2026)

10. ГОСТ 31399-2009. Классификация типовых фигур мужчин по ростам, размерам и полнотным группам для проектирования одежды. М.: ИПК Издательство стандартов, 2010, 16 с.

References

1. GOST 25295-2003. *Odezhda verkhnyaya pal'tovo-kostyumnogo assortimenta. Obshchie tekhnicheskie usloviya* [Outerwear of coat-and-suit assortment. General specifications]. Moscow: IPC Standards, 2006. 8 pp. (in Rus.).
2. Kostenko, S.A. *Atel'e. Muzhskaya odezhda. Klassika i avangard. Tekhnika kroya «M. Myuller I syn»* [Atelier. Men's clothing. Classics and avant-garde. Cutting technique «M.Müller&Sohn»]. Kostroma: Atel'e, 2015. 192 pp. (in Rus.).
3. Orlenko, L.V., Gavrilova, N.I. *Konfeksionirivanie materialov dlya odezhdy: uchebnoe posobie* [Material selection for clothing: textbook]. Moscow: Forum: Infra-M, 2013. 191 pp. (in Rus.).
4. *Programmnoe obespechenie Procreate*. URL: <https://procreate.com/> [Software Procreate]. (date accessed: 30.03.2026) (in Rus.).
5. Masalova, V.A., Getmantseva, V.V., Guseva, M.A. *Kompleksnoe reshenie problemy sovmeshcheniya risunka v polosku i kletku na vseh shvakh pri proektirovanii odezhdy* [A comprehensive solution to the problem of combining patterns in stripes and checks on all seams when designing clothes]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti* [Proceedings of higher educational institutions. Textile industry technology]. 2025. No. 3 (417). pp. 205–210. (in Rus.).
6. TsNIIShP. *Edinaya metodika konstruirovaniya odezhdy SEV (EMKO SEV). Bazovye konstruksii muzhskoy odezhdy. Tom 3* [Unified methodology of clothing design of the CMEA (EMCO CMEA). Basic constructions of men's clothing. Vol. 3]. Moscow: TsNIITÉIllegprom, 1988. 133 pp. (in Rus.).
7. *Programmnoe obespechenie SAPR «Comtense»*. URL: <https://comtense.ru/> [CAD software «Comtense»]. (date accessed: 30.03.2026) (in Rus.).
8. Antipina, E.S., Kiselyova, V.V. *Ilyustrirovannoe posobie po razrabotke i postroeniyu zhenskoy odezhdy s tsel'nokroenym rukavom: uchebnoe posobie* [Illustrated manual on the design and construction of women's clothing with a one-piece sleeve: textbook]. St. Petersburg: SPbGUPD, 2008. 151 pp. (in Rus.).
9. *Programmnoe obespechenie Clo3D*. URL: <https://clo3d.com/> [Software Clo3D]. (date accessed: 30.03.2026) (in Rus.).
10. ГОСТ 31399-2009. *Klassifikatsiya tipovykh figur muzhchin po rostam, razmeram i polnotnym gruppam dlya proektirovaniya odezhdy* [Classification of standard men's figures by height, size and fulness groups for clothing design]. Moscow: IPC Publishing house of standards, 2010. (in Rus.).

УДК 687.8

Я. Коркишко

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИГИЕНИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ИСКУССТВЕННОГО МЕХА НА ТРИКОТАЖНОЙ ОСНОВЕ С РАЗЛИЧНОЙ ДЛИНОЙ ВОРСА

© Я. Коркишко, 2026

В статье проведен сравнительный анализ образцов искусственного меха на трикотажной основе с различной длиной ворса по показателям воздухопроницаемости, водопроницаемости, устойчивости окраски к сухому и мокрому трению. Установлено влияние структурных характеристик трикотажной основы и длины ворса на значения исследуемых показателей. Сформулированы рекомендации по рациональному выбору искусственного меха в зависимости от сезонного назначения швейного изделия и условий его эксплуатации.

Ключевые слова: искусственный мех, швейные изделия, физико-гигиенические свойства, воздухопроницаемость, устойчивость окраски, водопроницаемость.

Ya. Korkishko

Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18

INVESTIGATION OF HYGIENIC AND PERFORMANCE PROPERTIES OF KNIT-BASED ARTIFICIAL FUR WITH VARYING PILE LENGTH

This article presents a comparative analysis of knit-based artificial fur samples with varying pile lengths, focusing on indicators such as air permeability, water resistance, color fastness to dry and wet rubbing. The study determines the impact of the knitted base structure and pile length on the values of the analyzed indicators. Recommendations are formulated for the rational selection of artificial fur based on the seasonal purpose of the garment and its service conditions.

Keywords: artificial fur, apparel, physical and hygienic properties, air permeability, color fastness, water resistance.

В современном мире индустрия моды сталкивается с растущими требованиями к экологичности, этичности и устойчивости производственных процессов. Повышенное внимание потребителей к вопросам защиты окружающей среды и животных стимулирует поиск альтернативных материалов, способных заменить традиционные ресурсы без ущерба для качества, функциональности и эстетических характеристик готовой продукции. Искусственный мех приобретает все большее значение как перспективный материал для производства швейных изделий. Современный искусственный мех отличается высоким уровнем имитации натурального меха, разнообразием текстур, цветов [1].

Искусственный мех имеет высокие гигиенические показатели, обладает хорошей износостойкостью, устойчивостью к воздействию микроорганизмов, хорошими теплозащитными свойствами, прочностью, имеет красивый внешний вид, легче и дешевле натуральных мехов [2]. Эффективность использования меха в изделиях определяется совокупностью эксплуатационных и гигиенических свойств, таких как воздухопроницаемость, водопроницаемость, устойчивость окраски, и другие параметры, влияющие на комфорт, долговечность и безопасность швейных изделий.

Согласно ГОСТ 28367–94 «Мех искусственный трикотажный. Общие технические условия», к качеству искусственного меха предъявляются эксплуатационные и структурные требования. Нормирование этих показателей направлено на обеспечение минимально допустимого уровня потребительских свойств изделий. В действующей нормативной базе недостаточно полно отражены вопросы комплексной оценки гигиенических показателей применительно к конкретным ассортиментным группам швейных изделий, в частности к женским пальто.

Работа посвящена исследованию свойств искусственного меха, применяемого в производстве одежды, с акцентом на женские пальто, и анализу их влияния на потребительские характеристики готовых

изделий. Целью исследования является установление влияния длины ворса и структурных параметров трикотажной основы искусственного меха на его гигиенические и эксплуатационные свойства.

Для проведения экспериментального исследования были отобраны объекты, представляющие типичный диапазон материалов, используемых в производстве верхней одежды. В качестве объектов исследования выбраны два образца искусственного меха на трикотажной основе, различающихся длиной ворса: образец № 1 – коротковорсовый и образец № 2 – длинноворсовый. Характеристика материалов представлена в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика материалов

№	Наименование материала	Поверхностная плотность г/м ²	Плотность на 10 см по вертикали, шт.	Плотность на 10 см по горизонтали, шт.	Длина ворса, мм	Ширина, см	Переплетение	Волокнистый состав, %
1	Искусственный мех на трикотажной основе	540	20	19	6	150	Основовязаное - трико	100 ПЭФ
2		900	12	10	80	150	Поперечновязаное - кулирная гладь	100 ПЭФ

Подготовка проб к лабораторным испытаниям проведена согласно требованиям ГОСТ 10681–75 «Материалы текстильные. Климатические условия для кондиционирования и испытания». Климатическое кондиционирование образцов осуществлено в течение 24 часов при поддержании температуры 20 ± 2 °С и относительной влажности воздуха 65 ± 2 %. Использованное измерительное оборудование прошло государственную поверку и калибровку, что обеспечило высокую достоверность полученных данных.

Определение воздухопроницаемости осуществлялось в соответствии с ГОСТ 12088–77 «Материалы текстильные. Метод определения воздухопроницаемости». Для испытания использовался прибор марки FF-12 (рис.1).



Рис. 1. Общий вид прибора FF-12

Пробу испытуемого материала поместили лицевой стороной вверх на рабочем столике прибора и зафиксировали ее кольцом прижимного механизма с отверстием площадью 10 см². Через образец пропусклся воздух с заданным перепадом давления 40 Па. Регистрировался объем воздуха, прошедшего через образец за единицу времени. Значение определения воздухопроницаемости представлено в таблице 2.

Таблица 2. Определение воздухопроницаемости материалов (по ГОСТ 12088–77)

№ опыта	Расход воздуха по одной точечной пробе, дм ³ /ч;	
	Номер образца	
	1	2
1	700	1800

2	600	1500
3	725	1000

Окончание таблицы 2

№ опыта	Расход воздуха по одной точечной пробе, дм ³ /ч;	
	Номер образца	
	1	2
4	675	1600
5	750	1300
6	700	1600
7	825	1200
8	825	1800
9	800	1600
10	750	1200
Среднее значение	735	1460
Перевод в дм ³ /с		
	0,204	0,405
Q, дм ³ /м ² с		
Итого	204	405

Воздухопроницаемость вычисляют по формуле:

$$Q = \frac{V_{cp}}{S},$$

где V_{cp} – средний расход воздуха по одной точечной пробе, дм³/с; S – испытуемая площадь м² ($S = 10 \text{ см}^2 = 0,001 \text{ м}^2$)

Полученные результаты показывают, что образец №1 коротковорсовый характеризуется более низким значением воздухопроницаемости $Q_1 = 204 \text{ дм}^3/\text{м}^2\text{с}$ по сравнению с образцом №2 длинноворсовым $Q_2 = 405 \text{ дм}^3/\text{м}^2\text{с}$. Данное различие обусловлено более высокой плотностью основы образца №1 по горизонтали и по вертикали, что создает большее сопротивление прохождению воздушного потока через материал.

Для оценки устойчивости окраски искусственного меха к сухому и мокрому трению, что напрямую влияет на долговечность и внешний вид изделий, был использован метод в соответствии с ГОСТ 9733.27–83 «Материалы текстильные. Метод испытания устойчивости окраски к трению». Испытание проводилось с применением прибора ПТ-4, имеющего нагрузку на трущийся стержень 1 кг, диаметр трущего стержня 1,5 см, изготовлен из нержавеющей стали. Подготовлены образцы искусственного меха размером 8×18 см и полоски отбеленной хлопчатобумажной ткани размером 5×5 см.

В процессе испытания образец меха крепился на подвижной площадке прибора, а образец ткани – на трущемся элементе. Выполнялось 10 двойных ходов трущегося элемента. Степень окрашивания ткани и изменение цвета образца оценены по шкале серых эталонов (от 1 до 5 баллов, где 5 – отсутствие изменений). В таблице 3 представлены результаты устойчивости окраски к сухому и мокрому трению.

Таблица 3. Устойчивость окраски к сухому и мокрому трению

№ образца	Устойчивости окраски к воздействиям, балл	
	Сухое трение	Мокрое трение
1	4	5
2	5	5

Результаты показали, что оба образца продемонстрировали высокую устойчивость окраски ворса к сухому и мокрому трению по ГОСТ 28367–94 «Мех искусственный трикотажный. Общие технические условия», что свидетельствует о качественном процессе окрашивания и хорошей закрепленности красителя в волокнах меха. Оба вида искусственного меха можно использовать в швейных изделиях, подвергающихся интенсивному трению, без значительного риска потери цвета.

Для оценки водопроницаемости искусственного меха был использован метод дождевания по ГОСТ 30292–96 (ИСО 4920–81) «Полотна текстильные. Метод испытания дождеванием», с акцентом на измерение времени проникновения воды и количества воды, прошедшей через образец за определенный период.

Подготовка к испытанию включала вырезание образцов искусственного меха размером 25×25 см и закрепление их на дождевальной установке в водосборнике без провисания при помощи фиксирующего

кольца. В процессе испытания образец подвергался воздействию искусственного дождя. Фиксировалось время, прошедшее до появления первой капли воды на обратной стороне образца. После момента промокания собиралась вода, прошедшая через образец, и измерялся ее объем.

Испытания проводились с применением установки марки ДА-1 для создания искусственного дождя, обеспечивающей контролируруемую интенсивность и распределение капель (рис. 2).



Рис. 2. Общий вид дождевальной установки

Коэффициент водопроницаемости рассчитывается по формуле:

$$B = \frac{V}{S\tau},$$

где V – количество воды, прошедшей через пробу, г; S – площадь рабочей части пробы, см^2 ; τ – время испытания, с.

Результаты испытаний представлены в таблице 4.

Таблица 4. Водопроницаемость искусственного меха

Показатель	№ образца	
	1	2
Время дождевания τ , с	900	300
Количество прошедшей через пробу воды V , г	23	33
Рабочая площадь пробы S , см^2	180	180
Коэффициент водопроницаемости B , $\text{г}^3/(\text{см}^2\text{с})$	0,0001	0,0006

Установлено, что образец №1 пропустил воду через 15 минут и обладает меньшей водопроницаемостью, чем образец №2, пропустивший воду через 5 минут.

Анализируя полученные данные по проведенным испытаниям, и сравнивая их со значениями ГОСТ 28367–94 «Мех искусственный трикотажный. Общие технические условия» можно сделать следующие выводы.

В результате исследования выявлено, что гигиенические и эксплуатационные свойства искусственного меха на трикотажной основе определяются совокупностью его структурных параметров, к которым относятся длина ворса, поверхностная плотность, вид переплетения и плотность по горизонтали и вертикали. Указанные характеристики оказывают непосредственное влияние на уровень воздухопроницаемости, водопроницаемости и формирование теплозащитных свойств материала, что должно учитываться при выборе искусственного меха для изготовления женских пальто различного сезонного назначения.

Определено, что искусственный мех на трикотажной основе независимо от длины ворса способен обеспечивать высокую устойчивость окраски к сухому и мокрому трению. Полученные значения свидетельствуют о достаточной закреплённости красителя в волокнистом составе меха и позволяют прогнозировать сохранение внешнего вида изделия в процессе носки, особенно в зонах повышенного контактного воздействия.

Коротковорсовый искусственный мех с повышенной плотностью трикотажной основы по горизонтали и вертикали характеризуется пониженными значениями воздухопроницаемости и

водопроницаемости по сравнению с длинноворсовым. Снижение данных показателей обусловлено более плотной структурой грунта, ограничивающей прохождение воздуха и влаги через материал. При сравнительно невысокой поверхностной плотности такой мех формирует облегченную структуру пакета изделия и не создает избыточной толщины, что позволяет рекомендовать его для изготовления демисезонных пальто.

Искусственный мех с длинным ворсом и высокой поверхностной плотностью целесообразно применять в изделиях зимнего ассортимента. Длинный ворс увеличивает количество воздушных прослоек, которые способствуют сохранению тепла [3].

Стоит отметить, что полученные значения воздухопроницаемости образцов искусственного меха ($Q_1 = 204 \text{ дм}^3/\text{м}^2\text{с}$ для коротковорсового и $Q_2 = 405 \text{ дм}^3/\text{м}^2\text{с}$ для длинноворсового) являются высокими для изделий пальтового ассортимента. Для сравнения, рекомендуемое значение воздухопроницаемости пальто по ГОСТ 25295–2003 «Одежда верхняя пальтово-костюмного ассортимента. Общие технические условия» не превышает $100 \text{ дм}^3/\text{м}^2\text{с}$.

При проектировании демисезонных изделий рекомендуется предусматривать ветрозащитную прокладку в составе пакета, которая при минимальной толщине и массе эффективно снижает теплопотери и не увеличивает объемность изделия.

Для зимних пальто пакет материалов должен включать ветрозащитную и утепляющую прокладки для обеспечения комфортного микроклимата пододежного пространства. Введение ветрозащитной прокладки является первоочередной мерой при проектировании изделий зимнего ассортимента, поскольку без устранения продуваемости эффективность утепляющей прокладки снижается. В современном ассортименте представлены специализированные ветрозащитные утеплители, совмещающие функции двух слоев в одном материале. Это позволяет уменьшить толщину и массу изделия при сохранении необходимых теплозащитных и ветрозащитных свойств, что актуально при работе с объемным мехом.

Выбор искусственного меха для изготовления женских пальто требует комплексного подхода, учитывающего не только его внешний вид, но и гигиенические и эксплуатационные свойства. Высокая устойчивость окраски гарантирует сохранение внешнего вида изделия в течение длительного времени, а показатели воздухопроницаемости и водопроницаемости влияют на комфорт и функциональность в различных погодных условиях. На основе детального анализа свойств искусственного меха и результатов лабораторных испытаний можно сделать вывод, что искусственный мех представляет собой перспективный материал для производства женских пальто. Современные технологии позволяют создавать материалы, успешно имитирующие эстетические качества натурального меха, обеспечивая при этом необходимые теплозащитные характеристики и износостойкость.

Научный руководитель: доцент кафедры конструирования и технологии швейных изделий, кандидат технических наук, доцент Нессирю Т.Б.

Scientific supervisor: Associate Professor of Sewing Products Design and Technology Department, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Nessirio T.B.

Список литературы

1. Горева, Е. П. Технология изготовления одежды из кожи и меха. Процесс изготовления швейных изделий из искусственного меха: учебное пособие. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. – 65 с.
2. Технология одежды из различных видов материалов: учебно-методическое пособие / Н. Н. Бодяло – Витебск: УО «ВГТУ», 2014. – 177 с.
3. Товароведение меховых товаров: учебное пособие. / О.М. Калиева, Е.Г.Кащенко, В.Н. Марченко.; Оренбургский гос. ун – т. - Оренбург: ОГУ, 2012. – 266 с

References

1. Goreva, E. P. Tekhnologiya izgotovleniya odezhdy iz kozhi i mekha. Process izgotovleniya shveynykh izdeliy iz iskusstvennogo mekha: uchebnoye posobiye [Technology of clothing production from leather and fur. The process of manufacturing garments from faux fur: a textbook]. Saint Petersburg: Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, 2019. 65 p.
2. Bodyalo, N. N. Tekhnologiya odezhdy iz razlichnykh vidov materialov [Technology of clothing from various types of materials]: teaching aid. Vitebsk: VSTU, 2014. – 177 p.
3. Kalieva, O.M., Kashchenko, E.G., Marchenko, V.N. Tovarovedeniye mekhovykh tovarov: uchebnoye posobiye [Commodity Science of Fur Products: a textbook]. Orenburg: Orenburg State University, 2012. – 266 p.

УДК 687.01

Е.Д. Пасечникова

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

РАЗРАБОТКА ПЛЕЧЕВОГО ИЗДЕЛИЯ С КОМБИНИРОВАННЫМ ПОКРОЕМ РУКАВА НА БАЗЕ МЕТОДИКИ МЮЛЛЕР

© Е.Д. Пасечникова, 2026

В статье рассматриваются особенности разработки модельной конструкции плечевого изделия с комбинированным покроем рукава сложной формы на основе методики конструирования М. Мюллер и Сын, построение конструкций производится на основе чертежей переда и спинки. Проведен анализ существующих видов покроев рукава и разработан алгоритм построения изделия с комбинированным рукавом сложной формы для получения изделия, обеспечивающего высокое качество посадки на фигуре и оптимальный уровень комфорта. Актуальность исследования обусловлена возрастающим интересом к инновационным конструктивным решениям в проектировании одежды, обеспечивающим улучшенную посадку, эргономичности выразительность формы изделия.

Ключевые слова: рукав, комбинированный рукав, плечевое изделие, покрой рукава реглан, покрой рукава рубашечный, ластовица, модельная конструкция, методика конструирования Мюллер

E.D. Pasechnikova

Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18

DEVELOPMENT OF A SHOULDER PRODUCT WITH COMBINED SLEEVE CUT BASED ON THE MULLER METHOD

The article discusses the features of the development of a model design of a shoulder product with a combined sleeve cut of complex shape based on the design methodology of M. Muller and Son, the construction of the designs is based on front and back drawings by applying the front and back sleeve respectively. The relevance of the research stems from the growing interest in innovative design solutions in clothing that provide improved fit, ergonomics and expressiveness of the garment's shape. An analysis of the existing types of sleeve cuts has been carried out and an algorithm has been developed for constructing a product with a complex-shaped combined sleeve to obtain a product that provides a high-quality fit and an optimal level of comfort

Keywords: sleeve, combined sleeve, shoulder garment, raglan sleeve cut, shirt sleeve cut, gusset, model design, Muller design method

Комбинированный покрой рукава – это производный вид сложного покроя, конструкция которого образована путем сочетания других типов классического покроя рукавов, такие как втачной, рубашечный, реглан и цельнокроеный. Сочетания элементов этих покроев позволяет создавать различные варианты комбинированных конструкций. Классификация плечевых изделий с комбинированным покроем рукава связывает силуэтные и ассортиментные характеристики изделий с наиболее встречающимися комбинациями. Наиболее часто встречаемые сочетания: цельнокроеный – реглан, рубашечный/втачной – цельнокроеный, реглан – втачной/рубашечный [1]. Такая комбинация как цельнокроеный – реглан считается наиболее логичным и гармоничным вариантом за счет сходства конфигурации в плечевой области, а также позволяет оптимизировать конфигурацию деталей для более эффективной раскладки лекал. Внешний вид изделия зависит не только от сочетания вариантов покроя, но и от выбора высоты и ширины оката рукава. Чем меньше высота оката, тем шире рукав, и наоборот. Комбинированные рукава делятся на две основные группы: мягкой и отвесной формы [2]. Рукава малого объема отвесной формы сохраняют гладкость при переходе от плечевой области к пройме и близки по объему и внешнему виду к втачному – по ширине, углублению проймы и высоте оката [3]. Рукава большого объема имеют более мягкую форму за счет расширения и углубления проймы, увеличенного объема изделия, при этом могут появляться заломы в области нижней части проймы.

В конструкциях с комбинированным покроем рукава силуэт и основные конструктивные прибавки выбираются в соответствии с эскизом, каждая разновидность рукава строится на соответствующей по ассортименту базовой конструкции. Дополнительные прибавки на свободу облегания проймы по глубине и

ширине закладываются в модельной конструкции на этапе построения рукавов сложных покроев и зависят непосредственно от вида рукава, объема изделия, силуэта.

Еще более сложной является задача проектирования моделей с различной степенью объема деталей переда и спинки, поскольку в таких конструкциях необходимо согласовать не только срезы проймы и оката, но и важно сохранить баланс изделия, а также обеспечить рациональное распределение прибавок.

Особенности построения плечевых изделий с комбинированным покроем рукава на базе методики конструирования «Мюллер и сын» заключается в том, что данная методика подразумевает получение рукавов сложных покроев путем прикладывания исходной модельной конструкции втачного двухшовного рукава с верхним и нижним швами к пройме полочки и спинки. Таким образом, все сложные покрои рукава прикладываются к пройме втачного с точным соблюдением таких параметров как расстояние между конечной плечевой точкой переда и спинки и высшей точкой оката (формирует повышение или понижение оката относительно исходной модельной конструкции); величина дополнительной прибавки к ширине груди и ширине спины; положение осевой линии рукава относительно вершины горловины переда в изделии с покроем реглан. Соблюдение этих параметров при прикладывании передней и задней частей рукава, а также подбор оптимальных величин, позволяет добиться необходимого функционального и визуального эффекта. А не соблюдение – к нарушению баланса не только рукава, но и всего изделия, искажению его формы и дефектам посадки.

Комбинированный покрой рукава позволяет объединить визуальные и функциональные преимущества различных конструктивных решений, адаптировать изделие под конкретные условия эксплуатации, обеспечить соответствие антропометрическим особенностям телосложения и учитывать динамику движений человека без потери эстетических характеристик модели, а зачастую улучшая их.

Модельная конструкция по методике «Мюллер и сын» строится путем преобразования базовой конструкции с втачным рукавом, что позволяет получать изделия любого силуэта, объема и уровня сложности, а также по-разному подходить к построению рукавов комбинированного покроя. Различия и вариативность подходов к построению комбинированного покроя обусловлены отсутствием в литературе конкретных алгоритмов и рекомендаций по построению данного вида рукавов.

Последовательность построения конструкции рукавов комбинированного покроя на основе методики Мюллер и сын была отработана на основе женской куртки из джинсовой ткани, прямого силуэта большого объема, со спущенным плечом на спинке и покроем реглан-погон на полочке, длиной до линии бедер, с притачным поясом на резинке, на притачной подкладке. Комбинированный покрой сочетает в себе такие швы как передний, локтевой и нижний, рубашечный рукав мягкой формы большого объема со стороны спинки, на локтевой части расположены 3 односторонние складки в области линии локтя; на передаче линия проймы-реглан проходит ниже точки горловины на 3,5 см, оформлена плавной лекальной линией, переходящей в пройму рубашечного рукава; в нижней части оката ластовица сложной формы, состоящей из 2 частей, декоративная отделка – металлические люверсы; низ рукава с притачными манжетами, с вертикальными разрезами в нижней части локтевого шва рукава, с 2 односторонними складками на верхней части рукава, с застежкой на металлическую кнопку. На рисунке 1 представлен технический эскиз проектируемой модели женской куртки.

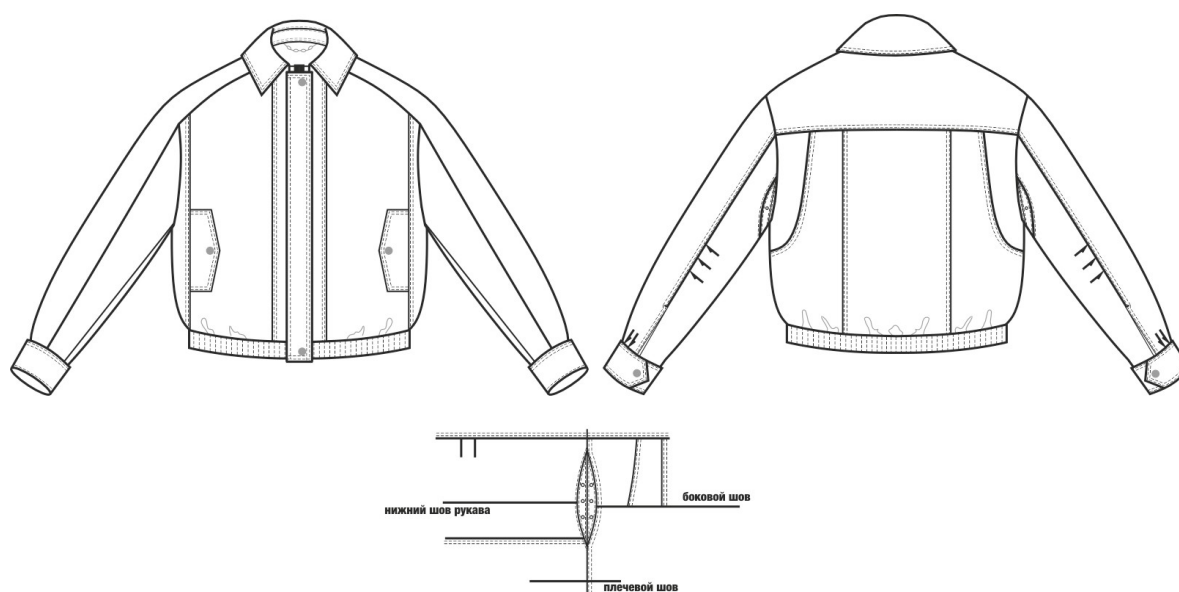


Рис. 1 – Технический рисунок плечевого изделия с комбинированным покроем рукава

Комбинированный покрой рукава в данном изделии предполагает сочетание элементов рубашечного покроя и реглан. Построение модельной конструкции куртки необходимо начать с раз моделирования вытачек и построения рубашечного рукава методом прикладывания, для этого необходимо выполнить удлинение, углубление и расширение проймы, так как проектируемое изделие достаточно большого объема. Подготовить шаблон рукава, данный процесс заключается в разметке линий разрезов рукавов для прикладывания его к деталям переда и спинки, кроме этого, от контрольных знаков отступить некоторую величину для увеличения прибавки на свободу на участках ширины груди ширины спины. После выполнения прикладывания углубить окат рукава. Далее вывести плавные лекальные линии проймы и оката рубашечного рукава на детали спинки. Определить линии членения рукава в соответствии с эскизом, построить линию локтевого шва и наметить расположение переднего шва рукава, после приступить к оформлению линии проймы реглан на детали переда. Начало линии проймы находится ниже точки вершины горловины переда на 3.5 см. Оформление линии проймы реглан близкой по форме к реглан-погону, выполнено плавной лекальной кривой, переходящей в пройму рубашечного рукава. Окат передней части рукава также в нижней части повторяет окат построенного изначально рубашечного рукава. Для получения верхней части рукава необходимо соединить детали передней и задней частей рукава с намеченными линиями переднего и локтевого швов. Следует отметить, что передняя часть рукава покроя реглан обеспечивает мягкое прилегание в плечевой области и способствует увеличению амплитуды движения руки за счет отсутствия жесткой плечевой точки, а задняя часть рукава позволяет сохранить четкость формы в нижней части проймы.

С точки зрения эргономики важным дополнением конструкции является введение ластовицы в нижней части оката рукава. Ластовица позволяет значительно повысить комфорт изделия, особенно в зонах наибольшего напряжения – в области подмышечной впадины. Она обеспечивает дополнительный объем, снижает натяжение ткани при движении рук и предотвращает деформацию основных деталей, ее использование способствует более равномерному распределению нагрузок, увеличивает свободу при подъеме руки, снижает натяжение в боковом шве и пройме. Параметры детали отрезной части ластовицы, их форма, расположение относительно проймы и оката рукава получены макетным способом. В результате сравнения примерок макетов данного изделия с ластовицей и без нее можно сделать вывод о том, что ластовица – эффективный эргономический инструмент, в совокупности с заложенными в конструкции изделия прибавками повышающий свободу движений верхних конечностей в плечевых суставах.

На окончательном этапе разработки модельной конструкции необходимо в соответствии с эскизом плечевого изделия определить пропорции модельных линий на чертеже, установить конструктивные линии членений на деталях переда и спинки, локтевую часть рукава развести конически в области локтя, отметить линию разреза, указать на верхней части рукава месторасположение складок, выполнить построение манжеты с учетом ее выступа. Также построить стояче-отложной воротник с отрезной стойкой на основе прямого угла. Стоит отметить, что складки на локтевой части рукава в данной модели несут исключительно декоративную функцию и не являются элементом эргономического проектирования. Модельная конструкция плечевого изделия с комбинированным рукавом и ластовицей представлена на рисунке 2.

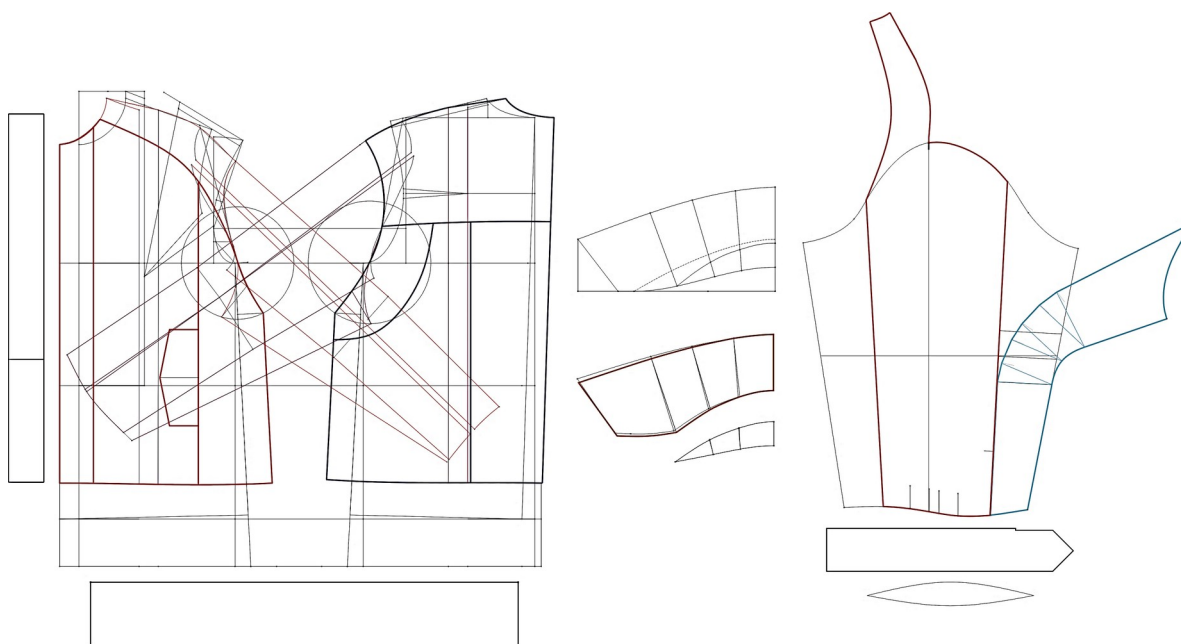


Рис. 2. – Модельная конструкция плечевого изделия

Конструкция изделия с рукавом сложной формы представляет собой непростое изделие, но продуманное конструктивное решение является удачным примером гармоничного сочетания сложной формы рукава и конструкции в целом. Такая модель плечевого изделия обеспечивает хорошую посадку по фигуре человека за счет точного распределения объемов и соблюдения анатомических особенностей человека. Сочетание и комбинация различных видов рукавов делает изделие визуально неординарным, наличие ластовицы способствует повышенной свободе движений, снижению напряжения в области нижней части проймы, повышению повышается комфорта и износостойкости изделия.

В связи с отсутствием четкого алгоритма и методических рекомендаций по проектированию конструкций женских плечевых изделий с комбинированным покроем рукава на основе системы «Мюллер и Сын» в ходе исследования был рассмотрен возможный способ построения путем моделирования рукава-реглан на основе заранее построенного рукава рубашечного покрова. Именно этот подход представлен в статье. На основе данного подхода возможно получить различные комбинации покроев комбинированного рукава, так как можно выбирать, сочетать и использовать иные вариации формы конструктивных членений. Разработанное решение может служить основой для дальнейшего совершенствования методики конструирования одежды сложных форм.

Научный руководитель: старший преподаватель кафедры конструирования и технологии швейных изделий Перминова К.В.

Scientific supervisor: Senior lecturer of Department of Clothing Products Design and Technology, Perminova K.V.

Список литературы

1. Мерлина И. Киселева М. В. Разработка плечевого изделия с рукавом комбинированного покрова сложной формы // Молодые ученые – развитию национальной технологической инициативы. – 2025. - №1. – С. 140-141.
2. Штиглер, М. Платья и блузки. Конструирование. Система кроя «М. Мюллер и сын» / [Маргарета Штиглер; чертежи Урсула Мюллер-Вильде; ред. О. Кузьмина и др.]. – М.: ЭДИПРЕСС – КОНЛИГА, 2011. – 256 с.
3. Антипина Е.С. Конструирование изделий легкой промышленности. Конструирование женских изделий с комбинированным покроем рукава: учебное пособие / Е.С. Антипина. – Санкт-Петербург: ФГБОУ ВО «СПбГУПТД», 2021. – 79 с.
4. Разработка конструкций женской одежды с рукавами покрова реглан: учебное пособие / М.В. Сафронова, Е.С. Антипина, К.Ю. Шолин. – СПб.:СПбГУТД, 2008. – 114 с.

References

1. Merlina I. Kiseleva M. V. Razrabotka plechevogo izdeliya s rukavom kombinirovannogo pokroya slozhnoj formy // Molodye uchenye – razvitiyu nacional'noj tekhnologicheskoy inciativy. – 2025& - №1. – S. 140-141.
2. SHtigler, M. Plat'ya i bluzki. Konstruirovani. Sistema kroya «M. Myuller i syn» / [Margareta SHtigler; chertezhi Ursula Myuller-Vil'de; red. O. Kuz'mina i dr.]. – M.: EDIPRESS – KONLIGA, 2011. – 256 s.
3. Antipina E.S. Konstruirovaniye izdelij legkoj promyshlennosti. Konstruirovaniye zhenskih izdelij s kombinirovannym pokroem rukava: uchebnoe posobie / E.S. Antipina. – Sankt-Peterburg: FGBOU VO «SPbGUPTD», 2021. – 79 s.
4. Razrabotka konstrukcij zhenskoy odezhdy s rukavami pokroya reglan: uchebnoe posobie / M.V. Safronova, E.S. Antipina, K.YU. SHolin. – SPb.:SPBGUTD, 2008. – 114 s.

УДК 687.023:687.12:677.074-024.28

М.О. Сташенко

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ШВОВ В ИЗДЕЛИЯХ ИЗ ДВУХСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ

М.О. Сташенко, 2026

В статье рассматривается актуальная проблема выбора технологических режимов ниточных соединений при изготовлении верхней одежды из двухслойных материалов. Специальное оборудование для данных операций считается дорогостоящим и узконаправленным, что затруднительно в условиях малых предприятий и ателье. Проводится сравнительный анализ двух способов обработки: ручного и машинного, чтобы внедрить машинный способ обработки, если он не будет уступать по показателям. Экспериментальное исследование выполнено на образцах пальтовой ткани, с оценкой качества швов по показателям толщины, жёсткости при изгибе, несминаемости, усадки и стойкости к истиранию. С учётом существенного снижения трудоёмкости машинная обработка обоснована как экономически целесообразная и качественная альтернатива ручному методу для применения на малых предприятиях.

Ключевые слова: двухслойные материалы, шов, ручной способ, машинная строчка.

M.O. Stashenko

Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, Saint Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18

A COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS FOR PROCESSING JOINT SEAMS IN TWO-LAYER GARMENTS

This article examines the pressing issue of selecting thread joining processes in the manufacture of outerwear from two-layer materials. Specialized equipment for these operations is considered expensive and highly specialized, making it difficult for small businesses and ateliers. A comparative analysis of two processing methods—manual and machine—is conducted, with the aim of introducing the machine method if it is found to be equally effective. The experimental study was conducted on coat fabric samples, assessing seam quality based on thickness, flexural rigidity, wrinkle resistance, shrinkage, and abrasion resistance. Given the significant reduction in labor intensity, machine processing is justified as a cost-effective and high-quality alternative to manual processing for use in small businesses.

Keywords: two-layer materials, seam, manual method, machine stitching.

Всё чаще, при выборе верхней одежды женщины отдают предпочтение универсальности и минимализму: изделиям, которые долгое время не выйдут из моды и будут выполнены качественно. Поэтому в настоящее время всё больше покупательниц предпочитают пальто из двухслойных материалов. мода на изделия, выполненных из таких материалов, стала особо актуальна в 2010-е годы.

Технологический процесс изготовления таких изделий неизбежно включает операции расслаивания и соединения слоёв между собой, от качества которой зависят формоустойчивость, внешний вид и долговечность готового изделия. Крупные промышленные предприятия оснащены специализированным оборудованием, например, машинами для расслаивания двухслойных материалов (рис. 1), подшивочными машинами. Это позволяет выполнять данные операции с высокой производительностью и стабильным качеством.

Однако для малых предприятий, ателье и мастеров индивидуального пошива приобретение подобных машин часто оказывается экономически неоправданным ввиду высокой стоимости оборудования. В сложившихся условиях работники вынуждены обращаться к ручным методам соединения слоёв. Ручные потайные стежки, как правило, дают приемлемое качество фиксации, но отличаются высокой трудоёмкостью: затраты времени на обработку одного изделия могут составлять несколько часов. Кроме того, качество ручного шва существенно зависит от квалификации исполнителя. Универсальные швейные машины, при условии правильного подбора технологических параметров строчки, способны обеспечить надёжное соединение слоёв с минимальными временными затратами. В связи с этим

актуальной задачей является проведение сравнительного анализа двух способов обработки — ручного и машинного — и обоснование возможности выбора технологии выполнения данной операции.



Рис. 1. Машина для распускания края двухслойного материала REACH RE-KFW

Для анализа была выбрана пальтовая двухслойная ткань, которая содержит 60% шерсти и 40% полиэстера. Были выполнены образцы соединительных швов с ручными и машинными строчками (рис. 2, 3, 4, 5).

В обоих случаях один слой соединялся стачным машинным швом, припуски разутюживались или заутюживались, а затем второй слой подшивался вручную или прокладывалась отделочная строчка на универсальной швейной машине. Для обоих способов использовались армированные нитки со 100 % полиэстером, обеспечивающие достаточную прочность и износостойкость соединения. Количество стежков в строчке, припуски швов и толщина игл равны.

Оценка качества полученных швов проводилась по комплексу показателей [1], включающему неориентированное смятие (несминаемость) по ГОСТу 6309-80, усадка, стойкость к истиранию по ГОСТу 18976-73, жесткость при изгибе в соответствии с требованиями ГОСТ 10550. Выбор данных показателей обусловлен необходимостью комплексной оценки эксплуатационных свойств двухслойных материалов, соединённых различными способами. Именно показатели жесткости на изгиб и смятие помогут определить влияние замены способа соединения на конструктивные особенности моделей. Другие эксперименты помогут определить эксплуатационные особенности изделия и их формоустойчивость, а также оценить материал на долговечность. Обработка результатов осуществлялась методами математической статистики с вычислением средних значений для ряда формул на различные показатели.

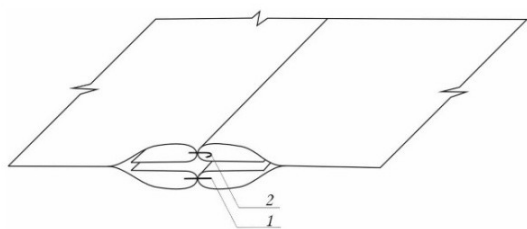


Рис. 2. Образец и схема шва вразутюжку с применением ручного метода подшивания

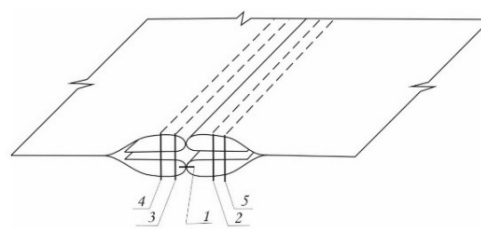


Рис. 3. Образец и схема шва вразутюжку с применением машинных строчек

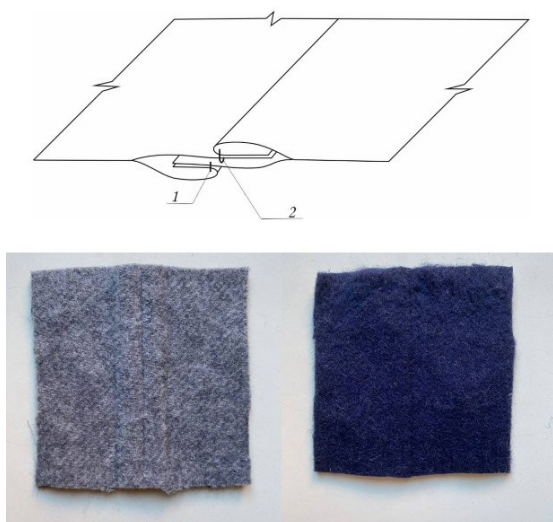


Рис. 4. Образец и схема шва взаутюжку с применением ручного метода подшивания

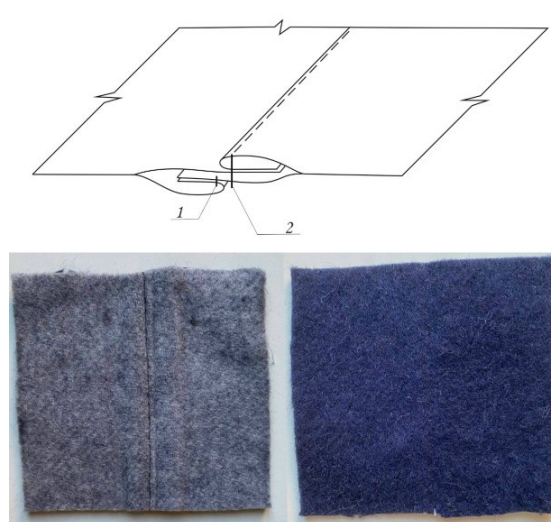


Рис. 5. Образец и схема шва взаутюжку с применением машинных строчек

В обоих случаях один слой соединялся стачным машинным швом, припуски разутюживались или заутюживались, а затем второй слой подшивался вручную или прокладывалась отделочная строчка на универсальной швейной машине. Для обоих способов использовались армированные нитки со 100 % полиэстером, обеспечивающие достаточную прочность и износостойкость соединения. Количество стежков в строчке, припуски швов и толщина игл равны.

Оценка качества полученных швов проводилась по комплексу показателей [1], включающему неориентированное смятие (несминаемость) по ГОСТу 6309-80, усадка, стойкость к истиранию по ГОСТу 18976-73, жесткость при изгибе в соответствии с требованиями ГОСТ 10550. Выбор данных показателей обусловлен необходимостью комплексной оценки эксплуатационных свойств двухслойных материалов, соединённых различными способами. Именно показатели жесткости на изгиб и смятие помогут определить влияние замены способа соединения на конструктивные особенности моделей. Другие эксперименты помогут определить эксплуатационные особенности изделия и их формоустойчивость, а также оценить материал на долговечность. Обработка результатов осуществлялась методами математической статистики с вычислением средних значений для ряда формул на различные показатели.

В ходе визуальной оценки готовых образцов было установлено, что машинные швы отличаются высокой равномерностью строчки, отсутствием пропусков и стабильным натяжением нити по всей длине соединения. В местах отделочной строчки материал становится более плоским. Ручные стежки, напротив, характеризовались заметной вариабельностью параметров, что напрямую зависело от индивидуальных особенностей работы исполнителя (человеческий фактор).

Жёсткость при изгибе оценивалась по ГОСТ 10550, который распространяется на ткани, трикотажные и нетканые полотна, а также дублированные материалы. Экспериментально установлена значительная разница – 30,9 %. Жесткость машинного шва составила $355054 \text{ мкН}\cdot\text{см}^2$, ручного - $245268 \text{ мкН}\cdot\text{см}^2$. Образец с машинной строчкой гораздо жестче при любом изгибе, что может значительно повлиять на конструктивные особенности изделий [2].

Испытания на неориентированное смятие [3] по ГОСТ 6309-80 проводились с помощью прибора НСТП, с целью оценки способности материала в месте шва восстанавливать первоначальную форму после сминающего воздействия. Образцы, выполненные ручным и машинным способом, подвергались стандартизированному сжатию (рис. 6) с последующим измерением восстановления образцов в исходную форму. Результаты показали, что образцы восстановились почти одинаково, более жесткий машинный шов никак не повлиял на несминаемость материала. Разница составила 0,3% процента.

Определение усадки производилось путём измерения изменения линейных размеров образцов до и после замачивания с последующей влажно-тепловой обработкой. Для двухслойных материалов этот показатель имеет особое значение, поскольку разница в усадке в месте раслаивания материалов и последующего соединения деталей может привести к деформации изделия и возникающим дефектам при посадке на фигуру человека. Экспериментально установлено, что образцы, соединённые машинной строчкой, демонстрируют более сильную, но равномерную усадку по всей площади. В образцах с ручным швом наблюдались небольшие колебания показателей, что показывает нам важность равномерности строчки.



Рис. 6. – Образцы при сжатии прибором НСП

Стойкость к истиранию определялась по ГОСТ 18976-73. Данный метод основан на циклическом трении образца об тот же материал при заданном давлении с последующей фиксацией числа циклов до разрушения пробы. Результаты испытаний показали, что оба испытания выдержали всего 119 оборотов, до образования первых серьезных нарушений внешнего вида, где-то даже дыр (рис. 7). На ручном образце отмечается значительный подъём ворса, нитей в структуре за областью шва, в месте стачивающего шва ничего нет, что нельзя сказать о другом образце. Как уже упоминалось, машинный шов является более плоским, поэтому истирание шло быстрее и по всей поверхности, включая строчки. Ворс уже не собирался «в комочки», а протирался до небольших дыр.



Рис. 7. Образцы после испытания на стойкость к истиранию

При измерении толщины шва было выявлено ее среднее значение для ручного и машинного швов, а также для соответствующего шва количества слоев самого материала. Показатели образцов составили, соответственно, 2,00 мм и 1,74 мм; самого материала в несколько слоев - 1,95 мм. Машинная строчка прижимает объёмный материал, чего нельзя сказать о ручном шве. Он практически не меняет внешний вид ткани.

Таким образом, проведённые испытания позволяют сделать вывод о том, что машинный способ соединения двухслойных материалов не уступает ручному по таким эксплуатационным характеристикам, как несминаемость, и превосходит его по стойкости к истиранию и равномерности усадки. В эксперименте жёсткости при изгибе установлена значительная разница, которая будет влиять на конструкцию изделий. Выявленные преимущества шва, полностью выполненного на универсальной швейной машине, наряду с существенно более низкой трудоёмкостью, подтверждают целесообразность его применения в условиях малых предприятий в качестве полноценной альтернативы как ручному соединению, так и специализированному подшивочному оборудованию.

Научный руководитель: ассистент кафедры конструирования и технологии швейных изделий СПбГУПТД, Коваленко Н.А.

Scientific supervisor: Assistant of the Department of Clothing Products Design and Technology, St. Petersburg State University of Industrial and Technical Design, N.A. Kovalenko.

Список литературы

1. Савостицкий Н. А. Материаловедение швейного производства : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. — 3-е изд., стер. — М. : Академия, 2013. — 272 с.
2. Королева Л. А., Панюшкина О. В. Совершенствование конструкций узлов швейных изделий из двухлицевого материала // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2017. – Т. 2. – С. 17–22. – URL: https://science.vvsu.ru/scientific-journals/journal/current/article/id/2145368271/2017_2_17sovershenstvovanie_konstrukciy (дата обращения: 01.04.2026).
3. Бузов Б.А., Модестова Т.А., Алыменкова Н.Д., Материаловедение швейного производства - М: Книга по Требованию, 2013. – 424 с.
4. Кирсанова Е.А., Шустов Ю.С., Куличенко А.В., Жихарев А.П., Материаловедение (дизайн костюма): учебник. - М: Вузовский учебник: Инфра-М, 2021. – 395 с.
5. Орленко Л.В., Гаврилова Н.И., Конфекционирование материалов для одежды: Учебное пособие - М: Форум: Инфра – М, 2006. – 388 с.

References

1. Savostickij N. A. Materialovedenie shvejnego proizvodstva : uchebnik dlya stud. uchrezhdenij sred. prof. obrazovaniya. — 3-e izd., ster. — М. : Akademiya, 2013. — 272 s.
2. Koroleva L. A., Panyushkina O. V. Sovershenstvovanie konstrukcij uzlov shvejnyh izdelij iz dvuhlicevogo materiala // Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal «Koncept». – 2017. – Т. 2. – S. 17–22. – URL: https://science.vvsu.ru/scientific-journals/journal/current/article/id/2145368271/2017_2_17sovershenstvovanie_konstrukciy (data obrashcheniya: 01.04.2026).
3. Buzov B.A., Modestova T.A., Alymenkova N.D., Materialovedenie shvejnego proizvodstva - M: Kniga po Trebovaniyu, 2013. – 424 s.
4. Kirsanova E.A., SHustov YU.S., Kulichenko A.V., ZHiharev A.P., Materialovedenie (dizajn kostyuma): uchebnik. - M: Vuzovskij uchebnik: Infra-M, 2021. – 395 s.
5. Orlenko L.V., Gavrilova N.I., Konfektionirovanie materialov dlya odezhdy: Uchebnoe posobie - M: Forum: Infra – M, 2006. – 388 s.

УДК 004.056.5

В. В. Семенов

Санкт-Петербургский Государственный Университет Промышленных Технологий и Дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

РАЗРАБОТКА ШЛЮЗА БЕЗОПАСНОСТИ (API GATEWAY) С ФУНКЦИЕЙ МАРШРУТИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ВАЛИДИРОВАННЫХ JWT-ПОЛИТИК

Аннотация: Данная статья посвящена разработке специализированного шлюза безопасности, который не только выполняет функции единой точки входа в систему, но и реализует интеллектуальную маршрутизацию запросов на основе данных, извлечённых из валидированных JWT-токенов. В работе представлена архитектура решения на базе реактивного стека Spring Cloud Gateway и Spring Security Reactive, интегрированного с Redis для эффективного управления чёрными списками токенов. Приводится детальный анализ алгоритма работы шлюза, рассматриваются его ключевые преимущества и недостатки, выполняется сравнительный анализ предложенного подхода с альтернативными решениями, что позволяет обосновать выбор технологии и архитектурных решений для построения защищённых микросервисных систем

Ключевые слова: Шлюз безопасности, API Gateway, токены безопасности, микросервисная архитектура, Java, Spring

V. V. Semenov

St. Petersburg State University of Industrial Technology and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18

DEVELOPING A SECURITY GATEWAY (API GATEWAY) WITH ROUTING FUNCTION BASED ON VALIDATED JWT POLICIES

Abstract: This article focuses on the development of a specialized security gateway that not only serves as a single sign-on point but also implements intelligent request routing based on data extracted from validated JWT tokens. The paper presents the architecture of the solution, based on the Spring Cloud Gateway and Spring Security Reactive stack, integrated with Redis for efficient token blacklist management. A detailed analysis of the gateway's operating algorithm is provided, its key advantages and disadvantages are discussed, and a comparative analysis of the proposed approach with alternative solutions is performed, allowing for the justification of the choice of technology and architectural solutions for building secure microservice systems.

Keywords: security gateway, API Gateway, security tokens, microservice architecture, Java, Spring

Актуальность темы

Современный этап развития распределенных систем характеризуется повсеместным переходом к микросервисной архитектуре, которая, обеспечивая высокую гибкость и масштабируемость разработки, порождает новые вызовы в области информационной безопасности. Децентрализация сервисов создаёт множество потенциальных точек входа для злоумышленников и существенно усложняет управление доступом, поскольку традиционные монолитные механизмы аутентификации часто становятся узким местом или единой точкой отказа. Технология JSON Web Tokens стала стандартом для передачи утверждений о безопасности между участниками распределенной системы благодаря своей самодостаточности и простоте использования. Однако стандартный подход, при котором каждый микросервис самостоятельно выполняет валидацию токена, неизбежно приводит к дублированию логики, увеличению задержек обработки запросов и возникновению потенциальных уязвимостей, особенно в сценариях, требующих оперативного отзыва доступа при компрометации учётных данных. Таким образом, актуальность настоящей работы обусловлена объективной необходимостью создания централизованного и интеллектуального механизма безопасности на границе системы, способного не только проверять подлинность токенов, но и принимать решения о маршрутизации запросов на основе их содержимого и контекста, что позволит реализовать принцип единого периметра безопасности и снизить нагрузку на микросервисы.

Постановка задачи

Главная задача данного исследования заключается в разработке специализированного шлюза безопасности, который выполняет функции единой точки входа в систему микросервисов и реализует

интеллектуальную маршрутизацию на основе валидированных JWT-политик. Ключевой аспект работы состоит в вынесении логики аутентификации и авторизации с уровня отдельных микросервисов на уровень шлюза. Такой подход позволяет повысить общую безопасность системы и значительно упростить разработку сервисов, освобождая их от необходимости реализации сложных механизмов проверки прав доступа. Важно отметить, что после делегирования функций проверки шлюзу все внутренние коммуникации между сервисами должны быть защищены обязательной взаимной аутентификацией (например, с помощью TLS с взаимной проверкой сертификатов — mTLS). Это гарантирует, что каждый сервис может убедиться в подлинности источника запроса, будь то шлюз или соседний микросервис, и что переданные авторизационные данные пользователя (например, в JWT-токене) действительно поступили из доверенного источника, а не от злоумышленника, пытающегося выдать себя за легитимный компонент системы. Таким образом достигается сквозное доверие и защита от подмены запросов внутри периметра. В рамках решения этой задачи необходимо спроектировать архитектуру шлюза, способного перехватывать входящие запросы, извлекать JWT-токен из заголовка авторизации, проверять его подпись и срок действия, а также реализовать хранилище списка отозванных токенов (чёрных списков) и механизм взаимодействия с ним. Кроме того, требуется разработать алгоритм динамической маршрутизации, который на основе данных из токена, таких как роли пользователя или его идентификатор, принимает решение о перенаправлении запроса к конкретному микросервису, одновременно обогащая запрос дополнительными заголовками с проверенной информацией о пользователе, чтобы исключить необходимость повторного парсинга токена в микросервисах. Технологической основой для реализации прототипа выбраны современные решения с открытым исходным кодом, зарекомендовавшие себя в высоконагруженных распределенных системах, при этом архитектура спроектирована таким образом, что ядро шлюза может быть реализовано не только на базе Spring Cloud Gateway, но и с использованием других реактивных фреймворков, таких как Vert.x или Quarkus, которые также обеспечивают высокую пропускную способность и неблокирующий ввод-вывод.

Обзор существующих решений и их недостатков

В настоящий момент в корпоративных системах широко применяются два основных подхода к аутентификации и авторизации в микросервисных архитектурах. Первый подход предполагает использование монолитных SSO-решений, которые централизуют процесс аутентификации, но часто становятся узким местом при пиковых нагрузках и не решают проблему распределённой авторизации. Второй, более распространённый подход заключается в валидации JWT на стороне каждого отдельного микросервиса, что приводит к дублированию кода и увеличению вычислительных затрат. Многие существующие реализации API Gateway ограничиваются простой проверкой наличия токена и его базовой валидацией, после чего безусловно проксируют запрос, перекадывая всю ответственность за авторизацию на backend-сервисы. Критическим недостатком таких систем является отсутствие эффективного механизма отзыва токенов, что обусловлено самой природой JWT как самодостаточного токена, который невозможно принудительно аннулировать до истечения его срока действия без дополнительных ухищрений. Некоторые решения предлагают использовать для отзыва токенов централизованную базу данных, к которой обращается каждый микросервис, однако это нивелирует главное преимущество JWT — отсутствие состояния — и возвращает систему к состоянию с общей точкой отказа и высокими задержками. Кроме того, существующие шлюзы зачастую не поддерживают динамическое изменение маршрутов на основе содержимого токена, что ограничивает возможности реализации таких сценариев, как A/B-тестирование, постепенное развёртывание новых версий сервисов для определённых групп пользователей или изоляция административных функций. Коммерческие решения, такие как специализированные облачные шлюзы, предлагают богатую функциональность «из коробки», включая интеграцию с различными протоколами аутентификации и готовые механизмы мониторинга, однако они часто привязывают систему к конкретному облачному провайдеру и могут быть экономически неэффективны для небольших и средних проектов. Гибридные подходы, предполагающие разделение ответственности между центральным шлюзом и периферийными микросервисами, хотя и обеспечивают высокую гибкость, усложняют общую архитектуру и требуют синхронизации политик безопасности между несколькими уровнями.

Краткое описание предлагаемого решения

В отличие от вышеописанных традиционных подходов, разрабатываемый шлюз безопасности представляет собой интеллектуальный слой, который не просто проксирует трафик, а активно участвует в принятии решений о доступе и маршрутизации. Архитектура решения базируется на реактивном стеке Spring Cloud Gateway и Spring Security Reactive, что обеспечивает высокую пропускную способность и эффективную работу с неблокирующим вводом-выводом даже при большом количестве одновременных соединений. Ключевым компонентом системы является JwtTokenProvider, который отвечает за комплексную валидацию токена: он проверяет подпись с использованием симметричного ключа,

контролирует срок действия и, что наиболее важно, осуществляет проверку наличия токена в «чёрном списке», хранящемся в Redis. Механизм отзыва токенов реализован через хранение в Redis идентификаторов JWT с временем жизни, равным оставшемуся времени действия токена, что позволяет эффективно блокировать доступ немедленно после выхода пользователя из системы или при обнаружении компрометации без необходимости изменения самих токенов. Для реализации интеллектуальной маршрутизации разработан глобальный фильтр `JwtRoutingGlobalFilter`, который выполняется после успешной аутентификации. Этот фильтр извлекает из контекста безопасности аутентифицированный объект, анализирует роли пользователя и на основе этих данных динамически определяет целевой микросервис, перезаписывая атрибуты запроса и добавляя в заголовки верифицированную информацию, такую как идентификатор пользователя и его роли. Базовая конфигурация маршрутов, определённая в `Step8JwtRoutingConfig`, задаёт общий шаблон для приёма запросов, однако фактическая маршрутизация переопределяется глобальным фильтром, что демонстрирует гибкость и мощь предложенного подхода.

На листинге 1 представлена конфигурация реактивного Redis-шаблона, используемого для хранения чёрного списка токенов.

```
@Configuration
public class RedisConfig {
    @Bean
    @Primary
    public ReactiveRedisTemplate<String, String> reactiveRedisTemplate(
        ReactiveRedisConnectionFactory factory) {
        StringRedisSerializer serializer = new StringRedisSerializer();
        RedisSerializationContext<String, String> serializationContext =
            RedisSerializationContext.<String, String>newSerializationContext(serializer)
                .key(serializer)
                .value(serializer)
                .hashKey(serializer)
                .hashValue(serializer)
                .build();
        return new ReactiveRedisTemplate<>(factory, serializationContext);
    }
}
```

Листинг 1. Конфигурация реактивного Redis-шаблона

Анализ алгоритма работы шлюза

Работа разработанного шлюза безопасности представляет собой многоступенчатый процесс, начинающийся с момента поступления HTTP-запроса от клиента. На рисунке 1 представлена диаграмма последовательности, иллюстрирующая взаимодействие основных компонентов при обработке запроса.

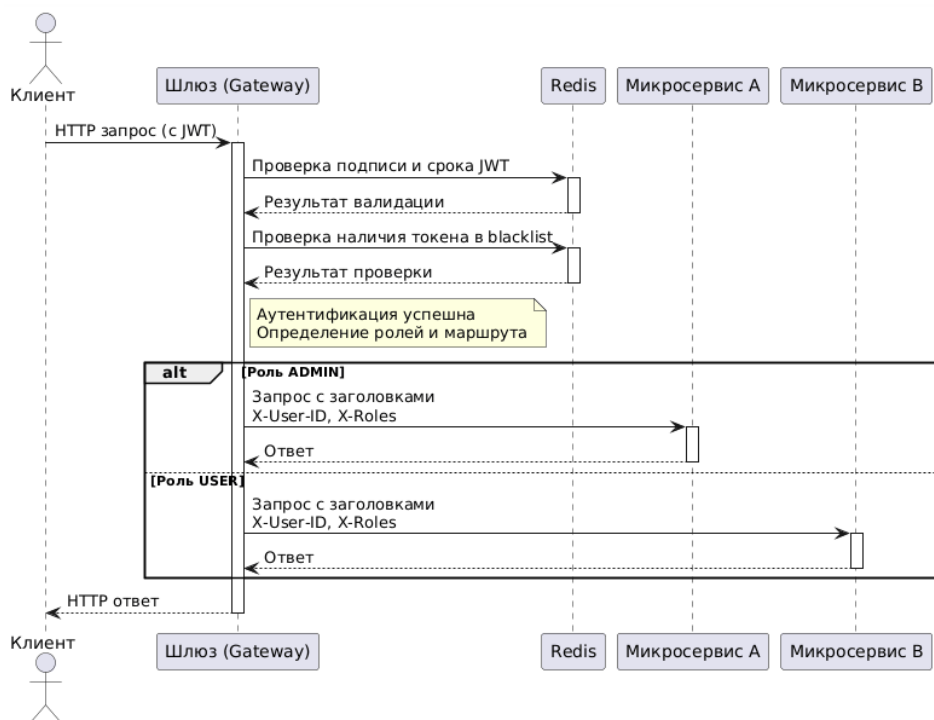


Рис. 1. Диаграмма последовательности обработки запроса в шлюзе безопасности

На первом этапе в дело вступает цепочка фильтров безопасности, настроенная в `SecurityConfigurationReactive`, где специальный конвертер `JwtServerAuthenticationConverter` извлекает JWT-токен из заголовка `Authorization` и создаёт неаутентифицированный объект `JwtAuthenticationToken`. Далее управление передаётся аутентификационному менеджеру `JwtReactiveAuthenticationManager`, который делегирует провайдеру `JwtTokenProvider` задачу валидации токена (листинг 2).

```
@Component
```

```
@Slf4j
```

```
public class JwtTokenProvider {
```

```
    private final SecretKey key;
```

```
    private final ReactiveRedisTemplate<String, String> redisTemplate;
```

```
    private static final String BLACKLIST_PREFIX = "token:blacklist:";
```

```
    public Mono<Jws<Claims>> validateToken(String token) {
```

```
        return Mono.fromCallable(() ->
```

```
            Jwts.parser()
```

```
                .verifyWith(key)
```

```
                .build()
```

```
                .parseSignedClaims(token)
```

```
        ).flatMap(jws -> {
```

```
            Date expiration = jws.getPayload().getExpiration();
```

```
            if (expiration.before(new Date())) {
```

```
                return Mono.error(new ExpiredJwtException(null, null, "Token expired"));
```

```
            }
```

```
            return isTokenBlacklisted(token)
```

```
                .flatMap(blacklisted -> {
```

```
                    if (blacklisted) {
```

```
                        return Mono.error(new JwtException("Token is revoked"));
```

```
                    }
```

```
                    return Mono.just(jws);
```

```
                });
```

```
        }).doOnError(e -> log.warn("JWT validation failed: {}", e.getMessage()));
```

```
    }
```

```
private Mono<Boolean> isTokenBlacklisted(String token) {
    return redisTemplate.hasKey(BLACKLIST_PREFIX + token);
}
}
```

Листинг 2. Фрагмент JwtTokenProvider с методом validateToken

Процесс валидации включает в себя парсинг JWT с проверкой криптографической подписи, для чего используется предварительно сконфигурированный секретный ключ, что гарантирует неизменность утверждений, содержащихся в токене. После успешной проверки подписи и срока действия выполняется проверка по чёрному списку в Redis: если идентификатор токена присутствует в хранилище, это означает, что токен был отозван, и запрос отклоняется с ошибкой. Только после успешного прохождения всех проверок создаётся аутентифицированный объект, который помещается в реактивный контекст безопасности, и управление передаётся глобальным фильтрам шлюза. На этом этапе вступает в действие JwtRoutingGlobalFilter, который анализирует аутентификационные данные и принимает решение о дальнейшей маршрутизации, код которого показан в листинге 3.

```
@Component
@Order(1100)
@Slf4j
public class JwtRoutingGlobalFilter implements GlobalFilter, Ordered {

    @Override
    public Mono<Void> filter(ServerWebExchange exchange, GatewayFilterChain chain) {
        return ReactiveSecurityContextHolder.getContext()
            .flatMap(ctx -> {
                if (!(ctx.getAuthentication() instanceof JwtAuthenticationToken auth)) {
                    return chain.filter(exchange);
                }
                String targetBase = resolveTargetBase(auth);

                String originalPath = exchange.getRequest().getURI().getPath();
                String newPath = originalPath.replaceFirst("^/api", "");
                String targetUriStr = targetBase + newPath +
                    (exchange.getRequest().getURI().getQuery() != null ?
                        "?" + exchange.getRequest().getURI().getQuery() : "");
                URI targetUri = URI.create(targetUriStr);

                ServerWebExchange mutatedExchange = exchange.mutate()
                    .request(r -> r
                        .header("X-User-ID", auth.getPrincipal().toString())
                        .header("X-Roles", String.join(",", auth.getAuthorities().stream()
                            .map(a -> a.getAuthority().replace("ROLE_", ""))
                            .toList()))
                    )
                    .build();

                mutatedExchange.getAttributes().putAll(exchange.getAttributes());

                mutatedExchange.getAttributes().put(ServerWebExchangeUtils.GATEWAY_REQUEST_URL_ATTR,
                    targetUri);

                return chain.filter(mutatedExchange);
            })
            .switchIfEmpty(chain.filter(exchange));
    }

    @Override
```

```
public int getOrder() {  
    return 1100;  
}  
}
```

Листинг 3 – Глобальный фильтр JwtRoutingGlobalFilter

Логика принятия решения о том, на какой именно микросервис перенаправить запрос, инкапсулирована в методе `resolveTargetBase()`. В приведённой реализации используется простой критерий — наличие у пользователя роли администратора (администраторы направляются на `http://localhost:8082`, обычные пользователи — на `http://localhost:8083`). Однако в реальной системе этот метод может быть легко заменён на более сложную логику: например, обращение к сервису `discovery`, чтение маршрутов из базы данных или использование конфигурационных правил. Фильтр также модифицирует путь запроса, удаляя технический префикс, и обогащает запрос заголовками с идентификатором пользователя и его ролями. Ключевым моментом здесь является установка атрибута `ServerWebExchangeUtils.GATEWAY_REQUEST_URL_ATTR`, который принудительно переопределяет целевой URL, заставляя шлюз направить запрос именно на тот микросервис, который был определён на основе политик безопасности. Вся коммуникация с Redis для проверки чёрного списка реализована через реактивный шаблон, настроенный в `RedisConfig`, что обеспечивает неблокирующий характер операций и высокую производительность даже при интенсивной нагрузке.

Преимущества разработанного решения

Предложенный подход к построению шлюза безопасности обладает рядом существенных преимуществ по сравнению с традиционными архитектурами. Централизация функций аутентификации и авторизации на уровне шлюза позволяет реализовать принцип единого периметра безопасности, когда все запросы проходят через единую точку контроля, что значительно упрощает мониторинг, аудит и выявление аномальной активности. Благодаря тому, что шлюз обогащает запрос заголовками с верифицированной информацией о пользователе, микросервисы освобождаются от необходимости разбирать и валидировать JWT, что снижает их вычислительную нагрузку и упрощает код. Механизм отзыва токенов на основе Redis решает фундаментальную проблему JWT — невозможность принудительного завершения сессии для конкретного токена до истечения его срока действия. Идентификатор отозванного токена помещается в Redis с временем жизни, равным оставшемуся времени действия токена, что позволяет немедленно блокировать доступ по данному токену, сохраняя высокую производительность благодаря константному времени проверки и автоматической очистке устаревших записей без обращения к основной базе данных. Использование подхода с хранением идентификатора отозванного токена с ограниченным временем жизни позволяет эффективно управлять памятью и автоматически очищать устаревшие записи. Реактивная архитектура на базе Spring WebFlux и Project Reactor обеспечивает высокую масштабируемость и эффективное использование системных ресурсов, что критически важно для высоконагруженных систем, обрабатывающих тысячи одновременных запросов. Динамическая маршрутизация на основе содержимого токена открывает широкие возможности для реализации гибких сценариев развёртывания, таких как сегрегация административного и пользовательского трафика, постепенная поставка новых версий для определённых групп пользователей, а также реализация сложных политик доступа без изменения конфигурации на стороне клиента или микросервисов. Важно отметить, что архитектура решения не привязана жестко к экосистеме Spring: аналогичный по функциональности шлюз может быть реализован на других реактивных фреймворках, таких как Quarkus с его расширениями для реактивного программирования или Vert.x, что обеспечивает технологическую независимость и гибкость при выборе стека разработки.

Сравнительный анализ с альтернативными подходом

Для оценки эффективности предложенного решения целесообразно провести сравнительный анализ с альтернативными подходами к организации безопасности в микросервисной архитектуре. Традиционная модель, при которой каждый микросервис самостоятельно выполняет валидацию JWT, обеспечивает полную автономность сервисов, но приводит к дублированию кода и увеличению задержек из-за повторных криптографических операций. Кроме того, реализация механизма отзыва токенов в такой модели требует либо обращения всех сервисов к общему хранилищу чёрных списков, что создаёт единую точку отказа и увеличивает сетевой трафик, либо отказа от отзыва, что неприемлемо с точки зрения безопасности. Альтернативой является использование специализированных коммерческих шлюзов безопасности, таких как решения от крупных облачных провайдеров или продукты класса Enterprise Gateway. Эти решения предлагают богатую функциональность «из коробки», включая интеграцию с различными протоколами аутентификации и готовые механизмы мониторинга, однако они часто привязывают систему к конкретному вендору и могут быть экономически неэффективны для

небольших и средних проектов. Кроме того, они предоставляют ограниченные возможности для кастомизации маршрутизации на основе бизнес-логики. Гибридные подходы, предполагающие разделение ответственности между центральным шлюзом и периферийными микросервисами, хотя и обеспечивают высокую гибкость, усложняют общую архитектуру и требуют синхронизации политик безопасности между несколькими уровнями. В контексте выбора технологического стека Spring Cloud Gateway обеспечивает плавную интеграцию с экосистемой Spring и относительно низкий порог вхождения для команд, уже знакомых с этой платформой. Однако для проектов, где критически важна максимальная производительность или используется иной стек разработки, могут быть более предпочтительны альтернативы, такие как APISIX с его богатой экосистемой плагинов и высокой производительностью, или Envoy в качестве основы для Service Mesh архитектур. Разработанное решение представляет собой компромиссный вариант, сочетающий преимущества централизованного управления безопасностью с гибкостью открытого программного обеспечения и возможностью тонкой настройки под конкретные бизнес-требования, что делает его оптимальным выбором для широкого класса микросервисных приложений, разрабатываемых на платформе Java и Spring, с потенциальной возможностью миграции на другие реактивные платформы по мере роста требований к производительности и масштабируемости.

Список литературы

1. Нуркаев Р., Пивоваров В. В. Управление API-шлюзом на основе архитектуры микросервиса //Иновации и инвестиции. – 2023. – №. 5. – С. 193-197.
2. Манойло В. Е. Паттерн «API Gateway» для эффективного взаимодействия с микросервисами //Научно-технические инновации и веб-технологии. – 2022. – №. 1. – С. 47-54.
3. Джалалов М. Э. Применение шаблонов проектирования для управления API в микросервисной архитектуре //Экономика и качество систем связи. – 2024. – №. 1 (31). – С. 128-136.
4. Летов Н. К. Эффективность применения паттерна API Gateway при разработке коммерческого ПО //Актуальные исследования. – 2025. – №. 2 (237). – С. 12-16.
5. Примова И. М. Применение реактивного программирования в микросервисной архитектуре для веб-приложений с экосистемой Spring Framework. – 2023.
6. БОЛДАРЕВ М. А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕАКТИВНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ МОДУЛЕЙ ФИНТЕХ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ. – ООО" Международный институт перспективных исследований им. Ломоносова" КОНФЕРЕНЦИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ. ИННОВАЦИОННЫЙ АСПЕКТ Санкт-Петербург, 21 ноября 2024 года Организаторы: ООО" Международный институт перспективных исследований им. Ломоносова".
7. Ляшов Е. И. Проектирование высоконагруженных реактивных систем с использованием Java и Spring Webflux: преимущества перед традиционным стеком //Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2025. – №. 1-3 (100). – С. 180-185.
8. Рахматуллин Т. Г. Использование Redis для повышения производительности веб-приложений //Актуальные исследования. – 2024. – №. 1 (183).

References

1. Nurkaev, R., Pivovarov, V. V., "API Gateway Management Based on Microservice Architecture," Innovations and Investments, 2023, no. 5, pp. 193-197.
2. Manoilo, V. E., "API Gateway" Pattern for Effective Interaction with Microservices, Scientific and Technical Innovations and Web Technologies, 2022, no. 1, pp. 47-54.
3. Dzhahalov, M. E., "Application of Design Patterns for API Management in Microservice Architecture," Economics and Quality of Communication Systems, 2024, no. 1 (31), pp. 128-136.
4. Letov, N. K., "Efficiency of Applying the API Gateway Pattern in Commercial Software Development," Current Research, 2025, no. 2 (237). – P. 12-16.
5. Primova, I. M., "Application of Reactive Programming in a Microservice Architecture for Web Applications with the Spring Framework Ecosystem." – 2023.
6. BOLDAREV, M. A., "EFFICIENCY OF APPLYING REACTIVE PROGRAMMING TO FINTECH WEB APPLICATION MODULES." – Lomonosov International Institute for Advanced Studies, LLC. CONFERENCE: CONTEMPORARY SCIENTIFIC DEVELOPMENTS. INNOVATIVE ASPECT. St. Petersburg, November 21, 2024. Organizers: Lomonosov International Institute for Advanced Studies, LLC.
7. Lyashov, E. I., "Designing Highly Loaded Reactive Systems Using Java and Spring Webflux: Advantages over the Traditional Stack." // International Journal of Humanitarian and Natural Sciences. – 2025. – No. 1-3 (100). – P. 180-185.
8. Rakhmatullin T. G. Using Redis to Improve Web Application Performance // Current Research. – 2024. – No. 1 (183).

УДК 005.96:004.8

С.В. Чаюк, И.В. СкворцоваСанкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29 литера Б**ИИ-ГРАМОТНОСТЬ КАК НОВАЯ КЛЮЧЕВАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ БИЗНЕС-ЛИДЕРА:
СОДЕРЖАНИЕ, ИЗМЕРЕНИЕ, РАЗВИТИЕ**

© С.В. Чаюк, И.В. Скворцова, 2026

В статье рассматривается ИИ-грамотность как формирующаяся ключевая компетенция современного бизнес-лидера. Проведён анализ содержания данного понятия, включающего способность критически оценивать возможности и ограничения генеративного искусственного интеллекта, формулировать корректные запросы к ИИ-системам, интерпретировать результаты их работы и принимать обоснованные управленческие решения с учётом этических и правовых аспектов использования ИИ. Предложена структурная модель ИИ-грамотности руководителя, включающая когнитивный, инструментальный, критико-аналитический и этический компоненты. Рассмотрены подходы к измерению уровня ИИ-грамотности и направления её целенаправленного развития в рамках программ бизнес-образования. На основе обобщения отечественного и зарубежного опыта сформулированы рекомендации по интеграции модуля ИИ-грамотности в учебные планы управленческих программ.

Ключевые слова: ИИ-грамотность, искусственный интеллект, бизнес-лидер, управленческие компетенции, бизнес-образование, цифровая трансформация, генеративный ИИ.

S.V. Chayuk, I.V. SkvortsovaPeter the Great St. Petersburg Polytechnic University
195251, St. Petersburg, Politekhnikeskaya St., 29 B**AI LITERACY AS A NEW KEY COMPETENCY OF A BUSINESS LEADER: CONTENT,
MEASUREMENT, DEVELOPMENT**

The article examines AI literacy as an emerging key competency of the modern business leader. The content of this concept is analyzed, encompassing the ability to critically evaluate the capabilities and limitations of generative artificial intelligence, formulate correct queries to AI systems, interpret their outputs, and make informed managerial decisions considering ethical and legal aspects of AI use. A structural model of a leader's AI literacy is proposed, comprising cognitive, instrumental, critical-analytical, and ethical components. Approaches to measuring AI literacy levels and directions for its purposeful development within business education programs are discussed.

Keywords: AI literacy, artificial intelligence, business leader, managerial competencies, business education, digital transformation, generative AI.

Стремительное развитие генеративного искусственного интеллекта (ГИИ) за последние три года коренным образом изменило требования к компетенциям управленческих кадров. Если ещё в 2022 году взаимодействие с ИИ-системами оставалось прерогативой технических специалистов, то сегодня руководители всех уровней сталкиваются с необходимостью ежедневного использования инструментов на базе больших языковых моделей — от ChatGPT и GigaChat до специализированных отраслевых решений [1]. По данным издательства Мак Кинзи, в 2024 году 72 % компаний мира использовали генеративный ИИ хотя бы в одном бизнес-процессе, что на 17 % больше, чем годом ранее [2]. В этих условиях способность бизнес-лидера осознанно, эффективно и ответственно работать с ИИ-технологиями превращается из факультативного навыка в ключевую профессиональную компетенцию.

Понятие «ИИ-грамотность» активно развивается в зарубежной академической литературе с 2020 года, однако в российском научном дискурсе оно пока не получило устоявшегося определения и систематического осмысления применительно к управленческой деятельности [3]. Цель настоящей статьи — определить содержание ИИ-грамотности бизнес-лидера, предложить структурную модель данной компетенции, обозначить подходы к её измерению и сформулировать рекомендации по развитию в рамках программ бизнес-образования.

Под ИИ-грамотностью бизнес-лидера мы понимаем интегративную компетенцию, обеспечивающую способность руководителя критически оценивать возможности и ограничения систем искусственного интеллекта, эффективно формулировать запросы к ИИ-инструментам, корректно интерпретировать полученные результаты и принимать обоснованные управленческие решения с учётом технологических, этических и правовых аспектов использования ИИ. Данное определение опирается на работы Л.В. Константиновой и соавторов, анализирующих трансформацию образовательного процесса под влиянием генеративного ИИ [1], а также на исследования Е.А. Поспеловой и соавторов, выявляющих тенденцию к масштабированию персонализированного образования на основе ГИИ [4].

Содержательно ИИ-грамотность бизнес-лидера отличается от «цифровой грамотности» или «компьютерной грамотности» как минимум в трёх аспектах. Во-первых, она предполагает понимание вероятностной природы генеративных моделей и осознание того, что ИИ-системы не обладают подлинным пониманием контекста, а генерируют статистически правдоподобные ответы [5]. Во-вторых, ИИ-грамотность требует навыка промптинга — искусства формулирования запросов, максимизирующих полезность ответов модели для конкретной управленческой задачи. В-третьих, она включает этическое измерение — осознание рисков алгоритмической предвзятости, нарушения конфиденциальности и делегирования критически важных решений автоматизированным системам [6].

Отечественные исследователи подчёркивают, что в условиях цифровой трансформации бизнеса формирование ИИ-грамотности становится задачей не только индивидуального развития руководителя, но и стратегического управления организацией. В.И. Токтарова и соавторы указывают, что технологии ИИ проникают не только в учебную аналитику и персонализацию обучения, но и в управленческие процессы вузов и компаний, что требует системного подхода к формированию соответствующих компетенций [7]. По данным исследования «Сколково», к 2026 году ИИ-ассистенты будут встроены в 70 % образовательных программ ведущих бизнес-школ [8].

На основе анализа литературы и практического опыта внедрения ИИ в управленческую деятельность нами предлагается структурная модель ИИ-грамотности бизнес-лидера, включающая четыре взаимосвязанных компонента.

Когнитивный компонент охватывает базовые знания о принципах работы ИИ-систем: понимание различий между генеративным и дискриминативным ИИ, знание возможностей и ограничений больших языковых моделей, осведомлённость о феномене «галлюцинаций» и способах их минимизации. Данный компонент не предполагает глубоких технических знаний, но требует концептуального понимания, достаточного для принятия управленческих решений [1, 4].

Инструментальный компонент включает практические навыки работы с ИИ-инструментами: умение формулировать эффективные промпты, использовать ИИ для анализа данных, генерации текстов, разработки стратегических сценариев, подготовки презентаций. Как отмечается в отчёте РСМД, ведущие бизнес-школы, в том числе Московская школа управления «Сколково», уже интегрируют ИИ-инструменты в учебные программы для отработки управленческих навыков [9].

Критико-аналитический компонент предполагает способность оценивать достоверность, релевантность и полноту информации, генерируемой ИИ, выявлять скрытые допущения и ограничения, сопоставлять результаты работы ИИ с экспертным знанием и данными из других источников. По данным М.В. Самофаловой, адаптивное обучение, построенное на ИИ-технологиях, способствует развитию не только профессиональных, но и аналитических метакомпетенций, включая критическое мышление [10].

Этический компонент охватывает осознание социальной ответственности при использовании ИИ: понимание рисков алгоритмической дискриминации, обеспечение прозрачности принятия решений, соблюдение конфиденциальности данных, готовность к декларированию использования ИИ. В марте 2024 года ключевые российские разработчики ИИ — Сбер, Яндекс, МТС ИИ, Сколтех — подписали декларацию об ответственной разработке и использовании генеративного ИИ, что задаёт нормативные ориентиры для бизнес-сообщества [9].

Измерение уровня ИИ-грамотности представляет собой самостоятельную методологическую проблему. Существующие инструменты оценки цифровых компетенций (например, модель DigComp Европейской комиссии) не учитывают специфику взаимодействия с генеративными моделями и не адаптированы к управленческому контексту [3].

На основе предложенной четырёхкомпонентной модели может быть разработан диагностический инструментарий, включающий: тесты знаний о принципах работы ИИ (когнитивный компонент); практические задания по решению управленческих кейсов с использованием ИИ-инструментов (инструментальный компонент); задания на выявление ошибок и предвзятости в ИИ-генерированном контенте (критико-аналитический компонент); ситуационные задачи на принятие этически обоснованных решений в контексте использования ИИ (этический компонент).

Важно подчеркнуть, что ИИ-грамотность не является статичной характеристикой: темпы технологического развития требуют её постоянного обновления. Как отмечают специалисты Национальной технологической инициативы, ИИ-инструменты сокращают трудозатраты преподавателей

в 4–5 раз, однако это преимущество реализуется лишь при условии достаточного уровня ИИ-грамотности пользователя [11]. По данным опросов, 49 % студентов уже используют генеративные технологии в обучении, однако лишь незначительная часть из них делает это осознанно и критически [12].

Развитие ИИ-грамотности бизнес-лидеров предполагает системную работу на нескольких уровнях образовательной системы.

На уровне программ бакалавриата и магистратуры по управленческим направлениям целесообразно введение обязательного модуля «ИИ-грамотность для управленческих решений», включающего лекционный блок (принципы работы ИИ, типология моделей, правовое регулирование), практикум (решение бизнес-кейсов с использованием ИИ, промпт-инженерия для менеджеров) и проектный блок (разработка стратегии внедрения ИИ в организацию). Подобный формат соответствует рекомендациям по интеграции ИИ в бизнес-образование, сформулированным в исследованиях РАНХиГС [4].

На уровне программ MBA и Executive education акцент должен смещаться с технических знаний на стратегическое и критическое осмысление: какие задачи делегировать ИИ, как выстраивать взаимодействие человека и ИИ-системы, как управлять рисками, как формировать ИИ-культуру в организации. Исследователи подчёркивают, что развитие метакомпетенций — навыков управления собственными знаниями, адаптивности, критического мышления — становится приоритетным направлением корпоративного обучения [8].

На уровне корпоративного обучения необходимо формирование непрерывных программ повышения ИИ-грамотности, учитывающих быстрые темпы технологических изменений. Как отмечают эксперты, корпоративные университеты увеличивают инвестиции в обучение: годовые затраты крупных компаний выросли с 400 млн рублей в 2022 году до 557 млн рублей в 2024 году, и каждая четвёртая компания планирует дальнейшее увеличение расходов [8]. Интеграция модулей ИИ-грамотности в эти программы представляется стратегически обоснованной.

ИИ-грамотность является формирующейся ключевой компетенцией бизнес-лидера, значение которой будет возрастать по мере дальнейшего проникновения генеративного ИИ в управленческую практику. Предложенная четырёхкомпонентная модель — когнитивный, инструментальный, критико-аналитический и этический компоненты — может служить основой для разработки образовательных программ и диагностического инструментария. Ключевой вызов для системы бизнес-образования состоит в том, чтобы не просто научить руководителей пользоваться ИИ-инструментами, но сформировать у них критическое и ответственное отношение к технологии — способность видеть в ИИ не замену человеческому интеллекту, а средство его усиления. Дальнейшие исследования целесообразно направить на эмпирическую валидацию предложенной модели и разработку стандартизированного инструментария измерения ИИ-грамотности управленческих кадров.

Список литературы

1. Константинова Л.В., Ворожихин В.В., Петров А.М. [и др.]. Генеративный искусственный интеллект в образовании: дискуссии и прогнозы // Высшее образование в России. 2023. Т. 32. № 6. С. 98–120.
2. Chui M., Hazan E., Roberts R. [et al.]. The state of AI in 2024: Gen AI adoption spikes and starts to generate value // McKinsey Global Survey. 2024. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai> (date accessed: 15.03.2026).
3. Другова Е.А., Журавлёва И.И., Калинина Е.А. [и др.]. Искусственный интеллект для учебной аналитики и этапы педагогического проектирования: обзор решений // Вопросы образования. 2022. № 4. С. 107–153.
4. Поспелова Е.А., Отоцкий П.Л., Горлачева Е.Н., Файзуллин Р.В. Генеративный искусственный интеллект в образовании: текущие тенденции и перспективы // Профессиональное образование и рынок труда. 2024. Т. 12. № 3. С. 6–21.
5. Резаев А.В., Трегубова Н.Д. ChatGPT и искусственный интеллект в университетах: какое будущее нас ждёт? // Высшее образование в России. 2023. Т. 32. № 6. С. 11–30.
6. Паскова А.А. Практические аспекты применения ChatGPT в высшем образовании // Вестник Майкопского государственного технологического университета. 2023. Т. 15. № 2. С. 100–108.
7. Токтарова В.И., Попова О.Г., Сагдуллина И.И., Белянин В.А. Технологии искусственного интеллекта в практике современного высшего образования // Вестник Марийского государственного университета. 2023. Т. 17. № 4. С. 493–502.
8. Тренды корпоративного обучения в 2026 году: персонализация, микрообучение, ИИ-агенты. URL: <https://mts-link.ru/blog/korporativnoe-obuchenie-v-2026-godu/> (дата обращения: 15.03.2026).
9. Нейросети и генеративный ИИ в высшем образовании: международный опыт и российская практика // РСМД. 2024. URL: <https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/neyroseti-generativnyy-ii-v-vysshem-obrazovanii/> (дата обращения: 15.03.2026).

10. Самофалова М.В. Адаптивное обучение как новая образовательная технология // Современное педагогическое образование. 2023. № 4. С. 18–24.
11. Генеративный ИИ в образовании: чем полезен для студентов, преподавателей и исследователей / Yandex Cloud // VC.ru. 2025. URL: <https://vc.ru/ai/1777027> (дата обращения: 15.03.2026).
12. IT-тренды в образовании: с чем идём в 2025 год // Softline. 2024. URL: <https://softline.ru/about/blog/it-trendy-v-obrazovanii-s-chem-idem-v-2025-god> (дата обращения: 15.03.2026).

References

1. Konstantinova L.V., Vorozhikhin V.V., Petrov A.M. [et al.]. Generativnyj iskusstvennyj intellekt v obrazovanii: diskussii i prognozy [Generative artificial intelligence in education: discussions and forecasts]. Vysshee obrazovanie v Rossii [Higher Education in Russia]. 2023. Vol. 32. No. 6. 98–120 pp. (in Rus.).
2. Chui M., Hazan E., Roberts R. [et al.]. The state of AI in 2024: Gen AI adoption spikes and starts to generate value. McKinsey Global Survey. 2024. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai> (date accessed: 15.03.2026).
3. Drugova E.A., Zhuravlyova I.I., Kalinina E.A. [et al.]. Iskusstvennyj intellekt dlya uchebnoj analitiki i etapy pedagogicheskogo proektirovaniya: obzor reshenij [Artificial intelligence for learning analytics and instructional design steps: an overview of solutions]. Voprosy obrazovaniya [Educational Studies Moscow]. 2022. No. 4. 107–153 pp. (in Rus.).
4. Pospelova E.A., Ototskij P.L., Gorlacheva E.N., Fajzullin R.V. Generativnyj iskusstvennyj intellekt v obrazovanii: tekushchie tendencii i perspektivy [Generative artificial intelligence in education: current trends and prospects]. Professional'noe obrazovanie i rynek truda [Professional Education and Labour Market]. 2024. Vol. 12. No. 3. 6–21 pp. (in Rus.).
5. Rezaev A.V., Tregubova N.D. ChatGPT i iskusstvennyj intellekt v universitetah: kakoe budushchee nas zhdyot? [ChatGPT and artificial intelligence in universities: what future awaits us?]. Vysshee obrazovanie v Rossii [Higher Education in Russia]. 2023. Vol. 32. No. 6. 11–30 pp. (in Rus.).
6. Paskova A.A. Prakticheskie aspekty primeneniya ChatGPT v vysshem obrazovanii [Practical aspects of ChatGPT application in higher education]. Vestnik Majkopskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta [Bulletin of Maykop State Technological University]. 2023. Vol. 15. No. 2. 100–108 pp. (in Rus.).
7. Toktarova V.I., Popova O.G., Sagdullina I.I., Belyanin V.A. Tekhnologii iskusstvennogo intellekta v praktike sovremennogo vysshego obrazovaniya [Artificial intelligence technologies in modern higher education practice]. Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta [Vestnik of the Mari State University]. 2023. Vol. 17. No. 4. 493–502 pp. (in Rus.).
8. Trendy korporativnogo obucheniya v 2026 godu: personalizaciya, mikroobuchenie, II-agenty [Corporate learning trends in 2026: personalization, microlearning, AI agents]. URL: <https://mts-link.ru/blog/korporativnoe-obuchenie-v-2026-godu/> (date accessed: 15.03.2026).
9. Nejroseti i generativnyj II v vysshem obrazovanii: mezhdunarodnyj opyt i rossijskaya praktika [Neural networks and generative AI in higher education: international experience and Russian practice]. RSMD. 2024. URL: <https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/neyroseti-generativnyy-ii-v-vysshem-obrazovanii/> (date accessed: 15.03.2026).
10. Samofalova M.V. Adaptivnoe obuchenie kak novaya obrazovatel'naya tekhnologiya [Adaptive learning as a new educational technology]. Sovremennoe pedagogicheskoe obrazovanie [Modern Pedagogical Education]. 2023. No. 4. 18–24 pp. (in Rus.).
11. Generativnyj II v obrazovanii: chem polezen dlya studentov, преподаvatelej i issledovatelej [Generative AI in education: benefits for students, teachers and researchers]. Yandex Cloud. VC.ru. 2025. URL: <https://vc.ru/ai/1777027> (date accessed: 15.03.2026).
12. IT-trendy v obrazovanii: s chem idyom v 2025 god [IT trends in education: heading into 2025]. Softline. 2024. URL: <https://softline.ru/about/blog/it-trendy-v-obrazovanii-s-chem-idem-v-2025-god> (date accessed: 15.03.2026).

УДК 681.518

Е.В. Анашкина, В.Д. Кореньков

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ ИЗДЕЛИЯ «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД» В СИСТЕМЕ ЛОЦМАН

© Е.В. Анашкина, В.Д. Кореньков, 2023

В статье рассмотрен пример формирования электронной структуры изделия в системе ЛОЦМАН-PLM. Получена электронная структура изделия «Экспериментальный стенд», объединяющая конструкторские данные об изделии, позволяющая организовать коллективную эффективную работу над проектом, управлять изменениями и обеспечить коммуникацию разработчиков. Информационная модель предназначена для формирования комплекта конструкторской документации на изделие и технологической подготовки производства (интеграция с САПР приложением ВЕРТИКАЛЬ).

Ключевые слова: ЛОЦМАН -PLM, электронная структура изделия, автоматизированное проектирование, фланец, исполнение, КОМПАС.

E.V. Anashkina, V.D. Korenkov

Saint-Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, Saint-Petersburg, Bolshaya Morskaya str., 18

DEVELOPMENT OF THE ELECTRONIC STRUCTURE OF THE "EXPERIMENTAL STAND" PRODUCT IN THE SYSTEM LOTSMAN

The article considers an example of the formation of the electronic structure of the product in the LOTSMAN:PLM system. The electronic structure of the product "Experimental Stand" was obtained, combining design data about the product, allowing to organize collective effective work on the project, manage changes and ensure communication of developers. The information model is intended for the formation of a set of design documentation for the product and technological preparation of production (integration with the CAPP application VERTICAL).

Keywords: LOTSMAN:PLM, electronic structure of the product, computer-aided design, flange, execution, KOMPAS

В данной работе представлен пример информационной поддержки изделия «Экспериментальный стенд» на этапе конструкторской подготовки производства в системе ЛОЦМАН:PLM [1]. При разработке конструкции стенда используется методика нисходящего проектирования по компоновочной геометрии. Рассматривается проектирование узла *Каркас* с использованием прикладной библиотеки *Металлоконструкции* из приложения системы КОМПАС «Механика».

Экспериментальный стенд [2] предназначен для измерения моментов сил сопротивления вращению паковок текстильных машин в зависимости от размеров и характера поверхности. Принцип действия основан на измерении деформации кручения торсионного моментомера. Стенд переносного типа, весит $15 \div 16$ кг, габариты $1000 \times 270 \times 370$ мм. Пределы измеряемой мощности $5 \div 500$ Вт.

Планирование и управление работами по созданию изделия «Экспериментальный стенд» осуществляется в ЛОЦМАН:PLM. Отправной точкой является создание задания на разработку конструкции изделия «Экспериментальный стенд», определения команды исполнителей, назначения сроков, отображения информации о задании в виде плана-графика работ.

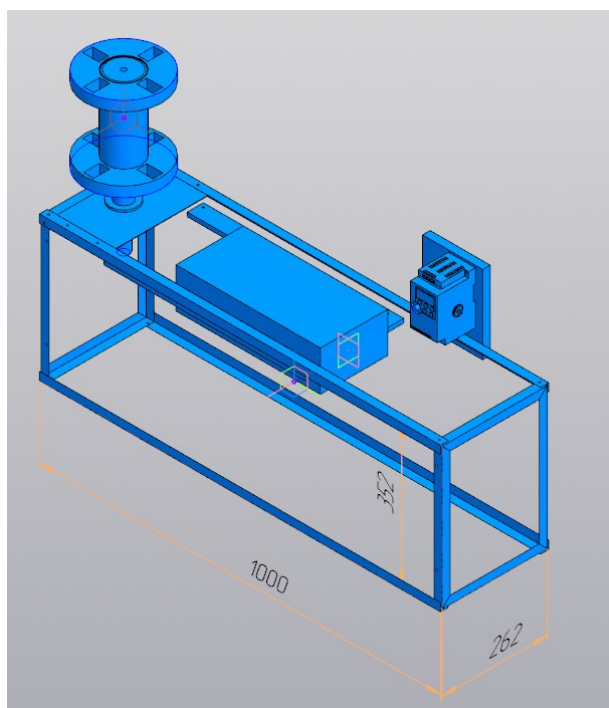


Рис. 1. Компоновочная геометрия станда

В разработке изделия участвует коллектив конструкторов, группа разработчиков. Важно организовать коллективную работу, распределить роли между разработчиками, дать возможность обмениваться информацией. Совместная работа организована так: участники получают задание в виде файла твердотельной модели сборки, копируют в него заранее подготовленные коллекции геометрии и приступают к проработке моделей в КОМПАС.

В системе ЛОЦМАН:PLM определяется исходная электронная структура изделия в виде перечня основных узлов: *Бобина*, *Каркас*, *Частотный преобразователь*, *Моментмер*. В электронную модель сборочной единицы «Экспериментальный стенд» переданной для разработки исполнителям добавлен файл компоновочной геометрии (см. рис. 1). Компоновочная геометрия станда представляет собой поверхностную модель, реализованную в виде файла детали (*.m3d). Этот файл содержит коллекции геометрии, сгруппированные по принадлежности к узлу и соответствующие этим узлам системы координат. Электронная структура изделия «Экспериментальный стенд» показана на рис. 2.

Процесс разработки конструкции можно разбить на два этапа эскизный и технический проект.

Эскизный проект

На этапе эскизного проектирования разработчик каждого узла берет в работу соответствующую сборку, переходит в КОМПАС, копирует в неё нужную коллекцию геометрии и определяет положение системы координат коллекции в сборке. Затем создает твердотельные модели деталей, входящих в узел.

Например, сборочная единица *Бобина* включает детали *Цилиндр* и *Фланец*. Разработчик создает основные поверхности деталей, используя операции твердотельного моделирования: выдавливание, вращение, по траектории, по сечениям. При выполнении операций твердотельного моделирования

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол...	ЭП	Изм.№
—	КМАЗ.000015.000	Экспериментальный стенд			
	КМАЗ.000015.000 ЭСБ	Экспериментальный стенд. Электронная модель сборочной единицы			
	КМАЗ.000015.000 Компоновочная геометрия				
	КМАЗ.000015.100	Бобина	1		
	КМАЗ.000015.200	Каркас	1		
	КМАЗ.000015.300	Частотный преобразователь	1		
	КМАЗ.000015.400	Моментмер	1		

Рис. 2. ЭСИ¹ эскизный проект

применяются ребра и грани компоновочной геометрии, новые эскизы создаются с использованием привязок. На этапе эскизного проектирования можно создать только общую форму детали, сопрягаемые и установочные поверхности можно доработать в техническом проекте.

Иначе происходит разработка узла Каркас, состоящего из металлопроката. В компоновочной геометрии заданы ребра каркаса, которые служат образующими, вдоль которых нужно разместить металлический профиль *Уголок 20×4 ГОСТ 8509-93:1*. Узел Каркас спроектирован с использованием прикладной библиотеки *Металлоконструкции* из приложения системы КОМПАС “Механика”. На этапе эскизного проектирования достаточно просто разместить профили вдоль ребер компоновочной геометрии, а окончательную доработку выполнить на следующем этапе. Ведущий конструктор сможет оценить положение компонентов сборки и при необходимости выдать задание выполнить корректировку. После добавления профилей имеется возможность наметить положение крепежа.

При создании компоновки стенда важно предусмотреть возможность изменять положение компонентов стенда в зависимости от установочных и присоединительных размеров. В КОМПАС 3D можно произвести изменение модели, не строя её заново, с помощью механизма *Параметризации*. Параметрическое изображение отличается от обычного наличием связей и ограничений. Управлять параметрическим изображением удобно с помощью панели *Переменные*, которая предназначена для работы с переменными текущего документа. Множество переменных документа составляют пользовательские переменные, переменные параметров операций модели и переменные размеров графических документов и эскизов. Для определения положения подборок можно вынести в компоновку производные размеры. Переменные, соответствующие этим размерам, нужно сделать внешними и задать их варианты в таблице. Изменение размеров позволит менять взаимное положение компонентов. Это даст возможность изменять положение компонентов сборки «Экспериментальный стенд» путем выбора внешних переменных из таблицы переменных в формате Excel. Предварительно создав данную таблицу, можно значительно ускорить модификацию детали.

Технический проект

На этапе технический проект выполняется доработка деталей: оформляется внутренний контур, добавляются отверстия, проточки, пазы. Для сопрягаемых поверхностей удобнее делать отверстия в контексте сборки. При создании отверстий следует использовать команду *Отверстие*, которая позволяет создавать отверстия с зенковкой, цековкой, добавлять различные типы резьб. Для формирования групп отверстий нужно использовать команду *Массив*. Важно, чтобы параметры отверстий сопрягаемых деталей совпадали, для выполнения этого условия можно использовать команду *Массив по образцу*.

Для узла Каркас на этапе технический проект выполняется стыковая разделка профилей, наносятся обозначения сварных швов, добавляются отверстия под крепеж.

Таким образом в системе КОМПАС получены твердотельные параметрические модели деталей. На основе каждой электронной модели формируют ассоциативный чертёж и, следовательно, все изменения в модели автоматически передаются в чертёж [3]. Чертеж сохраняют в КОМПАС и регистрируют в ЛОЦМАН. Рабочий чертёж будет подключен в дальнейшем к спецификации. Электронная структура изделия на этапе технический проект показана на рис. 3

Создание исполнения детали фланец

Имея базовую модель фланца, входящую в состав узла Бобина, являющуюся *основным исполнением изделия*, можем создать ряд ее улучшений или изменений. Данная функция называется *Исполнение*. Исполнение – это конструкция одного из изделий, информация о которых содержится в одном групповом или базовом основном конструкторском документе, ГОСТ 2.113-75 [5].

После запуска команды *Создать новое исполнение*, на панели свойств появится обозначение модели, а также возможность выбрать какое исполнение необходимо создать: *зависимое / независимое / зеркальное*. Обозначение модели включает базовую часть и код, переданные из исходного исполнения (*КМАН. 00015.101*), а также автоматически сформированный номер исполнения.

Дерево		Вторичное представление				
Поз.	...	Обозначение	Наименование	Кол...	ЭП	Изм. N
		☑ КМАЗ.000015.000	Экспериментальный стенд			
		☑ КМАЗ.000015.000 ЭСБ	Экспериментальный стенд. Электронная модель сборочной единицы			
		> ☑ КМАЗ.000015.000 Компонировочная геометрия				
		☑ КМАЗ.000015.100	Бобина	1		
		☑ КМАЗ.000015.100	Бобина. Электронная модель сборочной единицы			
		☑ КМАЗ.000015.100	Бобина. Спецификация			
		☑ КМАЗ.000015.100 СБ	Бобина. Электронная модель сборочной единицы			
		☑ КМАЗ.000015.101	Цилиндр			
		☑ КМАЗ.000015.102	Фланец			
1		> ☑ КМАЗ.000015.101	Цилиндр	1		
		> ☑ КМАЗ150402.15	Диск	2		
		> ☑ КМАЗ.000015.200	Каркас	1		
		> ☑ КМАЗ.000015.300	Частотный преобразователь	1		
		> ☑ КМАЗ.000015.400	Моментомер	1		

Рис.3. ЭСИ на этапе технический проект

В системе КОМПАС предусмотрена возможность создания зависимых и независимых исполнений. Зависимое исполнение имеет связь с исходным исполнением, независимое не имеет такой связи. Наличие связи определяется при создании исполнения и в дальнейшем не может быть изменено, т.е. нельзя сделать зависимое исполнение независимым и наоборот.

Объекты зависимого исполнения связаны с соответствующими объектами исходного исполнения. Изменение или удаление объектов исходного исполнения передается в зависимое.

Объекты независимого исполнения доступны для самостоятельного редактирования и удаления. На них не влияют изменения соответствующих объектов исходного исполнения.

Для модели *Фланец* было создано независимое исполнения *КМАЗ.00015.101-01*, отличающееся диаметром фланца. Диаметр фланца играет важную роль при расчете силы аэродинамического сопротивления вращению паковки. Возможно создать исполнения отличающиеся формой спицы, например, круглая, прямоугольная и др.

Таким образом получены исполнения - три параметрические модели фланца, хранящиеся в одном файле. На основе электронной модели фланца формируется ассоциативный групповой чертеж с таблицей исполнений по ГОСТ 2.113-75 [4]. Все изменения в исполнениях модели автоматически передаются в чертёж.

Электронная модель изделия «КМАЗ.000015.000 Экспериментальный стенд» представлена на рис. 4

Комплект конструкторской документации «КМАЗ.000015.000 Экспериментальный стенд» включает сборочный чертеж и спецификацию, к которой подключены спецификации на под сборки. Каждая из подборок содержит соответствующую спецификацию, сборочный чертеж и чертежи деталей. Сборочный и детализировочные чертежи ассоциированы с моделями, все изменения в моделях передаются в чертежи.

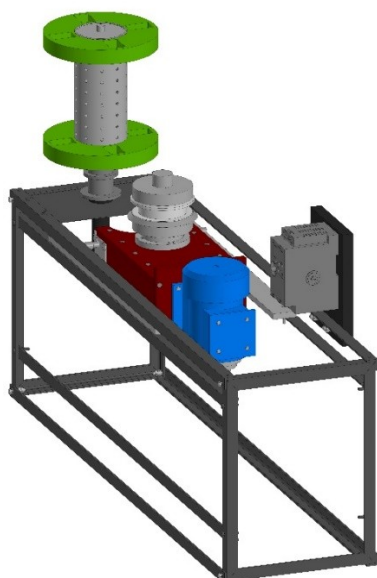


Рис. 4. Электронная модель изделия «КМАН.000015.000 Экспериментальный стенд»

Данная работа иллюстрирует процессы информационной поддержки изделия «Экспериментальный стенд» в системе ЛОЦМАН:PLM и конструкторской подготовки производства в системе КОМПАС. Полученная информационная модель может быть использована для:

- планирования и подготовки опытно-конструкторских работ
- технологической подготовки производства в ВЕРТИКАЛЬ
- получения комплекта конструкторской документации на изделие «Экспериментальный стенд»
- создания вторичных представлений чертежей и моделей в формате *pdf*.
- конструкторских расчетов: массо-объемных, прочностных, механических.

Список литературы

1. ЛОЦМАН. Руководство пользователя. ООО «АСКОН – Бизнес-решения», 2020, 720с.
2. Mathematical Modelling of Friction Winding of Large-Dia Meter Packag-es on a Translationally Moving Hanger / A. V. Mironov, L. S. Mazin, A. V. Markovets, N. V. Rokotov // Fibre Chemistry. – 2021. – Vol. 53. – No 4. – P. 247-251. – DOI 10.1007/s10692-022-10278-6.
3. ГОСТ 2.109-73. Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам. М.: Стандартинформ, 2007, 30 с.
4. ГОСТ 2.113-75. Единая система конструкторской документации. Групповые и базовые конструкторские документы. М.: Стандартинформ, 2007, 48 с.

References

1. КОМПАС 3D. Rukovodstvo pol'zovatelya. ООО «ASKON Sistemy proyektirovaniya», 2015, 2588 s. [COMPASS 3D. User guide. LLC "ASCON Design Systems"], 2015, 2588 pp. (in Rus.)
2. Mathematical Modelling of Friction Winding of Large-Dia Meter Packag-es on a Translationally Moving Hanger / A. V. Mironov, L. S. Mazin, A. V. Markovets, N. V. Rokotov // Fibre Chemistry. – 2021. – Vol. 53. – No 4. – P. 247-251. – DOI 10.1007/s10692-022-10278-6.
3. GOST 2.109-73. Yedinaya sistema konstruktorskoy dokumentatsii. Osnovnyye trebovaniya k chertezham [Unified system for design documentation. Basic requirements for drawings]. Moscow. Standartinform, 2007, 30 pp. (in Rus.).
4. GOST 2.113-75. Yedinaya sistema konstruktorskoy dokumentatsii. Gruppovyye i bazovyye konstruktorskiye dokumenty [Unified system for design documentation. Group and reference design documents]. Moscow. Standartinform, 2007, 48 pp. (in Rus.).

УДК 004.92

В.А. Абрамова, Е.Н. Дроздова

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

ПРОТОТИПИРОВАНИЕ 3D-ИГРЫ В ЖАНРЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО СИМУЛЯТОРА С ИНТЕРАКТИВНЫМ НАРРАТИВОМ

© В.А. Абрамова, Е.Н. Дроздова, 2026

В статье рассматриваются особенности разработки прототипа 3D-игры в жанре психологического симулятора с интерактивным нарративом, демонстрирующего механику передачи эмоционального состояния через визуальное окружение и геймплей. Обсуждается концепция игры. Разбирается программная реализация прототипа игры с использованием кроссплатформенной среды разработки компьютерных игр Unity. Приводятся результаты тестирования игры и обсуждается проверка гипотез.

Ключевые слова: прототипирование, видеоигра, Unity, геймплей, проверка гипотез

V.A. Abramova, E. N. Drozdova

Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18

PROTOTYPING A 3D PSYCHOLOGICAL SIMULATOR GAME WITH AN INTERACTIVE NARRATIVE

This article examines the development of a 3D psychological simulation game prototype with an interactive narrative, demonstrating the mechanics of conveying emotional states through visual environments and gameplay. The game's concept is discussed. The software implementation of the game prototype, using the cross-platform Unity game development environment, is analyzed. Game testing results are presented, and hypothesis testing is discussed.

Keywords: prototyping, video game, Unity, gameplay, hypothesis testing.

Введение. Современная игровая индустрия является одной из наиболее быстрорастущих сфер медиа и развлечений. Компьютерные игры давно перешагнули порог простого досуга, превратившись в инструмент повествования, искусства и даже психологической помощи. Особую популярность в последние годы набирают инди-проекты в жанре психологического симулятора и интерактивного кино. Такие игры не ставят во главу угла проверку реакции игрока, а фокусируются на эмоциональном опыте, эмпатии и погружении во внутренний мир персонажа.

Актуальность темы обусловлена растущим интересом аудитории к играм, затрагивающим серьезные социальные и личностные проблемы, такие как ментальное здоровье, выгорание и поиск себя. Разработка подобных проектов требует от гейм-дизайнера не только технических навыков, но и умения работать с нарративом, визуальными метафорами и атмосферой.

В статье рассматривается разработка прототипа 3D-игры в жанре психологического симулятора с интерактивным нарративом, демонстрирующего механику передачи эмоционального состояния через визуальное окружение и геймплей. Рассмотрим основные этапы разработки [1]-[4].

1. Концепция игры

Игрок начинает игру в центральной комнате с дверями, ведущими в тематические локации — комнаты, отражающие различные эмоциональные состояния. В каждой комнате нужно пройти простое испытание или взаимодействовать с ключевыми объектами. После исследования всех комнат открывается доступ к финальной локации, где происходит итоговое завершение истории и выбор финала.

Рассмотрим ключевые элементы интерфейса.

Стартовый экран (StartScreen): визуальная заставка с названием игры «Reflection»; после клика мышью или нажатия любой клавиши переход в главное меню (MainMenu).

Главное меню (MainMenu): краткое описание игры; кнопка «Начать игру» — переход к игре; кнопка «Выход» — закрытие приложения.

Игровая сцена (GameScene): единое связанное трёхмерное пространство, состоящее из множества комнат, соединённых переходами (дверями, коридорами или порталами). Каждая комната имеет

уникальное цветовое и световое решение, отражающее определённую психологическую проблему: игрок управляет персонажем от первого лица (WASD + мышь для осмотра); при взаимодействии с активными объектами меняется цветовая палитра комнаты, появляются визуальные эффекты (частицы, изменение освещения, геометрические трансформации); переход между комнатами происходит естественным образом — игрок проходит через дверь или портал, попадая в следующую комнату в рамках той же сцены.

Меню паузы (PauseMenu): вызывается клавишей Esc; кнопки: Продолжить (возврат в игровую сцену), Главное меню (возврат в MainMenu), Выход (закрытие приложения).

Далее рассмотрим список контента и описание игровой логики.

Персонаж игрока: управление от первого лица: клавиши WASD — движение, мышь — обзор, клавиша E или ЛКМ — взаимодействие с объектами; скорость передвижения средняя, позволяющая спокойно рассматривать окружение.

Интерактивные объекты: активные объекты: при взаимодействии изменяют визуальную атмосферу комнаты (цвет стен, освещение, появление новых геометрических форм или частиц); визуально выделяются слабым свечением или пульсацией; сопровождаются звуковым откликом (ambient-звук, музыкальная нота, шёпот).

Пассивные объекты: декоративные элементы, создающие атмосферу комнаты, но не влияющие на геймплей напрямую.

Выход из комнаты: дверь/портал/проход, который активируется после взаимодействия с ключевыми объектами; визуально подсвечивается при активации.

Звуковое оформление: фоновая музыка — спокойная атмосферная музыка с элементами минимализма, усиливающая эмоциональную тему комнаты; звуки взаимодействия — при клике на объект проигрывается уникальный звук (мелодичная нота/шёпот/звон).

Визуальный стиль: полуреалистичная 3D-графика с элементами экспрессивного цвета и абстракции; цветовая палитра меняется динамически в зависимости от действий игрока; световое решение подчёркивает эмоциональную тему уровня; геометрия комнат — стилизованная, с элементами сюрреализма/минимализма; визуальные эффекты — частицы, световые блики, плавные переходы цвета, реакция на взаимодействие.

Логика прототипа: для прототипа создаётся 1–2 комнаты, каждая из которых представляет одну психологическую тему (например, «апатия» и «тревога»); в каждой комнате размещены 3–5 интерактивных объектов; после взаимодействия с ключевыми объектами активируется выход из комнаты (проход дальше); игрок может свободно исследовать комнату, взаимодействовать с объектами в любом порядке.

Общие особенности проекта: движок: Unity; платформа: PC (Windows); управление: клавиатура (WASD, E, Esc) и мышь; при нажатии клавиши Esc вызывается меню паузы; интерфейс: минималистичный, без навязчивых элементов; все сцены работают последовательно: StartScreen MainMenu GameScene PauseMenu; акцент на атмосфере: визуальное и звуковое оформление — главные инструменты повествования; камера: от первого лица, фиксированная высота обзора, плавное движение.

2. Программная реализация игровых механик

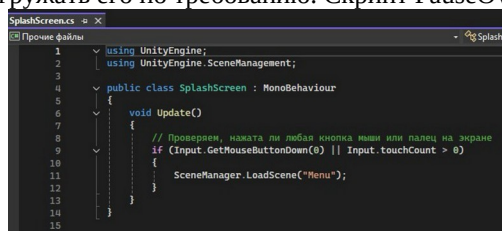
Управление сценами и загрузка. Переходы между сценами управляются через статический класс SceneManager Unity. В Build Settings проекта был задан порядок сцен: 0 — SplashScreen, 1 — Menu, 2 — Game. Скрипт SplashScreen.cs использует этот порядок для загрузки главного меню (рисунок 1, а).

Механика вертикального перемещения. Для реализации подъема по лестнице был создан префаб Ladder, состоящий из видимой модели и невидимого триггерного коллайдера (Box Collider с флагом Is Trigger). Взаимодействие с ним управляется скриптом Ladder.cs (рисунок 1, б).

Система паркура и респава. Паркур-секция состоит из безопасных платформ и ловушек. При падении или касании ловушки игрок должен вернуться в начало. Эта логика реализована в скрипте PlayerRespawn.cs. На дне уровня размещен большой триггер (Box Collider), который отслеживает падение. При входе игрока в этот триггер его позиция сбрасывается (рисунок 1, в).

3. Реализация пользовательского интерфейса (UI)

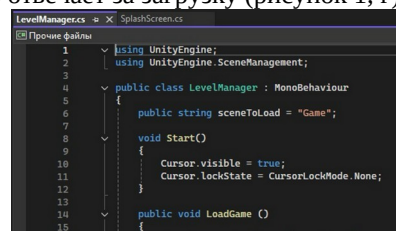
Система паузы с аддитивной загрузкой. Для меню паузы была использована продвинутая техника аддитивной загрузки сцены. Это позволяет не хранить UI паузы в основной игровой сцене, а подгружать его по требованию. Скрипт PauseOverlayLoader.cs отвечает за загрузку (рисунок 1, г).



```

1  using UnityEngine;
2  using UnityEngine.SceneManagement;
3
4  public class SplashScreen : MonoBehaviour
5  {
6      void Update()
7      {
8          // Проверим, нажата ли любая кнопка мыши или палец на экране
9          if (Input.GetMouseButton(0) || Input.touchCount > 0)
10         {
11             SceneManager.LoadScene("Menu");
12         }
13     }
14 }
15

```



```

1  using UnityEngine;
2  using UnityEngine.SceneManagement;
3
4  public class LevelManager : MonoBehaviour
5  {
6      public string sceneToLoad = "Game";
7
8      void Start()
9      {
10         Cursor.visible = true;
11         Cursor.lockState = CursorLockMode.None;
12     }
13
14     public void LoadGame ()
15     {
16         SceneManager.LoadScene(sceneToLoad);
17     }
18 }
19

```

Управление состоянием паузы. Скрипт `PauseMenu.cs`, находящийся в сцене `PauseMenu`, управляет непосредственно состоянием игры. При его активации он останавливает время (рисунок 2, а).

Кнопки в `PauseMenu.unity` (`Resume`, `LoadMenu`) через событие `OnClick()` в инспекторе вызывают соответствующие публичные методы `Resume()` и `LoadMenu()`.

4. Создание сцен

Архитектура проекта построена на модульной системе из нескольких сцен, каждая из которых выполняет свою уникальную функцию. Это позволяет оптимизировать загрузку и логически разделить игровые состояния. Все сцены создавались и настраивались в редакторе Unity.

Сцена-заставка (`SplashScreen.unity`). Эта сцена является входной точкой приложения. Ее задача — кратко представить название проекта и обеспечить быстрый переход в главное меню (рисунок 2, б).

Содержимое сцены: включает в себя один UI-элемент типа `Canvas` с текстовым полем (`TextMeshPro — Text`), отображающим название игры «REFLECTIONS».

Программная логика: к управляющему объекту прикреплен скрипт `SplashScreen.cs`, который отслеживает любое нажатие клавиши (`Input.anyKeyDown`) и мгновенно загружает следующую сцену по ее индексу в `Build Settings`.

Освещение и камера: для экономии ресурсов освещение в сцене отключено, а камера настроена в режиме `Solid Color` с черным фоном.

Сцена главного меню (`Menu.unity`). Главное меню служит навигационным хабом, предоставляя игроку информацию об игре и возможность начать прохождение (рисунок 2, в).

Визуальное оформление: сцена содержит `Canvas` с фоновым изображением и несколькими UI-элементами: текстовыми блоками с описанием сюжета и правил, а также кнопкой «Начать игру». Дизайн выполнен в едином минималистичном стиле проекта.

Интерактивность: на кнопку «Начать игру» через инспектор Unity (компонент `Button`, событие `OnClick()`) назначен публичный метод скрипта-менеджера, который вызывает `SceneManager.LoadScene("Game")` для загрузки основного игрового уровня.

Основная игровая сцена. Это самая объемная и сложная сцена, где происходит весь игровой процесс. Она состоит из двух логических зон.

Стартовый коридор: Небольшое замкнутое пространство, служащее точкой спавна. Здесь расположен объект `SpawnPoint`, координаты которого используются в скрипте респава.

Комната с паркурком: Просторная локация, наполненная статичными и динамическими объектами (платформами, лестницами, ловушками, ключом). Геометрия уровня создавалась с использованием примитивов и ассетов `ProBuilder` для быстрого прототипирования.

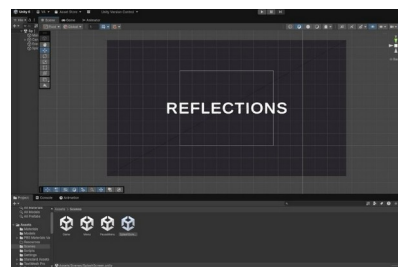
Скриншот из Unity с главной сценой представлен на рисунок 2, г.

```

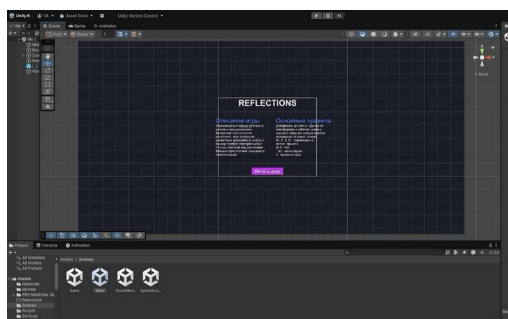
1 using UnityEngine;
2 using UnityEngine.UI;
3
4 // Находится в сцене PauseMenu на белой области (например, PauseProxy).
5 // Также в инспекторе находится в списке этой сцены.
6 public class PauseMenu : MonoBehaviour
7 {
8     PauseOverlayLoader loader; // менеджер из сцены Game
9
10     void Awake()
11     {
12         // Менеджер в сцене должен быть найден
13         loader = FindObjectOfType<PauseOverlayLoader>();
14         if (loader == null)
15             Debug.LogError("PauseOverlayLoader not found in Game scene. Make sure Game is loaded and contains the loader.");
16     }
17
18     public void OnResume() { loader?.OnResume(); }
19     public void OnRestart() { loader?.OnRestart(); }
20     public void OnLoad() { loader?.OnLoad(); }
21 }

```

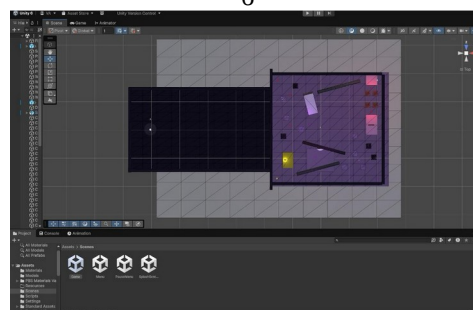
а



б



в



г

Рис. 2. Управление состоянием паузы и создание сцен: а — код скрипта `PauseMenu.cs`; б — интерфейс заставки; в — интерфейс главного меню; г — интерфейс главной сцены в проекции

Сцена меню паузы (PauseMenu.unity). Сцена меню паузы реализована как оверлей и загружается аддитивно (поверх основной) для обеспечения модульности.

Структура: сцена содержит только Canvas с кнопками «Продолжить», «Перезапуск» и «На главную». Это делает её очень легкой и быстрой для загрузки/выгрузки.

Логика работы: сцена загружается скриптом PauseOverlayLoader.cs при нажатии Esc. Скрипт PauseMenu.cs, находящийся в этой сцене, при своем запуске (Start()) ставит игру на паузу (Time.timeScale = 0), а при закрытии — возобновляет время и выгружает саму себя (SceneManager.UnloadSceneAsync).

5. Тестирование и проверка гипотез

На этапе проектирования был сформулирован ряд гипотез, направленных на проверку эффективности выбранных игровых механик и визуальных решений для передачи психологического состояния выгорания. После реализации прототипа было проведено функциональное и play-тестирование для их подтверждения или опровержения. Участникам (четыре женщины и два мужчины в возрасте от 20 до 24 лет) было предложено пройти игровой уровень и оценить основные аспекты игры, соответствующие выдвинутым гипотезам.

Оценка проводилась по десятибалльной шкале, где 1 — очень плохо/непонятно, а 10 — отлично/очень понятно. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1. Оценка игры фокус-группой

Пол, возраст	Эмоциональное воздействие через визуал	Минимализм интерфейса и саморефлексия	Запоминаемость через уникальную тему комнаты	Общая интересность игрового процесса
Ж, 20	9	7	9	8
М, 24	8	8	10	9
Ж, 21	10	6	8	8
М, 23	9	9	10	10
М, 21	6	8	7	7

Гипотеза №1. Эмоциональное воздействие через визуал

Описание. Изменение цветовой палитры и световых эффектов в комнате в ответ на действия игрока создаёт сильное эмоциональное воздействие и усиливает погружение в психологическое состояние персонажа.

Проверка. В прототипе была реализована смена освещения и пост-обработки при переходе из безопасного коридора в опасную зону паркура. Использовались холодные фиолетовые тона и эффект виньетирования. Во время тестирования участники отмечали, что визуальный стиль вызывает чувство тревоги и давления, соответствующее теме выгорания. Высокие оценки в графе «Погружение в атмосферу» (средний балл 8,4) подтверждают, что визуальные приемы работают эффективно. Гипотеза полностью подтвердилась.

Гипотеза №2. Минимализм интерфейса и саморефлексия

Описание. Минималистичный интерфейс и отсутствие явных подсказок стимулируют игрока к самостоятельному исследованию и интерпретации символики комнат, что повышает уровень саморефлексии и личной вовлечённости.

Проверка. Игра не содержит всплывающих подсказок во время прохождения. Игрокам приходилось самостоятельно определять отличия между безопасными и «фейковыми» платформами. Тестирование показало, что, несмотря на отсутствие инструкций, игроки быстро обучались правилам через визуальный опыт. Оценки удобства управления (средний балл 7,6) говорят о том, что отсутствие перегруженного интерфейса было воспринято позитивно. Гипотеза подтвердилась, игроки смогли самостоятельно разобраться в правилах без потери интереса.

Гипотеза №3. Запоминаемость через уникальную тему комнаты

Описание. Уникальная визуальная и эмоциональная тема каждой комнаты помогает игрокам различать проблемы и создаёт запоминающийся опыт, который остаётся в памяти даже после окончания игры.

Проверка. Для проверки была создана локация, символизирующая выгорание через образы пустоты, монотонности и цикличного возвращения в начало. После прохождения участников попросили описать свои впечатления. Все респонденты точно определили метафору «бега по кругу» и назвали атмосферу запоминающейся. Общая интересность процесса была оценена высоко (средний балл 8,8), что говорит об успешной передаче заложенной темы. Гипотеза подтвердилась.

Заключение. В данной статье рассмотрена практическая реализация прототипа 3D-игры «Reflections» в среде разработки Unity. На основе технического задания были созданы игровые сцены с настроенным освещением и материалами, передающими атмосферу эмоционального выгорания через визуальный стиль. Программно реализованы ключевые механики взаимодействия: контроллер персонажа с возможностью передвижения и карабка по лестницам, система паркура с «фейковыми»

блоками и логика циклического респавна, метафорически отражающая тему рутины. Разработан и интегрирован пользовательский интерфейс, поддерживающий аддитивную загрузку меню паузы, что обеспечивает удобство навигации. Проведенное тестирование на фокус-группе подтвердило работоспособность прототипа и доказало состоятельность выдвинутых гипотез: визуальные и геймплейные решения успешно транслируют заложенные психологические смыслы, оставаясь при этом понятными и увлекательными для игрока. Таким образом, цель разработки прототипа была достигнута в полном объеме. Готовый проект представлен в рамках выставки студенческих работ по геймдизайну, с которой можно ознакомиться по ссылке https://vk.ru/hspm_game_expo

Список литературы

1. Особенности прототипирования игр. URL: <https://habr.com/ru/company/vk/blog/573298/> (дата обращения: 03.04.2026)
2. Unity Documentation: Официальная документация Unity. URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html> (дата обращения: 03.04.2026)
3. Unity Developer Community. URL: <https://unity3d.com/ru/community> (дата обращения: 03.04.2026)
4. Как создаются видеоигры: процесс разработки игры. <https://itanddigital.ru/videogame> (дата обращения: 03.04.2026)

References

1. *Osobennosti prototipirovaniya igr*. URL: <https://habr.com/ru/company/vk/blog/573298/> [Features of prototyping games]. (date accessed: 03.04.2026)
2. *Unity Documentation: Oficial'naya documentaciya Unity*. URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html> [Unity Documentation: Official Unity documentation]. (date accessed: 03.04.2026)
3. *Unity Developer Community*. URL: <https://unity3d.com/ru/community> [Unity Developer Community]. (date accessed: 03.04.2026)
4. *Kak sozdajutsja videoigry: process razrabotki igry*. <https://itanddigital.ru/videogame> [How Video Games Are Created: The Game Development Process]. (date accessed: 03.04.2026)

УДК 004.92

А.Р. Андропова, Е.Н. Дроздова

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ АУДИАЛЬНОГО МЕДИТАТИВНОГО СИМУЛЯТОРА

© А.Р. Андропова, Е.Н. Дроздова, 2026

В статье исследуется тема разработки экспериментальных игр, ориентированных на трансформацию восприятия, а также рассматривается создание функционального прототипа десктопной игры в жанре звукового исследования. Проводится анализ популярных аудиальных видеоигр. Обсуждается концепция видеоигры. Разбирается техническая реализация прототипа аудиальной игры. Приводятся результаты тестирования видеоигры и обсуждается проверка гипотез.

Ключевые слова: прототипирование, видеоигра, геймплей, проверка гипотез

A.R. Andronova, E.N. Drozdova

Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18

FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF AN AUDIO MEDITATIVE SIMULATORA SOFTWARE

This article explores the development of experimental games focused on transforming perception and discusses the creation of a functional prototype for a desktop game in the sound research genre. Popular audio video games are analyzed. The concept of the video game is discussed. The technical implementation of the audio game prototype is analyzed. The results of video game testing are presented, and hypothesis testing is discussed.

Keywords: prototyping, video game, gameplay, hypothesis testing.

Введение. Предметная область игр, ориентированных на исследование восприятия, охватывает междисциплинарное пространство на стыке геймдизайна и психологии восприятия. В фокусе данных игр находятся механизмы, иллюзии и границы человеческого восприятия (зрительного, слухового, проприоцептивного, когнитивного).

Основная цель — не достижение конкурентных результатов, а возможность вступить в диалог с собственным сознанием и через игровой опыт заглянуть в закоулки того, как мы чувствуем, видим и осмысливаем реальность.

Такой опыт может быть направлен на: использование игровых механик как инструмента для изучения внимания, памяти, обработки сенсорной информации; провокацию игрока к осознанию субъективности и ограничений собственного восприятия; создание уникальных сенсорных и философских переживаний.

1. Анализ аудиальных видеоигр

С каждым годом появляются новые игры, исследующие альтернативные формы восприятия и предлагающие игровой опыт, выходящий за рамки традиционного геймплея. Для проведения анализа выберем следующие видеоигры: Everything, Proteus, The Unfinished Swan и LSD: Dream Emulator.

Everything представляет собой уникальный философский симулятор, разработанный Дэвидом О'Райли. Игра позволяет игроку воплощаться в различные объекты мироздания — от микроскопических организмов до галактик. Основной механикой является исследование и взаимодействие с окружающей средой (рисунок 1, а).

Особенностью Everything является генеративный саундтрек, создаваемый на основе действий игрока, и цитаты философа Алана Уоттса, которые стимулируют рефлексии. Игровой процесс лишен традиционных целей.

Proteus — это игра-исследование, разработанная Эдом Ки. Игра словно пришла прямиком из девяностых: по деревьям бегают квадратные белки, солнце изобилует острыми углами. Это, разумеется, не вынужденный ход, а стилистический прием. И он, надо признать, работает — танец порхающих в темноте светлячков остается в памяти надолго, хоть технологически и топчется где-то в прошлом веке (рисунок 1, б).

Особенностью игры является то, что свою историю остров рассказывает не с помощью голоса за кадром, а благодаря визуальному ряду и, в первую очередь, музыке и звукам. Вот мимо проскакала

забавно квакающая лягушка, около цветущего дерева жужжит рой пчел, и все это складывается в волшебную интерактивную мелодию. При этом мир игры непрерывно меняется. Мы застаем его рождение весной, расцвет летом, а в конце становимся свидетелями увядания и «смерти». Каждая пора кардинально отличается как атмосферой, так и своими обитателями, музыкой и визуальным стилем.

The Unfinished Swan от студии Giant Sparrow предлагает уникальный механизм взаимодействия с миром через визуальное проявление. Игровой процесс заключается в разбрасывании краски по абсолютно белому пространству, чтобы постепенно раскрывать мир, находить новые пути и решать головоломки, а также раскрывать тайну самого королевства и его короля (рисунок 1, в).

Эта механика демонстрирует, как постепенное раскрытие визуальной информации может создавать нарративное напряжение и стимулировать исследовательский интерес. Особенность данной игры в ее структуре – структуре сказки, напоминающей «Маленького принца».

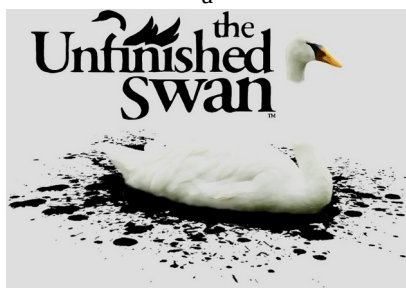
Игра LSD: Dream Emulator — культовая игра 1998 года, разработанная Осаму Сато. Проект представляет собой симулятор сновидений с процедурной генерацией контента (рисунок 1, г).



а



б



в



г

Рис. 1. Анализ аудиальных видеоигр: а — геймплей игры Everything; б — ландшафт в игре Proteus; в — логотип игры The Unfinished Swan; г — LSD: Dream Emulator

Бродить по этим локациям — как разглядывать Босха или Дали в ультранизком разрешении. Тут вы встретите летающих китов, огромную голову младенца, танцующих слонов, разноцветного минотавра, застрявшего в невесомости космонавта и фланирующий по воздуху верблюжий караван.

Атмосферности такому путешествию добавляет саундтрек, написанный самим Сато — шестьдесят минутных лупов в диапазоне от IDM в стиле Aphex Twin до эйсид-джаза. В игру вшит сложный алгоритм, который изменяет отрывки в зависимости от происходящего на экране. В итоге получается около четырех сотен вариаций.

Особенностью игры является отсутствие традиционных игровых целей и акцент на исследовании через звук и образы.

Проведенный анализ позволяет выделить общие для успешных проектов принципы: приоритет сенсорного опыта над традиционным геймплеем; использование звука и образов как основного инструмента.

Далее рассмотрим особенности разработки десктопной игры, исследующей трансформацию слухового восприятия через механику акустической навигации [1]-[4].

2. Разработка концепции аудиальной видеоигры

Vision-документ представляет собой описание принципов и целей, которые должны быть реализованы в игровом опыте. Этот документ служит основой для создания и визуализации игрового проекта и предоставляет обзор того, как игра будет выглядеть и как пользователь сможет в нее играть.

Далее рассмотрим основные позиции Vision-документа для аудиальной видеоигры. Начнем с описания продукта.

Платформа: web. Сегмент: игры, ориентированные на исследование восприятия; Experimental Sound Art Platform, Interactive Audio Canvas. Модель монетизации: F2P. Жанр: медитативный симулятор, аудиовизуальный опыт. Сеттинг: вселенная, где знакомые места существуют как чистые акустические ландшафты. Движок: HTML/CSS/JavaScript (No Game Engine). Арт-стиль: минимализм, монохром.

Далее рассмотрим целевую аудиторию игры. Сегмент ЦА: музыканты, художники, поклонники генеративной музыки, практикующие медитацию и mindfulness, исследователи, философски настроенные игроки. Пол/возраст: 20-50 лет, гендерно-нейтральная аудитория. Есть ли франшиза: возможны тематические сиквелы с другими звуковыми ландшафтами. Поведение: ценят уникальный опыт, исследуют игры как искусство; Целевой рынок: глобальный. Каналы: художественные площадки, образовательные институции, музыкальные лейблы и платформы, научно-исследовательские проекты, специализированные медиа.

USP-игры: игра построена на использовании известных игровых механик: динамическое проявление мира — связи проявляются только через ваше движение; динамическая звуковая картография — каждый игрок создает уникальную «карту».

Референсы по целевой аудитории: приложения Brian Eno "Bloom" и "Scape", инсталляции Уильяма Басински, аудио-прогулки Джанет Кардифф.

Основная механика проекта — акустическая навигация: игрок перемещается в пустом виртуальном пространстве, ориентируясь исключительно на звуковые сигналы. Траектория движения визуализируется в реальном времени, создавая уникальную карту слушания между выбранными треками.

Цель игры: переживание трансформационного игрового опыта, который переучивает восприятие: игрок развивает способность слышать мир как многослойную звуковую партитуру, где тишина становится полноправным элементом композиции.

Ключевые элементы интерфейса. Игровое меню: краткая информация, кнопка начала игры и подробном описании проекта. Кнопка начала игры является доминирующим элементом экрана. Экран выбора локации: карта и краткое описание локаций, кнопка информации об игре, кнопка для возвращения назад. Карта является доминирующим элементом экрана. Игровой экран: в правой верхней части экрана кнопка информации об игре, в правой нижней части экрана кнопка краткого описания локации, в левой верхней части экрана возможность вернуться назад. Экран с подробным описанием проекта.

Описание игровой логики. Игровое поле: 2D-пространство 1000x1000 единиц с белым фоном, звуковые зоны (текстовое поле), каждая из которых воспроизводит звук при нажатии. Модель игрока: курсор. Система связей: две зоны считаются "связанными", если: игрок обнаружил обе в одной сессии, провел между ними линию (создал траекторию).

3. Разработка прототипа игры

Разработка прототипа игры — это процесс создания небольшой демонстрационной версии игры, которая позволяет проверить идею, основные механики геймплея и протестировать их работоспособность. Прототип помогает определить, насколько интересна и востребована игра, а также выявить возможные проблемы и ошибки, чтобы в дальнейшем исправить их.

3.1. Реализация интерфейса

Начальным этапом разработки прототипа является создание и настройка основного пространства взаимодействия.

Игровое меню. Стартовый экран представлен на рисунке 2, а. Интерфейс выполнен в чёрно-белой цветовой схеме. Все элементы имеют чёткие границы и достаточный контраст для комфортного восприятия.

Экран выбора локации. Экран с картой локаций представлен на рисунке 2, б, где: карта является доминирующим элементом; локации представлены цифрами на карте; краткое описание локации при прокрутке экрана; кнопка информации об игре расположена в правом верхнем углу; кнопка возврата назад — в левом верхнем углу.

Карта реализована как интерактивный элемент, где каждая локация кликабельна и при выборе воспроизводится звук, при двойном клике происходит переход на соответствующую звуковую зону.

Игровой экран. Основной игровой интерфейс (рисунок 2, в) содержит элементы: кнопка информации об игре в правом верхнем углу; кнопка краткого описания текущей локации в правом нижнем углу; кнопка возврата к выбору локации в левом верхнем углу.

Игровое поле реализовано как Canvas элемент размером 1000×1000 пикселей с белым фоном.

При нажатии на кнопку отображается краткая информация о выбранной локации (рисунок 2, г).

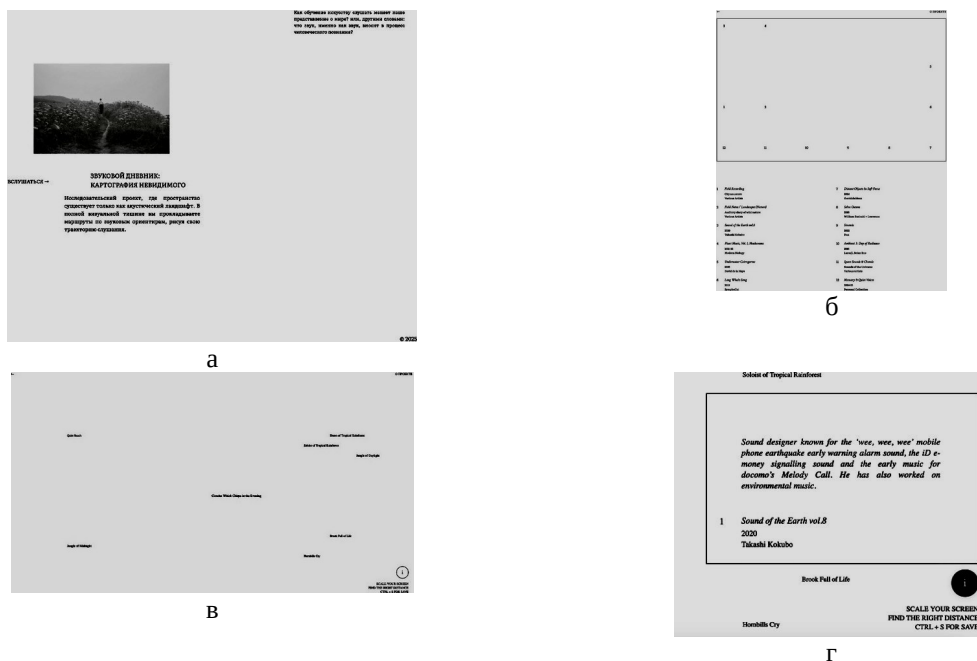


Рис. 2. Разработка прототипа аудиальной видеоигры: а — стартовый экран; б — экран выбора локации; в — игровой экран; г — LSD: Dream Emulator

Экран с подробным описанием проекта. Создана отдельная страница с детальной информацией о проекте, включающая философское обоснование концепции.

3.2 Реализация игровой логики. В соответствии с техническим заданием реализовано: 2D-пространство 1000×1000 единиц с белым фоном; звуковые зоны в виде текстовых полей; воспроизведение звука при нажатии. Звуковые зоны размещены в случайных позициях. Управление осуществляется с помощью мыши или тач-интерфейса.

Реализована система обнаружения и визуализации связей между звуковыми зонами: игрок обнаружил обе зоны в одной сессии — зафиксированы клики на обе зоны; провел между ними линию — зафиксирована непрерывная траектория движения курсора между зонами. При выполнении условий между зонами появляется видимая линия, которая сохраняется до конца сессии.

Прототип реализован с использованием: HTML5 для структуры интерфейса; CSS3 для стилизации и анимаций; JavaScript для игровой логики; Web Audio API для воспроизведения звуков.

Для обеспечения плавной работы прототипа были реализованы: ленивая загрузка аудиофайлов — загрузка только при необходимости; кэширование ресурсов — повторное использование загруженных данных.

3. Тестирование прототипа

Проведено тестирование всех функций: все кнопки работают корректно; карта отображается правильно, выбор локации работает; все элементы интерфейса на своих местах; звуковые зоны воспроизводят звук при клике; связи создаются при выполнении условий, отображаются корректно.

Прототип протестирован на: Desktop — Chrome, Firefox, Safari; Mobile — iOS Safari, Android Chrome. Разрешения экрана — от 320px до 1920px.

Во всех случаях интерфейс остаётся функциональным и сохраняет визуальную целостность. Далее рассмотрим результаты проверки гипотез.

Гипотеза №1. Статичное расположение треков может снизить реиграбельность. Проверка: Адаптивная система связей — чем чаще игрок соединяет определенные треки, тем сильнее проявляются визуальные и звуковые связи между ними. Вывод: адаптивная система связей увеличивает реиграбельность более чем в два раза. Персонализация аудиального опыта через отслеживание пользовательских предпочтений создаёт уникальные отношения между игроком и игровым пространством.

Гипотеза №2. Отсутствие явных целей может дезориентировать. Проверка: система "звуковых открытий" — особые комбинации треков открывают скрытые аудио-фрагменты. Вывод: Система звуковых открытий эффективно решает проблему дезориентации, предоставляя органичные, возникающие из взаимодействия цели. Эти цели не нарушают медитативную атмосферу, а наоборот, углубляют погружение.

Заключение. В данной статье исследована тема разработки экспериментальных игр, ориентированных на трансформацию восприятия, а также рассмотрено создание функционального прототипа десктопной игры в жанре звукового исследования.

Разработка игры, основанной на принципах сенсорного исследования, оказалась сложной, но исключительно познавательной задачей. Созданный проект продемонстрировал потенциал игровых технологий как инструмента для развития перцептивных способностей и открыл новые перспективы для дальнейших исследований в области экспериментального гейм-дизайна. Готовый проект представлен в рамках выставки студенческих работ по геймдизайну, с которой можно ознакомиться по ссылке https://vk.ru/hspm_game_expo

Список литературы

1. *Исбистер К.* Эмоции в играх: как создавать сильные переживания. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. 192 с.
2. *Андреева К.Д.* Визуальный нарратив в цифровых играх: теория и практика. СПб.: Алетейя, 2024. 176 с.
3. *Шейнин А.В.* Психология игрового взаимодействия: от вовлечения до удержания. М.: ИНФРА-М, 2022. 215 с.
4. *Джастин Г.* Думай как гейм-дизайнер. Творческое мышление и эффективное управление игровым проектом. Москва: Эксмо, 2024. 224 с.

References

1. Isbister K. *Emotsii v igrakh: kak sozdavat' sil'nyye perezhivaniya*. [Emotions in Games: How to Create Strong Experiences]. Moscow. Mann, Ivanov and Ferber, 2017. 192 pp. (in Rus.)
2. Andreyeva K.D. *Vizual'nyy narrativ v tsifrovyykh igrakh: teoriya i praktika*. [Visual narrative in digital games: theory and practice]. St. Petersburg. Aletheia, 2024. 176 pp. (in Rus.)
3. Sheynin A.V. *Psikhologiya igrovogo vzaimodeystviya: ot vovlecheniya do uderzhaniya*. [Psychology of gaming interaction: from involvement to retention]. Moscow. INFRA-M, 2022. 215 pp. (in Rus.)
4. Justin G. *Dumay kak geym-dizayner. Tvorcheskoye myshleniye i effektivnoye upravleniye igrovym proyektom*. [Think Like a Game Designer: Creative Thinking and Effective Game Project Management]. Moscow. Eksmo, 2024. 224 pp. (in Rus.)

УДК 004.92

К.А. Арбузова, Е.Н. Дроздова

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

ПРОТОТИПИРОВАНИЕ КАЗУАЛЬНОЙ 2D-ГОЛОВОЛОМКИ С АКЦЕНТОМ НА ЛОГИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ И СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

© К.А. Арбузова, Е.Н. Дроздова, 2026

В статье рассматриваются особенности разработки прототипа мобильной игры в жанре 2D-головоломки, сочетающей классическую механику сопоставления цветных блоков с фантастическим сеттингом и стратегическим планированием. Обсуждается концепция игры. Разбирается программная реализация прототипа игры с использованием среды разработки Unity. Приводятся результаты тестирования игры и обсуждается проверка гипотез.

Ключевые слова: прототипирование, видеоигра, Unity, геймплей, проверка гипотез

К.А. Arbuzova, E. N. Drozdova

Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18

PROTOTYPING A CASUAL 2D PUZZLE GAME WITH AN EMPHASIS ON LOGICAL THINKING AND STRATEGIC PLANNING

This article examines the development of a prototype for a 2D puzzle mobile game that combines classic color-matching mechanics with a fantasy setting and strategic planning. The game's concept is discussed. The software implementation of the game prototype using the Unity development environment is analyzed. Game testing results are presented, and hypothesis testing is discussed.

Keywords: prototyping, video game, Unity, gameplay, hypothesis testing.

Введение. В эпоху цифровизации и повсеместного распространения смартфонов мобильные игры стали неотъемлемой частью повседневной культуры, предлагая пользователям быстрый и доступный способ развлечения, расслабления и развития когнитивных навыков. Рынок мобильного гейминга продолжает стремительно расти, однако вместе с расширением возможностей растёт и конкуренция: ежедневно в магазинах приложений появляются сотни новых проектов, борющихся за внимание игроков. В таких условиях успех зависит не только от технической безупречности, но и от умения предложить игроку уникальный, запоминающийся опыт, сочетающий в себе простоту освоения, глубину геймплея и эстетическую привлекательность.

Особое место в этом сегменте занимают игры-головоломки, которые традиционно привлекают широкую аудиторию благодаря своей интуитивности, минималистичному дизайну и способности тренировать логическое мышление в формате коротких игровых сессий. Тем не менее, устойчивая популярность жанра приводит к его перенасыщенности: многие проекты оказываются слишком похожими друг на друга, что снижает вовлечённость игроков и усложняет задачу удержания их интереса на длительной дистанции. Поэтому разработка новой головоломки сегодня требует не только следования проверенным механикам, но и творческого переосмысления игровых формул, внедрения оригинальных элементов и создания целостной, атмосферной вселенной.

В данной статье рассматривается разработка концепции мобильной игры под названием «Мистические блоки» в жанре 2D-головоломки, сочетающей классическую механику сопоставления цветных блоков с магическим сеттингом и стратегическим планированием. Рассмотрим основные этапы разработки [1]-[4].

1. Разработка концепции игры**1.1. Vision-документ: идея, стиль, монетизация**

Проект «Мистические блоки» — это казуальная мобильная головоломка, сочетающая классическую механику соединения цветных элементов с фантастическим сеттингом и стратегическим планированием. Игроку необходимо восстанавливать артефакты, очищая игровое поле путём сопоставления блоков в условиях ограниченного количества ходов. Ключевой особенностью является

интеграция эффектов, которые позволяют трансформировать игровое поле, создавая пространство для тактических решений.

Проект «Мистические блоки» разрабатывался как кроссплатформенная мобильная игра для устройств iOS и Android, что обеспечивает максимальный охват целевой аудитории. Продукт позиционируется в сегменте 2D-инди-головоломок, что определяет его ориентированность на камерный, но глубокий игровой опыт с акцентом на авторский стиль и проработанную механику.

В качестве бизнес-модели выбрана проверенная модель Free-to-Play (F2P) с комплексной монетизацией, включающей показ рекламы и систему внутриигровых покупок. Такой подход позволяет сделать игру доступной для широкой аудитории, одновременно создавая устойчивые источники дохода за счёт микроплатежей за визуальные улучшения и игровые преимущества.

По жанровой принадлежности игра классифицируется как головоломка (Puzzle) с акцентом на логическое мышление и стратегическое планирование. Сеттинг проекта представляет собой фантастический мир, насыщенный загадочными артефактами, что создает уникальную атмосферу и визуальную идентичность.

Технической основой разработки служит игровой движок Unity, выбранный за его кроссплатформенность, богатую экосистему инструментов и оптимальное соотношение производительности и скорости разработки для проектов данного масштаба.

Арт-стиль: минималистичная 2D-графика с яркими цветами, чёткими контурами и плавными анимациями. Визуальная эстетика построена на контрасте между яркими магическими элементами и приглушёнными мистическими фонами.

1.2. Целевая аудитория и уникальное предложение

Ядро целевой аудитории составляют любители логических игр и головоломок, которые ценят в игровом процессе не только развлечение, но и возможность развивать стратегическое мышление в формате коротких, насыщенных сессий. Игра адресована широкой возрастной группе от 12 лет, с фокусом на наиболее активную и платежеспособную аудиторию 18-45 лет, без выраженной гендерной специфики — проект в равной степени привлекателен как для мужчин, так и для женщин.

Поведенческий паттерн типичного пользователя характеризуется спонтанными игровыми сессиями в моменты ожидания или отдыха: во время поездок в транспорте, в коротких перерывах между делами, перед сном. Ключевой мотивацией является желание получить интеллектуальное удовлетворение и эмоциональную разрядку без необходимости длительного погружения в сложные игровые системы.

Основными каналами привлечения аудитории выступают нативные площадки распространения — магазины приложений App Store и Google Play, а также таргетированная реклама в социальных сетях и тематических игровых сообществах. Игроки, составляющие целевую аудиторию, уже знакомы с такими референсными проектами, как Candy Crush Saga, Two Dots и Monument Valley, что формирует у них определённые ожидания к качеству и глубине игрового опыта.

Проект не опирается на существующую франшизу, что позволяет свободно формировать собственную игровую вселенную. Целевым рынком является глобальная аудитория мобильных головоломок, что соответствует как масштабу амбиций проекта, так и выбранной бизнес-модели.

Уникальное торговое предложение (USP): «Мистические блоки» предлагают эволюцию классического формата головоломки, трансформируя знакомую механику соединения элементов в стратегическое приключение, обогащённое магическим сеттингом. Уникальность проекта проявляется в трёх взаимодополняющих аспектах: симбиоз проверенной механики и нарративной атмосферы, стратегическая глубина и гармония интеллектуального вызова и медитативного отдыха.

Симбиоз проверенной механики и нарративной атмосферы. Базовый геймплей, интуитивно понятный каждому, погружён в целостную фантастическую вселенную. Каждый уровень становится не абстрактной задачей, а сюжетным эпизодом в истории восстановления древней магии, что создаёт сильную эмоциональную вовлечённость.

Стратегическая глубина через систему магии. Введение управляемых магических эффектов — таких как точечная очистка, трансформация группы блоков или их временная заморозка — добавляет тактический ресурсный слой. Игрок превращается из пассивного сопоставителя цветов в архитектора решений, вынужденного планировать последовательность действий на несколько ходов вперёд и оптимально расходовать ограниченные магические заряды.

Гармония интеллектуального вызова и медитативного отдыха. Проект сознательно избегает агрессивных таймеров и стрессовых механик, предлагая сбалансированный опыт. Удовлетворение от решения сложной логической задачи сочетается с эстетически приятным, расслабляющим процессом, что делает игру идеальным инструментом как для ментальной тренировки, так и для цифрового детокса.

1.3. Игровые механики и цикл

Целью создания функционального прототипа является практическая проверка базовой игровой механики, оптимизация пользовательского потока и оценка первичного эмоционального отклика от

игрового процесса. Прототип послужит инструментом для валидации ключевых гипотез гейм-дизайна перед переходом к полномасштабной разработке.

Структура пользовательского интерфейса прототипа включает три ключевых экрана, спроектированных для максимальной ясности и удобства. Главное меню содержит минимально необходимый набор элементов: центральную кнопку «Играть» для перехода на карту уровней, кнопку «Настройки» для регулировки громкости звука и музыки, а также индикатор текущего баланса внутриигровой валюты. Игровой экран структурирован для обеспечения полного контроля над процессом: верхняя информационная панель отображает цель уровня, счётчик оставшихся ходов, текущий счёт и кнопку паузы; центральную область занимает динамическое игровое поле размером 8x8 ячеек (с возможностью вариаций), заполненное цветными блоками; нижняя панель содержит иконки доступных магических способностей с визуальными индикаторами их готовности к использованию. Экран завершения уровня предоставляет исчерпывающую обратную связь: показывает результат прохождения (успех/неудача), количество заработанных звёзд и валюты, а также предлагает кнопки для навигации («Следующий уровень», «Повторить», «В меню») и опциональную возможность удвоить награду через просмотр рекламного ролика.

Игровая логика и контент прототипа сосредоточены на реализации и тестировании основополагающих систем. Базовый функционал включает генерацию игрового поля с 5-6 типами визуально различимых цветных блоков, реализацию интуитивной механики свайпа для соединения двух и более смежных блоков одного цвета по вертикали и горизонтали, систему ограниченного количества ходов (в диапазоне 15-25 на уровень) и 2-3 типа разнообразных целей уровня (например, очистка определённого количества блоков заданного цвета или сбор специальных предметов). Для демонстрации стратегического слоя будет реализована одна тестовая магическая способность, такая как «Молния», удаляющая случайный блок с поля. Прогрессия будет обеспечена последовательностью из 10 уровней с постепенным усложнением условий, системой локального сохранения прогресса (отслеживание пройденных уровней и полученных звёзд) и базовым алгоритмом подсчёта очков.

Технические требования к прототипу включают обеспечение стабильной работы с целевой частотой кадров 60 FPS на устройствах среднего класса, адаптивную поддержку современных соотношений сторон экрана (от 16:9 до 19.5:9) и использование стандартных инструментов движка Unity для построения сцен, реализации пользовательского интерфейса и организации системы сохранений (например, через PlayerPrefs). Такой подход гарантирует достаточную производительность для тестирования и обеспечивает корректное отображение на подавляющем большинстве целевых устройств.

2. Разработка функционального прототипа

2.1. Реализация базовой игровой механики

Ядро геймплея реализует следующие ключевые системы. Динамическое игровое поле размером 8x8 клеток с алгоритмом генерации, исключающим случайные совпадения на старте уровня. Шесть типов цветных блоков, каждый с уникальным спрайтом для мгновенной визуальной идентификации. Двухэтапная система ввода: выбор блока и последующий свайп к соседу для обмена или тап для активации специальных элементов. Управление состоянием игры: отслеживание ходов (15 на стартовом уровне), счета и условий победы (цель: 20000 очков).

Аудиовизуальная система включает следующие элементы. Расслабляющая фоновая музыка в жанре эмбиент-фэнтези, управляемая глобальным синглтоном MusicManager. Музыка продолжается между сценами, а ее состояние (вкл/выкл) сохраняется между игровыми сессиями. Набор мягких звуковых эффектов для ключевых действий: выбор блока, совпадение, активация бустера. Плавные анимации перемещения и трансформации блоков, создающие ощущение физичности и отзывчивости.

2.2. Внедрение системы специальных элементов и эффектов

В соответствии с концепцией игры реализована многоуровневая система специальных элементов (бустеров). Механика формирования бустеров основана на принципе вознаграждения за мастерство. Горизонтальная бомба (RowBomb) создается при соединении 4 блоков в ряд. Уничтожает весь горизонтальный ряд. Бонус: +40 очков. Вертикальная бомба (ColBomb) формируется при вертикальном соединении 4 блоков. Уничтожает весь столбец. Бонус: +40 очков. Площадная бомба (AreaBomb) появляется при соединении 5 блоков в форме «Г» или «Т». Уничтожает блоки в области 3x3. Бонус: +60 очков. Цветовая бомба (ColorBomb) — самый мощный элемент, создаваемый при соединении 5 блоков в прямую линию. Требуется стратегического выбора: после активации игрок должен тапнуть на любой блок на поле, чтобы уничтожить все блоки этого цвета. Бонус: +100 очков.

На рисунке 1, а изображена конфигурация специальных элементов (бустеров) и параметров подсчета очков в инспекторе Unity. На рисунке видны все четыре типа бустеров, настройки уровня (15 ходов, цель 20000 очков) и система бонусов.

2.3. Реализация пользовательского интерфейса

Пользовательский интерфейс разработан в соответствии с принципами минимализма и интуитивности, выявленными в анализе рынка.

Игровой HUD (Canvas_Game) обеспечивает полный контроль: динамический счетчик очков с плавной анимацией инкремента, усиливающей чувство вознаграждения; интеллектуальный счетчик ходов в формате «использовано/всего» (например, «1/15») с цветовой индикацией: белый → желтый → красный по мере расходования ресурса; контекстная кнопка паузы в правом верхнем углу, вызывающая меню по тапу или клавише ESC (для тестирования на ПК).

Система меню и навигации включает: главное меню с минималистичным дизайном, кнопкой "Начать" и переключателем звука; меню паузы с тремя опциями: продолжить, перезапустить уровень, выйти в главное меню; экраны результатов: отдельные экраны для победы и поражения с детальной статистикой (набранные очки, использованные ходы). Управление аудио: отдельные слайдеры для музыки и звуковых эффектов в меню паузы с сохранением настроек.

На рисунках 1, б-в изображена реализация пользовательского интерфейса. Видна четкая организация: основной игровой объект Board, Canvas с интерфейсом, менеджеры игры и звука. В папке Assets все ресурсы структурированы по типам: префабы, сцены, скрипты, звуки, спрайты. Интерфейс использует TextMesh Pro для четкого отображения текста.

2.4. Система уровней, прогрессии и подсчета очков

Балансировка и прогрессия реализованы через систему параметров, централизованно управляемых в BoardManager: стартовые параметры уровня: 15 ходов, целевой счет 20000 очков. Многоуровневая система подсчета очков: базовые 10 очков за каждый уничтоженный блок; бонусы за бустеры: +40 (Row/ColBomb), +60 (AreaBomb), +100 (ColorBomb); каскадный множитель: +25% за каждый последующий каскад. Типы целей уровня: набор очков (основной) и очистка определенного количества блоков заданного цвета (дополнительный).

Технические особенности реализации: предотвращение тупиковых ситуаций: алгоритм генерации поля исключает случайные совпадения при старте; оптимизация производительности: использование корутин для анимаций и каскадных вычислений; расширяемость архитектуры: модульная структура позволяет легко добавлять новые типы блоков, бустеры и условия уровней.

На рисунке 1, г изображена система подсчетов уровней и очков. Виден счетчик ходов (1/10), текущий счет (40/800), игровое поле 8x8 с цветными блоками.

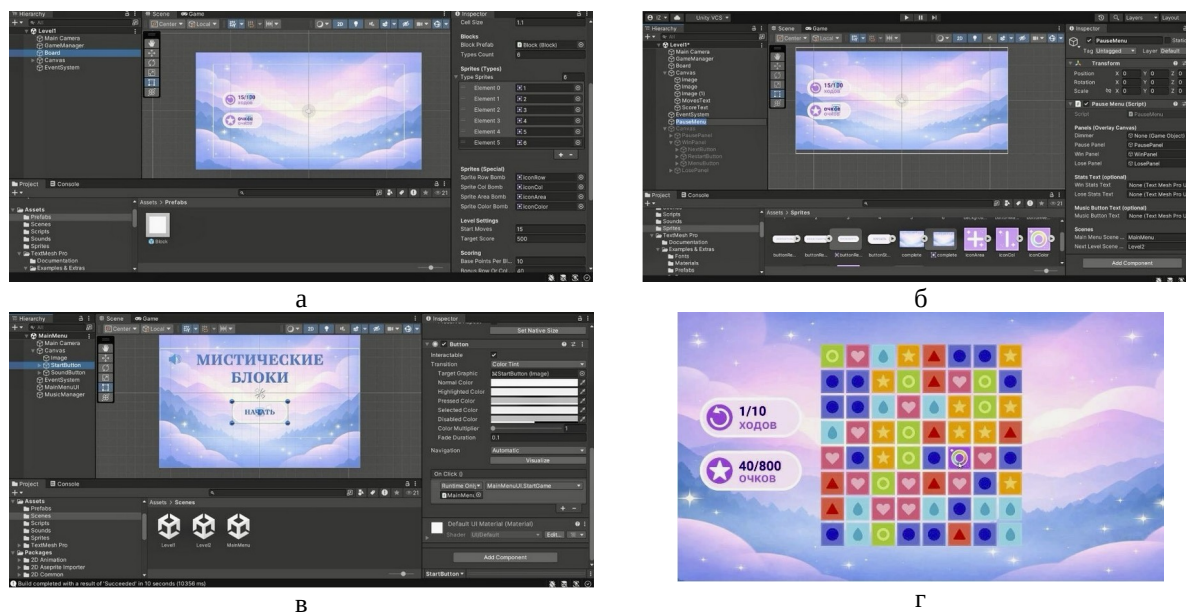


Рис. 1. Разработка функционального прототипа: а — конфигурация специальных элементов и параметров подсчета очков в инспекторе Unity; б — иерархия сцены и структура папок проекта; в — экран главного меню с заголовком и кнопкой и переключателем звука; г — игровой экран прототипа

3. Тестирование прототипа и анализ результатов

Проведено закрытое альфа-тестирование прототипа на фокус-группе из 15 человек. Для сбора данных использовались: инструменты логирования, встроенные в код, для отслеживания метрик; опросники для качественной оценки пользовательского опыта.

Рассмотрим результаты проверки гипотез.

Гипотеза №1 (Устойчивость базового цикла). Частично подтверждена. Базовый цикл получил положительные оценки, но 30% тестировщиков отметили необходимость большего разнообразия механик после 7-го уровня.

Гипотеза №2 (Стратегическая ценность магических эффектов). Полностью подтверждена. Игроки, активно использующие бустеры, показывали на 25% лучшее время прохождения и на 40% более высокий счет. 85% респондентов отметили планирование комбинаций как наиболее увлекательный аспект.

Гипотеза №3 (Эффективность минималистичного стиля). Подтверждена. Все тестировщики корректно идентифицировали все типы блоков и бустеров. Среднее время освоения первых 5 уровней — менее 3 минут. Расслабляющая фоновая музыка была отмечена как ключевой фактор, способствующий погружению и снижению стресса от ограничения ходов.

Рассмотрим выявленные проблемы и пути их решения. Баланс сложности: цель в 20000 очков оказалась адекватной, но требуется более плавная кривая сложности. Юзабилити интерфейса: кнопка паузы требует увеличения зоны клика для мобильных устройств. Обучающая кривая: необходимо улучшить введение механики ColorBomb, требующей выбора цвета.

Заключение. В статье рассмотрена разработка концепции и реализация функционального прототипа мобильной игры «Мистические блоки» в жанре 2D-головоломки. Готовый проект представлен в рамках выставки студенческих работ по геймдизайну, с которой можно ознакомиться по ссылке https://vk.ru/hspm_game_expo

Разработанный Vision-документ детально определяет ключевые параметры игры: её позиционирование как казуальной головоломки с магическим сеттингом, целевую аудиторию (мужчины и женщины от 12 лет, с фокусом на 18–45 лет), бизнес-модель Free-to-Play с гибридной монетизацией, а также минималистичный 2D-арт-стиль, сочетающий визуальную ясность с фэнтезийной эстетикой.

Уникальное торговое предложение проекта заключается в синтезе классической механики соединения блоков с атмосферным миром и стратегическим слоем, вносимым системой магических эффектов.

Основным практическим результатом работы стало создание работоспособного прототипа на движке Unity. В прототипе реализованы все ключевые механики: динамическое игровое поле 8x8, система шести типов цветных блоков, четыре вида специальных элементов-бустеров (RowBomb, ColBomb, AreaBomb, ColorBomb), интуитивное управление свайпом и тапом, система подсчета очков с каскадными множителями, полноценный пользовательский интерфейс (главное меню, игровой HUD, меню паузы, экраны результатов) и атмосферное звуковое сопровождение.

Для проверки жизнеспособности концепции сформулирована система гипотез, касающихся устойчивости игрового цикла, стратегической глубины магических механик и эффективности визуального стиля. Проведенное тестирование прототипа на фокус-группе подтвердило ключевые гипотезы и позволило собрать ценные данные для балансировки и дальнейшего развития игры.

Таким образом, создана и практически реализована комплексная, методически обоснованная игровая концепция, подкреплённая проектными документами и рабочим прототипом. Полученные результаты — Vision-документ, функциональный прототип на Unity и результаты его тестирования — формируют надёжный фундамент для последующих этапов разработки, от полировки и расширения контента до выпуска полноценного продукта, способного конкурировать на глобальном рынке мобильных головоломок.

Список литературы

1. Шелл Д. Геймдизайн. Как создать игру, в которую будут играть все. М.: Альпина Паблишер, 2019. 640 с.
2. Проверка концепта игры минимальными средствами. URL: <https://vc.ru/pixonic/42293-proverka-koncepta-igry-minimalnymi-sredstvami> (дата обращения: 31.03.2026)
3. Прототипирование в геймдеве. URL: <https://spiiin.github.io/blog/2537188794/> (дата обращения: 31.03.2026)
4. Новиков Е.В. Игровая индустрия: история, принципы и технологии. СПб.: БХВ Петербург, 2020. 240 с.

References

1. Shell D. *Geymdizayn. Kak sozdat' igru, v kotoruyu budut igrat' vse*. [Game Design: How to Create a Game Everyone Will Play]. Moscow. Alpina Publisher, 2019. 640 pp. (in Rus.)
2. *Proverka koncepta igry minimal'nymi sredstvami*. URL: <https://vc.ru/pixonic/42293-proverka-koncepta-igry-minimalnymi-sredstvami> [Checking the concept of the game with minimal means]. (date accessed: 31.03.2026)
3. *Prototipirovanie v gejmdeve*. URL: <https://spiiin.github.io/blog/2537188794/Prototyping in Game Design>. (date accessed: 31.03.2026)
4. Novikov Ye.V. *Igrovaya industriya: istoriya, printsipy i tekhnologii*. [The gaming industry: history, principles, and technologies]. St. Petersburg. BHV Petersburg, 2020. 240 pp. (in Rus.)

УДК 004.932.2

З.Д. Беляков, Е.Н. Дроздова

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна 191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

НЕЙРОСЕТИ В ГЕНЕРАЦИИ 3D-КОНТЕНТА: ВОЗМОЖНОСТИ, ПАЙПЛАЙНЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

© З.Д. Беляков, Е.Н. Дроздова, 2026

Статья посвящена анализу актуальных возможностей генеративных нейросетей в области создания трёхмерного контента. Рассматриваются ключевые технологические направления — Text-to-3D и Image-to-3D, — а также практика построения гибридных производственных пайплайнов, интегрирующих AI-инструменты с традиционными методами 3D-моделирования. Отдельное внимание уделяется подходу нейросетевого синтеза финального синематического видеоряда на основе упрощённой анимированной сцены. Анализируются преимущества, ограничения и область применимости данного подхода. Делается вывод о том, что на текущем этапе нейросети выступают акселератором производственного процесса, а не заменителем специалиста, трансформируя профессию 3D-художника в направлении режиссёрских и постановочных компетенций.

Ключевые слова: нейросети, генерация 3D-контента, Text-to-3D, Image-to-3D, производственный пайплайн, генеративный AI, синематик, нейронный рендеринг, диффузионные модели, 3D-моделирование.

Z.D. Beliakov, E.N. Drozdova

Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design 191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18

NEURAL NETWORKS IN 3D CONTENT GENERATION: CAPABILITIES, PIPELINES AND PROSPECTS

The article analyzes the current capabilities of generative neural networks in the field of three-dimensional content creation. The key technological directions — Text-to-3D and Image-to-3D — are examined, along with the practice of building hybrid production pipelines that integrate AI tools with traditional 3D modelling methods. Special attention is given to the method of neural network synthesis of final cinematic footage based on a simplified animated scene. The advantages, limitations and applicability of this approach are analyzed. The conclusion is drawn that at the current stage, neural networks act as accelerators of the production process rather than substitutes for specialists, transforming the profession of a 3D artist towards directing and staging competencies.

Keywords: neural networks, 3D content generation, Text-to-3D, Image-to-3D, production pipeline, generative AI, cinematics, neural rendering, diffusion models, 3D modelling.

Введение. Современные генеративные нейронные сети радикально меняют подход к созданию 3D-контента. Если еще несколько лет назад моделирование полностью зависело от ручной работы художника, то сегодня инструменты на основе ИИ становятся полноценной частью производственного процесса. Однако важно понимать принципиальное различие: на данном этапе ИИ служит мощным ускорителем рабочего процесса, но не полноценной заменой 3D-специалиста. В данной статье рассматриваются ключевые технологические тенденции, подходы построения гибридных процессов, ограничения существующих решений и перспективы развития в этой области [1]-[4].

1. Ключевые направления: Text-to-3D и Image-to-3D

Одним из наиболее значимых достижений последних лет стало развитие двух смежных технологических направлений — Text-to-3D и Image-to-3D, — принципиально изменивших условия входа в 3D-производство.

Технология Text-to-3D реализует преобразование текстового описания в полноценную трёхмерную геометрию с текстурами посредством последовательного применения нескольких нейросетевых компонентов. На первом этапе языковая модель кодирует промпт в числовые эмбединги, фиксируя семантику формы, материалов и стиля. На основе полученного представления диффузионная модель итеративно уточняет 3D-структуру — как правило, точечное облако (point cloud) или предварительную сетку полигонов, — применяя conditioned diffusion под контролем текстового сигнала. Завершающий этап

включает текстурирование с использованием PBR-материалов, оптимизацию топологии (remeshing) и экспорт в стандартные форматы (OBJ, GLB). Ключевую роль в обеспечении соответствия генерируемой геометрии текстовому описанию играют трансформеры с механизмом cross-attention, обученные на крупных датасетах 3D-объектов, таких как Objaverse. Среди коммерческих реализаций направления наиболее высокую детализацию демонстрируют сервисы Meshy и Tripo AI.

Технология Image-to-3D обеспечивает реконструкцию трёхмерной геометрии из одного двумерного изображения — фотографии или концепт-арта. Нейросеть (обычно CNN или Vision Transformer) извлекает из входного изображения визуальные признаки — контуры, текстуры, перспективные искажения — и формирует карту глубины (depth map), служащую основой для последующей генерации. Трёхмерная структура восстанавливается как mesh или point cloud через диффузионный процесс; для повышения точности нередко используется multi-view генерация, позволяющая синтезировать изображения объекта с нескольких ракурсов. На финальном этапе применяются текстурирование на основе оригинального изображения, оптимизация полигональной сетки и экспорт в форматах OBJ, GLB или USDZ. В отличие от Text-to-3D, конкретное изображение обеспечивает детерминированную геометрию, снижая вариативность результата; типичное время генерации составляет от 10 до 60 секунд. Технологическую основу современных Image-to-3D-систем составляют подходы Zero-1-to-3, InstantMesh и Gaussian Splatting.

2. Гибридный ИИ-пайплайн для создания 3D-сцен

На практике генерация 3D-контента редко осуществляется за один шаг. Наиболее продвинутый подход — это гибридный пайплайн, в котором инструменты ИИ органично дополняют традиционные способы моделирования, а не заменяют их. Типичная последовательность шагов в таком пайплайне описана ниже.

Работа начинается с концептуальной идеи и быстрого эскиза — простого рисунка от руки, который отражает композицию, пропорции и ключевые элементы сцены. На этом этапе создается художественная основа для всего последующего производственного процесса.

На основе эскиза формулируется подробный текстовый запрос. Нейронная сеть генерирует окончательное 2D-изображение-образец, учитывая стиль, освещение, материалы и атмосферу сцены. Полученное изображение служит визуальным стандартом для всех последующих этапов.

Следующий этап — создание групп объектов на нейтральном фоне: элементы окружения, архитектурные детали и декоративные объекты. Эти 2D-элементы формируют основу для последующей генерации 3D-моделей и позволяют редактировать сцену на уровне компонентов.

Персонажи и центральные элементы сцены разрабатываются отдельно. Такой изолированный подход позволяет добиться более высокого уровня детализации и стилистической согласованности без потери контроля над отдельными объектами.

На основе подготовленных 2D-данных создаются приблизительные 3D-модели с использованием методов преобразования изображений в 3D или специализированных генеративных систем. На этом этапе искусственный интеллект берет на себя большую часть технически сложной работы.

Сгенерированные модели импортируются в профессиональные 3D-редакторы – Blender, Autodesk Maya, ZBrush – где выполняется ряд операций по доработке:

- оптимизация топологии сетки;
- удаление геометрических артефактов;
- UV-развертка и подготовка текстурных карт;
- детализация и подготовка к экспорту.

Именно на этом этапе наглядно демонстрируется, что искусственный интеллект в этой модели выступает в роли ускорителя производства, а не конечного исполнителя: ручная доработка специалистами остается необходимым условием для получения высококачественного результата.

3. Нейросетевая генерация синематика на основе анимированной сцены

Особого внимания заслуживает метод нейросетевой генерации синематика на основе анимированной сцены. Он использует нейронные сети не для создания готовой к использованию в играх модели, а для синтеза завершенной кинематографической видеопоследовательности на основе упрощенной анимированной 3D-сцены. Этот метод принципиально отличается от классического пайплайна и фокусируется исключительно на производстве линейного контента: киноматериалов, рекламных роликов, трейлеров и презентационных видео.

3.1. Концепция метода

Этот метод основан на создании базовой 3D-сцены, включающей упрощенную геометрию (низкополигональные или прокси-модели), правильно построенную композицию, настроенные камеры, анимацию объектов и ключевые кадры. На этом этапе отсутствуют финальные текстуры, сложные шейдеры и детальное освещение. Цель состоит в том, чтобы запечатлеть пространственную структуру, временную динамику и драматизм сцены.

Полученная анимированная последовательность (рисунок 1) подается в систему нейронных сетей, которая интерпретирует форму, движение и глубину сцены и синтезирует на их основе фотореалистичные или стилизованные видеокadres.

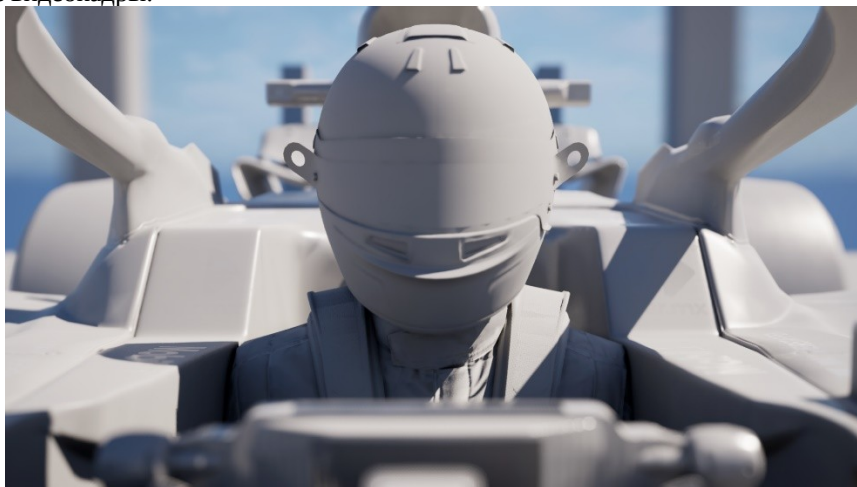


Рис. 1. 3D-сцена до нейросетевой обработки

Такие решения используют методы генерации диффузии, нейронного рендеринга и преобразования видео, которые активно разрабатываются такими компаниями, как Runway и OpenAI.

3.2. Технологическая логика процесса

Процесс разделен на три последовательных этапа. На первом этапе в 3D-редакторе создается прокси-сцена с базовой геометрией и анимацией. Особое внимание уделяется синхронизации, ритму монтажа, траекториям движения и работе камеры — то есть, скорее режиссерским, чем техническим параметрам.

На втором этапе сцена визуализируется как плоская последовательность кадров со вспомогательными сервисными слоями: картой глубины (проход глубины), нормальными поверхностями (проход нормалей) и векторами движения. Эти данные предоставляют нейронной сети структурную информацию о сцене, необходимую для правильной интерпретации пространства.

На третьем этапе нейронная сеть синтезирует окончательную видеопоследовательность и последовательно выполняет следующие операции:

- Финализация материалов и текстур на основе геометрии прокси-сцены;
- Интерпретация освещения в соответствии с пространственной логикой сцены;
- Добавление микродеталей и атмосферных эффектов;
- Стилизация и последующая обработка в соответствии с заданным художественным направлением.

В результате получается полностью отрисованное кинематографическое изображение визуально сравнимое с традиционным рендерингом, но созданное значительно быстрее и с гораздо меньшим количеством ручной настройки шейдеров и освещения (рисунок 2).

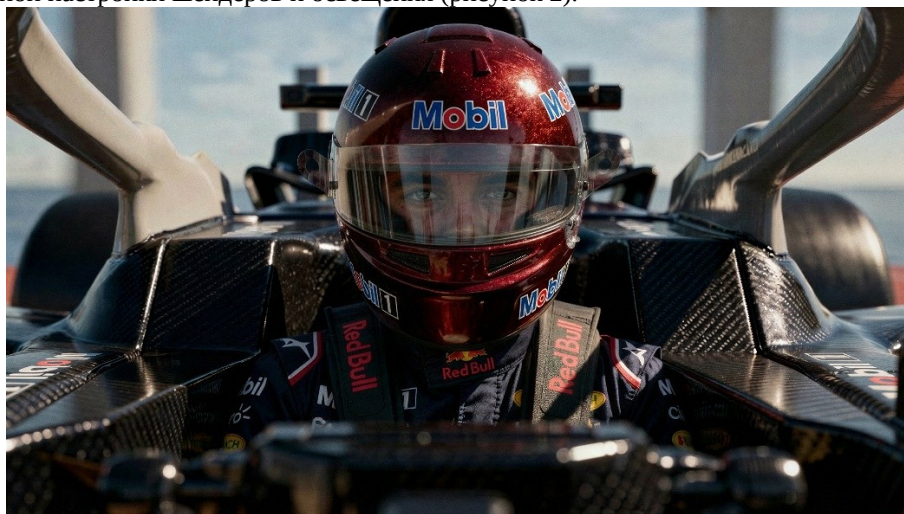


Рис. 2. 3D-сцена после нейросетевой обработки

3.3. Преимущества метода

Скорость производства. Исключается этап детальной текстурной и шейдерной проработки — нейросеть принимает на себя значительный объём визуального обогащения сцены.

Гибкость стилизации. Один и тот же анимационный материал может быть интерпретирован в различных художественных стилях без необходимости переработки геометрии.

Снижение вычислительной нагрузки. Отпадает необходимость в длительном физически корректном рендеринге с трассировкой лучей.

Фокус на режиссуре. Художник концентрируется на композиции, драматургии и движении, делегируя финальную визуальную отделку алгоритму.

3.4. Ограничения и область применимости

Фундаментальным ограничением метода является невозможность использования его результатов в интерактивных проектах. Нейронная сеть генерирует финальную видеопоследовательность — двухмерную последовательность кадров, — но не полноценную 3D-модель с правильной топологией, UV-развёрткой, риггингом и оптимизированной сеткой. Поэтому метод применим исключительно для линейного контента: киноматериалов, трейлеров, рекламных роликов и концепт-арта. В контексте разработки игр его использование ограничено созданием кат-сцен и маркетинговых материалов, но не игровых элементов.

3.5. Методологическое значение

Описанный метод отражает фундаментальный сдвиг в роли 3D-художника: от технического интерпретатора к режиссёру и художнику-постановщику. Геометрия становится основой для интерпретации нейронными сетями, а окончательный визуальный стиль формируется алгоритмической генерацией. Таким образом, этот метод не заменяет классическое 3D-производство, а создаёт независимую парадигму для создания визуального контента — гибридную модель, в которой 3D-анимация служит структурной основой для синтеза изображений нейронными сетями.

Перспективы развития технологии связаны прежде всего с повышением временной согласованности кадров (temporal coherence), более точным управлением стилем и расширением набора управляющих сигналов: масок, семантических слоёв, карт глубины. Всё это позволяет рассматривать метод как одно из наиболее перспективных направлений в области генеративного визуального производства, ориентированного на синематический формат.

4. Ограничения современных нейросетей

Несмотря на впечатляющий прогресс последних лет, говорить о полностью автоматизированном производстве game-ready-моделей пока не приходится. Для создания полноценного игрового ассета по-прежнему требуется выполнить ряд операций, недоступных для стабильной автоматизации:

- ретопология с формированием оптимизированной полигональной сетки;
- UV-развёртка и подготовка корректной текстурной карты;
- создание рига и настройка скелетной анимации;
- проверка корректности деформаций;
- оптимизация модели под требования целевого игрового движка.

Современные нейросети пока не способны стабильно и качественно выполнять ретопологию или строить корректную UV-развёртку в автоматическом режиме. Эти этапы неизменно требуют ручной доработки и профессиональных компетенций 3D-художника. Вместе с тем тенденция очевидна: темпы развития генеративных технологий свидетельствуют о том, что частичная автоматизация указанных процессов — вопрос ближайшего времени.

Заключение

Искусственный интеллект уже значительно ускоряет этапы концептуального искусства, прототипирования и базового моделирования. Он позволяет быстрее переходить от концепции к форме, сокращает время, затрачиваемое на поиск визуального решения, и значительно упрощает создание черновых моделей. Однако окончательная подготовка высококачественного 3D-контента по-прежнему требует участия специалиста: нейронные сети выступают в качестве инструмента, который дополняет, а не заменяет художника.

В этом отношении ключевой вопрос сегодня заключается не в том, вытеснят ли нейронные сети 3D-художников, а в том, насколько эффективно специалисты смогут интегрировать генеративные инструменты в свой рабочий процесс. Профессия трансформируется, а не исчезает: умение использовать инструменты искусственного интеллекта становится таким же профессиональным требованием, как и владение традиционным 3D-редактором.

Список литературы

1. Nordine Benkeltoum, AI Combines, Humans Socialise: A SECI-based Experience Report on Business Simulation Games 2025. URL: <https://arxiv.org/pdf/2602.20633> (дата обращения: 10.03.2026)

2. *Yang Song*, Score-Based Generative Modeling through Stochastic Differential Equations 2020. URL: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2020arXiv201113456S/abstract> (дата обращения: 11.03.2026)
3. *Ben Poole*, DreamFusion: Text-to-3D using 2D Diffusion 2022. URL: <https://arxiv.org/abs/2209.14988> (дата обращения: 11.03.2026)
4. *Chen-Hsuan Lin*, Magic3D: High-Resolution Text-to-3D Content Creation 2022. URL: <https://arxiv.org/abs/2211.10440> (дата обращения: 11.03.2026)

References

1. *Nordine Benkeltoum*, AI Combines, Humans Socialise: A SECI-based Experience Report on Business Simulation Games 2025. URL: <https://arxiv.org/pdf/2602.20633> (date accessed: 10.03.2026)
2. *Yang Song*, Score-Based Generative Modeling through Stochastic Differential Equations 2020. URL: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2020arXiv201113456S/abstract> (date accessed: 11.03.2026)
3. *Ben Poole*, DreamFusion: Text-to-3D using 2D Diffusion 2022. URL: <https://arxiv.org/abs/2209.14988> (date accessed: 11.03.2026)
4. *Chen-Hsuan Lin*, Magic3D: High-Resolution Text-to-3D Content Creation 2022. URL: <https://arxiv.org/abs/2211.10440> (date accessed: 11.03.2026)

УДК 655.535.7

М.С. ВасильеваСанкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18**ВЕРСТКА УКАЗАТЕЛЯ ТЕРМИНОВ В ИЗДАНИЯХ НАУЧНОЙ ФАНТАСТИКИ**

© М.С. Васильева, 2025

Целью статьи является разработка общей концепции указателя терминов, применимой к изданиям научно-фантастической литературы. В статье рассмотрены проблемы включения указателей в издания жанра, связанные с его особенностями. Дан обзор видов указателей и общие правила верстки указателей, а также частные случаи, относящиеся к жанру научной фантастики.

Ключевые слова: научная фантастика, указатель, научно-фантастическая литература

M. S. VasilyevaSaint-Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, Saint-Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18**LAYOUT OF THE INDEX OF TERMS IN SCIENCE FICTION LITERATURE**

The purpose of the article is to develop a general concept of the index of terms applicable to publications of science fiction literature. The article discusses the problems of including indexes in publications of the genre, related to its features. This article provides an overview of the types of indexes and general rules for indexing, as well as specific cases related to the science fiction genre.

Keywords: science fiction, index, science fiction literature

Научная фантастика как разновидность художественной литературы обладает большой популярностью. Однако как термин она не имеет устоявшейся дефиниции и четкой, «академической» жанровой классификации. Определение жанра представляет собой отдельный, сложный вопрос фантастиковедения также называемый «проблемой дефиниции». В данной работе будет принято определение, данное Е. В. Ковтун: термин «научная фантастика» идентичен понятию «рациональная фантастика», обозначающему «разновидность прозаического повествования, в котором описывается ситуация, невозможная в известной нам реальности, но гипотетически вероятная, связанная с теми или иными открытиями в науке и технике» [1, с 79].

В силу многоликости научной фантастики и существования разных подходов к ее пониманию есть более десятка разнородных классификаций видов научной фантастики. Однако ключевой чертой, объединяющей их все, является разработка фантастических условностей, в которых и происходит действие. Для их обозначения в тексте возникают неологизмы и причудливые формулировки, требующие объяснения для читателя, например в виде подстрочных примечаний или указателя.

Указатель, именуемый также «вспомогательным указателем», определяется как упорядоченный (по алфавиту или какому-либо другому признаку) перечень личных имен, предметов, географических названий, событий, публикаций, цитат, аббревиатур, символов, формул и других информационных объектов с указанием их местонахождения на страницах издания [2].

Терминологически необходимо различать термины «указатель», «словарь», и «гlossарий», так как издатели часто применяют их в качестве синонимов, что не является верным подходом. Glossарий, в отличие от указателя, есть только «собрание глосс, предшественник словаря» [3]. Словарь также следует отделять от указателя; под ним понимается «справочное издание в форме упорядоченного перечня заглавных слов – названий объектов справки – и относящихся к ним справочных сведений» [3]. Таким образом, в работе будет рассмотрен указатель как элемент, относящийся к справочно-поисковому аппарату книги и следующий за основным текстом.

Традиционно указатели являются обязательными элементами всех научных и справочных изданий. Обязательно их наличие и в библиографических указателях, а также реферативных журналах [4]. Реже встречаются указатели в изданиях художественной литературы по ряду объективных причин: ориентация текста на массового читателя, его невысокая сложность в сравнении с текстом научным, достаточность для читателя подстрочных примечаний и комментариев. В изданиях научной фантастики - подвиде художественной литературы - вспомогательные указатели также нечастое явление.

Наличие указателя в изданиях научной фантастики – весьма острый дискуссионный вопрос. Некоторые авторы, а вслед за ними и издатели считают, что недопустимо так упрощать понимание художественного текста: «Вся фантастика — это метафора – говорил автор цикла "Архипелаг Грёз" Кристофер Прист в интервью журналу "Interzone". — Всё это нереально. Вот почему в научно-фантастических романах не должно быть словарей выдуманных слов, а фэнтези не должно издаваться с картой, показывающей, где находится Кровавое Болото. Читателям, кажется, хочется всего этого, но писателям следует сопротивляться искушению. Неизбежно следует отупление. Как только вы попытаетесь сделать буквальным то, что метафорично, метафора умрёт. Если вы не можете написать роман без глоссария или карты, то вы халтурите.» [5, С. 109].

Существует и прямо противоположное мнение авторов научной фантастики, которые считают указатель необходимой частью своих произведений. Например, Давид Луис Эйдельман в своём дебютном романе «Инфошок» приводит указатель в качестве приложения. Таким образом автор настаивает на необходимости дополнительно разъяснить читателю особенности устройства мира произведения. Той же позиции придерживается и российский фантаст Сергей Лукьяненко, включивший указатель терминов в сопроводительный аппарат своего романа «Седьмой» 2025 года издания. Наибольшую сложность представляет выявление подлежащих включению в указатель понятий из текста: в силу ограниченного объема книги приходится довольствоваться только необходимым минимумом

С целью исследования читательских предпочтений в области научно-фантастической литературы, а также выявления наиболее важных для читателей особенностей визуального оформления книг этого жанра в марте 2025 года автором данной статьи был проведен опрос «Предпочтения читателей научной фантастики». Его результаты показали, что указатели в изданиях научной фантастики все же являются значимым элементом. В этом опросе участвовало 65 респондентов, при этом около 30% опрошенных отметили, что включение в издание научной фантастики вспомогательных указателей, поясняющих географические, технические особенности созданного автором мира, а также разъясняющих некоторые термины и авторские неологизмы, сделает чтение произведений более комфортным и обеспечит более полное погружение в сюжет и созданный мир (см. рис. 1).

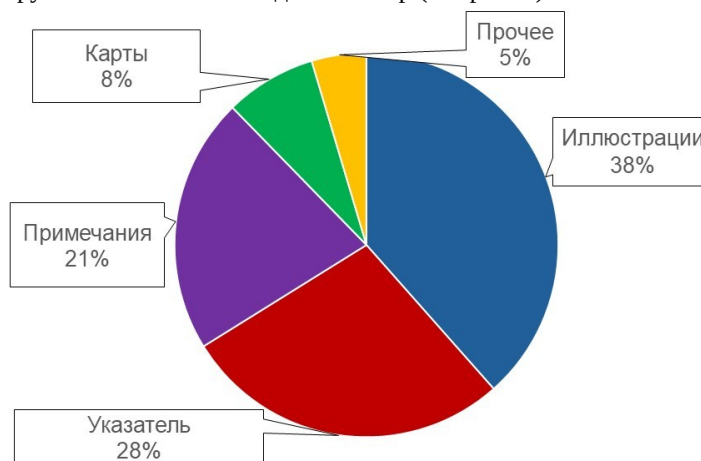


Рис.1. Распределение мнений читателей при ответе на вопрос «Что бы Вы добавили для более комфортного чтения в издания научной фантастики?»

Таким образом, вопрос о включении указателей в издания научной фантастики весьма актуален. В указатели имеет смысл помещать ключевые термины и понятия, либо объясняющие работу придуманных условностей, либо поясняющие реальные, но малоизвестные научные законы и явления. Также указатель может быть подобием словаря, разъясняя значение слов созданного автором языка.

В случаях, когда фантасты возражают против указателя в своих произведениях, либо просто не задумываются о нём, компромиссом может являться небольшой указатель, не нарушающий замысла автора, но помогающий читателю.

Прежде чем перейти к рассмотрению концепции указателя, применимой к научно-фантастической литературе, необходимо проанализировать виды указателей, рассмотреть общие правила их вёрстки, и выбрать наиболее подходящий вид и форму указателя для жанра научной фантастики.

Указатели можно классифицировать по объекту поиска, по виду оформления и по числу рубрик. По объекту поиска основными видами указателей являются терминологические; предметные; географические; хронологические; заглавий; именные; комбинированные. По виду оформления указатели могут быть аннотированные (в них приводятся краткие сведения об упоминаемом предмете); «глухие»

(только ссылка на соответствующую страницу издания). Указатель может содержать все или только некоторые рубрики, т. е. быть единым или раздельным (именным, предметным и т. д.) [6].

Выбор вида указателя в издании должен быть обусловлен прежде всего потребностями читателя и особенностями текста. «Выбирать вид указателя по объекту поиска (предметный, именной, названий) надо не по тому, какой из них проще составить, а по тому, какой из них больше отвечает особенностям книги, способам ее чтения и использования» [7]. С точки зрения автора данной статьи, издания научной фантастики в силу насыщенности терминами и понятиями логично было бы снабжать терминологическими указателями аннотированного характера, для ориентации читателя в придуманном автором мире и разъяснения собственно значений некоторых слов. Однако, сугубо терминологический указатель может оказаться слишком ограниченным, так как не охватит всего масштаба научно-фантастического мира, поэтому наиболее удобным будет комбинированный по виду поиска указатель, включающий помимо терминов географические названия и имена. По виду оформления указатель может быть аннотированным, то есть содержать краткие сведения об упоминаемом предмете для удобства пользования, вместо «глухого», который только запутает читателя обилием ссылок.

В зависимости от вида указателя различается и их визуальное решение, а значит и вёрстка обретает свои особенности. В научной фантастике особенности верстки указателей обусловлены не столько литературным жанром, сколько концепцией издания.

Как правило указатели размещаются в самом конце издания, за ними можно поместить лишь оглавление и выходные данные. При расширении издания указателем необходимо выделять его в отдельный раздел содержания и четко разграничивать от основного текста для удобства читателей. Довольно часто в одной книге встречаются несколько указателей разного вида (терминологические, хронологические и проч.). В таких случаях их порядок определяется издателем, и наиболее используемые из указателей следует располагать ближе к концу книги, так как это облегчает их нахождение. Непосредственно верстка указателей должна быть выполнена так, чтобы каждый последующий из них начинался с новой полосы, желательно нечетной. [6, 7]

Указатели подчиняются общим правилам единообразия вёрстки, относимым ко всему изданию [8]. Так, основной текст каждой части издания должен быть набран одинаковым шрифтом; недопустимо изменять кегль на разных страницах книги (кроме случаев, когда изменением гарнитуры или кегля создаются выделения); высота полос текста должна быть одинаковой.

К указателю в издании научной фантастики – комбинированному, аннотированному – могут быть применены следующие принципы:

- размещать указатель следует за текстом, близко к концевой полосе для удобства использования;
- выделять указатель в отдельный раздел содержания и четко разграничивать от основного текста;
- начинать указатель с новой нечетной полосы;
- снабдить указатель заголовком –шапкой большего кегля и жирного выделения;
- расположить термины в алфавитном порядке;
- снабдить указатель колонтитулом для быстрого его нахождения;
- использовать для набора указателя сниженный кегль;
- рекомендуется выделить термины каким –либо образом, например, курсивным начертанием;
- при наличии пояснительных иллюстраций расположить их вверху правой полосы, для возможности отсылки на весь разворот.

Для иллюстрации вышеприведенных принципов был выполнен макет первого и последующего разворотов указателя романа Ф. Герберта «Дюна» 2022 года от издательства АСТ в серии «Мастера фантазии» [9]. Рассматриваемое издание выполнено так, что в одну книгу включены сразу три из шести романов цикла. Согласно издательской концепции, книга имеет формат 60 x 90 1/16, что соответствует ГОСТу [10]. Основной текст набран гарнитурой Garamond, а все прочие элементы – заголовки и колонцифры – гарнитурой Arial, причем заголовки даны жирным начертанием и увеличенным кеглем. В тексте также есть выделения посредством курсивного начертания

Цикл Ф. Герберта «Дюна» отличается чрезвычайно проработанным миром, с массой авторских терминов, важных для понимания контекста книги. Интерес к данному произведению обусловлен также тем, что по нему снято два фильма – режиссеров Д. Линча (1984 г.) и Д. Вильнёва (2021 г.), и создано более 10 компьютерных игр. В силу этого почти все издания «Дюны» сопровождаются указателем, что не противоречит авторскому замыслу. Однако в описанном выше издании указатель не применим для практического использования и неудачен с точки зрения вёрстки. Расположение указателя крайне неудобно и не позволяет читателю обнаружить его по мере чтения; нет информации о нём и в оглавлении. И кроме того, он не имеет достаточно ясного заголовка, и по мнению автора статьи указатель не отвечает общей концепции издания – выделение терминов выполнено заглавными буквами, каждый термин дан с

отступом от края. Недостатком всего издания является отсутствие колонтитулов, их необходимость обусловлена включением в книгу не одного, а нескольких произведений.

Предлагаемый нами макет указателя выполнен на примере перечня терминов из романа Ф. Герберта «Дюна» и сохраняет концептуальные особенности издания, также дополняет их в контексте верстки, при этом сохранен формат издания.

Указатель начинается с нечётной полосы, и снабжён заголовком-шапкой полужирного начертания. Этот заголовок также следует разместить и в содержании для быстрого нахождения указателя. Далее через пробельную строку следует сам текст указателя. (рис. 2).

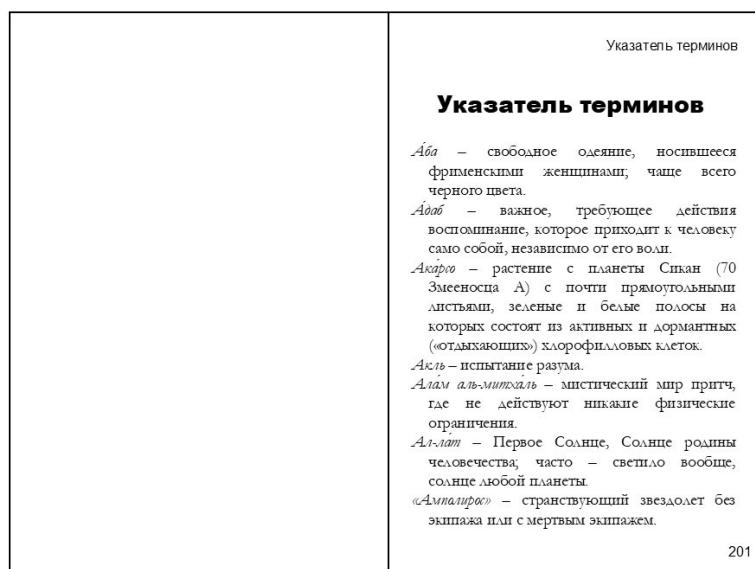


Рис. 2 – Макет разворота указателя, раздел начинается с нечетной полосы

Согласно общей концепции издания романа в макете применен шрифт Garamond для основного текста. В оригинальном издании колонтитулы отсутствуют, однако они совершенно необходимы для ориентации читателя в многочастной структуре издания. Колонтитулы и колонцифры приведены меньшим кеглем и шрифтом Arial – как в издании. В нижнем колонтитуле в край присутствуют колонцифры, как и во всем издании, верхний колонтитул четной страницы содержит имя автора и название первого романа из цикла, а нечетной страницы – наименование раздела: «Указатель терминов». Такие шрифтовые выделения позволяют необходимо разграничить основные и вспомогательные элементы (рис. 2-3). Сами термины выделены курсивом и заверстаны в край с выступом.

Иллюстрации представляют собой вариативный элемент указателя, который остается на усмотрение редактора и может отсутствовать вовсе. Однако, в силу образного, художественного характера текста, сочетающегося с научными элементами, иллюстративные схемы и пояснения могут быть совершенно необходимы. На развороте вверху нечетной полосы заверстана иллюстрация с подписью (рис. 3). Подпись к иллюстрации дана шрифтом Garamond и набрана разрядкой.

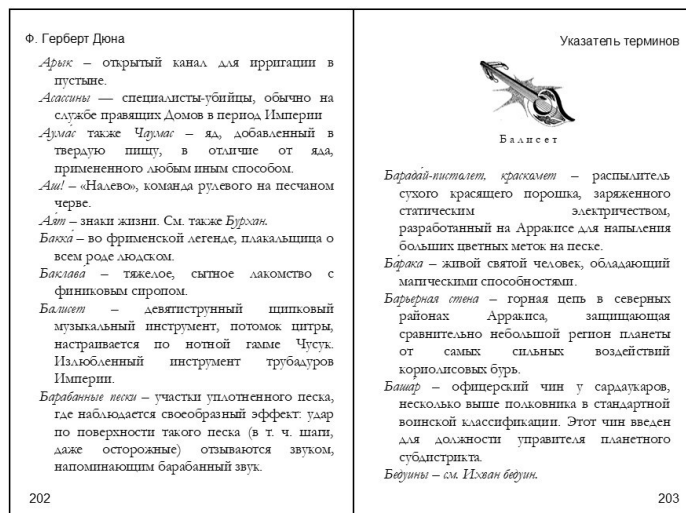


Рис. 3 – Макет разворота указателя

Любой указатель должен быть выполнен в соответствии с общей концепцией книги, представляя собой гармоничное продолжение основного текста, вместе с тем ясно разграниченное от него. Наполнение указателя может быть разнообразным, включая не только терминологический аппарат, но и возможные иллюстративные схемы для большей образности. При оформлении указателя стоит помнить о его связи с основным текстом и замыслом автора, для наиболее точного их выражения.

Предложенный вариант указателя, на наш взгляд более органично вписывается в концепцию издания, и отвечает общему духу книги, а также читательским потребностям. Он отличается от сверстанного издателем в первую очередь более четким выделением каждого термина, а также наличием дополнительных элементов – иллюстраций, колонтитулов. Причем последний на наш взгляд является совершенно необходимым для данного издания.

В заключение отметим, что верстка указателя в произведениях научной фантастики отличается некоторой упрощенностью, так как не требует ссылок на текст произведения. И вместе с этим она должна гармонично соотноситься с общим художественно–техническим решением книги, отвечать её тематическому оформлению, иначе говоря – продумываться индивидуально для каждого отдельного произведения, лишь с опорой на приведенные выше общие правила верстки указателей.

Научный руководитель: доцент кафедры Информационных и управляющих систем, доцент, кандидат физико-математических наук
Жихарева А.А.

Список литературы

1. Ковтун Е. Н. Художественный вымысел в литературе XX века. – Москва : Высшая школа, 2008. – 405 с.
2. ГОСТ 7.78–99 СИБИД Издания. Вспомогательные указатели. – Москва, 2000.
3. Мильчин А. Э. Издательский словарь-справочник. – 2003. – URL: <https://find-info.ru/doc/dictionary/publishing/index.htm> (дата обращения: 20.11.2025).
4. A–Z Print : Справочная книга редактора и корректора. – Издательство книг PRESS-BOOK.RU. – URL: <https://az-print.press-book.ru/FAQ/HelpBook/h028.shtml> (дата обращения: 08.11.2025).
5. Владимирский В. А. Картографы рая и ада: фантасты: их судьбы и миры: [статьи, эссе]. – Москва : Издательство АСТ : Редакция Елены Шубиной, 2025. – 350 с.
6. Правила верстки указателей. – https://www.aov.ru/verstka_ukazatelej.html (дата обращения: 20.11.2025).
7. Мильчин, А. Э. Культура издания, или как не надо и как надо делать книги. – Москва : Логос, 2002. – 222 с.
8. Дубина Н. Художественное оформление книжного издания: Краткие рекомендации для начинающих. – URL: <https://compuart.ru/article/24909> (дата обращения: 20.11.2025).
9. Герберт Ф. Дюна. Москва: Изд-во АСТ, 2020. – 1037 с.
10. ГОСТ 5773–90 Издания книжные и журнальные. Форматы. – Москва, 1991.

References

1. Kovtun E.N. Khudozhestvennyi vymysel v literature XX veka [Artistic fiction in 20th century literature]. Moscow: Vysshaya shkola, 2008. 405 p. (in Rus.).

2. GOST 7.78–99 SIBID Izdaniya. Vspomogatel'nye ukazateli [Publications. Auxiliary indexes]. Moscow, 2000. (in Rus.).
3. Milchin A.E. Izdatel'skii slovar'-spravochnik [Publishing dictionary-reference book]. 2003. URL: <https://find-info.ru/doc/dictionary/publishing/index.htm> (date accessed: 20.11.2025). (in Rus.).
4. A–Z Print: Spravochnaya kniga redaktora i korrekтора [Reference book for editors and proofreaders]. PRESS-BOOK.RU. URL: <https://az-print.press-book.ru/FAQ/HelpBook/h028.shtml> (date accessed: 08.11.2025). (in Rus.).
5. Vladimirsky V.A. Kartografy raya i ada: fantasy: ikh sud'by i miry [Cartographers of heaven and hell: science fiction authors: their destinies and worlds]. Moscow: Izdatel'stvo AST: Redaktsiya Eleny Shubinoy, 2025. 350 p. (in Rus.).
6. Pravila verstki ukazatelei [Guidelines for typesetting indexes]. URL: https://www.aov.ru/verstka_ukazatelej.html (date accessed: 20.11.2025). (in Rus.).
7. Milchin A.E. Kul'tura izdaniya, ili Kak ne nado i kak nado delat' knigi [The culture of publishing, or How not to make and how to make books]. Moscow: Logos, 2002. 222 p. (in Rus.).
8. Dubina N. Khudozhestvennoe oformlenie knizhnogo izdaniya: Kratkie rekomendatsii dlya nachinayushchikh [Artistic design of a book publication: brief recommendations for beginners]. URL: <https://compuart.ru/article/24909> (date accessed: 20.11.2025). (in Rus.).
9. Herbert F. Dyuna [Dune]. Moscow: AST, 2020. 1037 p. (in Rus.).
10. GOST 5773–90 Izdaniya knizhnye i zhurnal'nye. Formaty [Book and magazine publications. Formats]. Moscow, 1991. (in Rus.).

УДК 51-76

Н.С. Гевоянц, Н.А Яцеленко, А.Ю. ТрясцынСанкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18**ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ И БИМЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМАХ**

© Н.С. Гевоянц, Н.А Яцеленко, А.Ю. Трясцын, 2026

Современное здравоохранение все шире использует математическое моделирование для анализа биологических процессов, оценки риска заболеваний и оптимизации лечебных вмешательств. Модели позволяют описывать сложные системы, в которых множество факторов взаимодействуют нелинейно, а результаты воздействия нередко проявляются с временной задержкой. В статье рассматриваются основные направления применения математических моделей в медицине и биомедицинских системах: прогнозирование сердечно-сосудистого риска, моделирование онкологических процессов, фармакокинетико-фармакодинамические подходы, исследование клеточных механизмов заболеваний и описание распространения инфекций. Показано, что моделирование повышает точность прогноза, помогает персонализировать терапию и способствует разработке более эффективных профилактических и лечебных стратегий.

Ключевые слова: математическое моделирование, здравоохранение, биомедицинские системы, сердечно-сосудистые заболевания, онкология, PK/PD-модели, SIR-модель, прогнозирование риска.

N.S. Gevoyants, N.A. Yatselenko, A. Yu. TriastsynSaint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, Saint Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18**APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELS IN HEALTHCARE AND BIOMEDICAL**

Modern healthcare is increasingly using mathematical modeling to analyze biological processes, assess disease risk, and optimize medical interventions. Models allow us to describe complex systems where many factors interact nonlinearly, and the effects of interventions often manifest themselves with a time delay. This article discusses the main applications of mathematical models in medicine and biomedical systems, including predicting cardiovascular risk, modeling cancer processes, pharmacokinetic-pharmacodynamic approaches, studying cellular mechanisms of diseases, and describing the spread of infections. It has been shown that modeling improves the accuracy of the forecast, helps to personalize therapy, and contributes to the development of more effective preventive and therapeutic strategies.

Keywords: mathematical modeling, healthcare, biomedical systems, cardiovascular diseases, oncology, PK/PD-model

Современные достижения в области биомедицины формируются на границе нескольких научных направлений — медицины, биологии, химии, физики и инженерных дисциплин. Основной задачей таких разработок является создание инновационных способов профилактики, диагностики и терапии, нацеленных на поддержание здоровья людей. Реализация подобных решений приводит к возникновению медицинских приборов нового поколения, усовершенствованию лечебных методик и росту результативности функционирования системы здравоохранения.

В последние десятилетия цифровизация здравоохранения приобрела масштабный характер, благодаря чему математическое моделирование перестало быть лишь вспомогательным средством и превратилось в фундамент для клинического принятия решений. Интеграция вычислительных алгоритмов с биомедицинской информацией даёт возможность конструировать цифровых двойников пациента — виртуальные аналоги биологических объектов, позволяющие безопасно опробовать разнообразные варианты лечения. [6] Подобная методология открывает значительные перспективы для прецизионной медицины, где лечебная тактика подбирается персонально на основе математически рассчитанного прогноза реакции на терапевтическое воздействие.

Имитационное моделирование медицинских процессов сегодня повсеместно задействуется для изучения сложных биологических систем, предсказания развития болезней и определения эффективности различных терапевтических подходов. Область применения этих методов включает исследование путей распространения

инфекций, создание лекарственных препаратов, обучение медицинских работников и повышение эффективности деятельности лечебно-профилактических учреждений.

Современные методы моделирования достаточно разнообразны, от традиционных статистических регрессионных моделей и байесовских сетей до систем дифференциальных уравнений высокой размерности и агент-ориентированных имитаций. Выбор подходящего типа модели определяется спецификой решаемой задачи и имеющимися исходными данными. Эпидемиологические модели строятся на популяционных показателях, фармакокинетические — на индивидуальных особенностях обмена веществ, а модели, описывающие рост опухолей, включают в себя параметры молекулярного и клеточного уровней.

Показатели публикационной активности наглядно демонстрируют важность рассматриваемого подхода. Например, количество работ, посвящённых моделированию злокачественных новообразований, возросло более чем в 500 раз с 1963 года (рис. 1). Данная тенденция отражает не просто усиление научного интереса, но и признание математического моделирования полноценным методом исследования в онкологии. Резкий рост числа публикаций, наблюдаемый с начала 2000-х годов, обусловлен появлением доступных вычислительных мощностей, успехами системной биологии и накоплением значительных объёмов геномной и клинической информации, что позволило перейти от моделей описательного типа к прогностическим конструкциям, способным предсказывать индивидуальную реакцию на терапию [8].

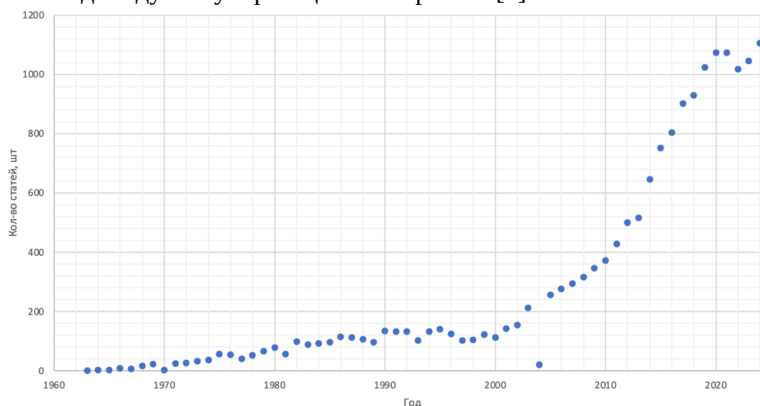


Рис. 1. Динамика роста количества научных статей по теме «Математическое моделирование раковой опухоли»

Наибольшую актуальность применение моделей приобретает при изучении патологий (болезней сердца и сосудов, онкологических, инфекционных заболеваний, а также метаболических расстройств). Использование математических и биологических моделей даёт возможность углубить представления о механизмах развития болезней и выработать более эффективные подходы к их профилактике и лечению.

В отношении неинфекционных заболеваний центральной задачей становится стратификация риска. Математические конструкции позволяют идентифицировать группы пациентов, которые извлекут максимальную выгоду из интенсивных профилактических мероприятий, и одновременно избежать необоснованного назначения терапии тем лицам, у которых вероятность осложнений минимальна. Такая стратегия согласуется с принципами доказательной медицины и способствует рациональному расходованию ресурсов здравоохранения.[2]

Оценка сердечно-сосудистого риска

Одним из приоритетных направлений внедрения моделирования выступает расчёт вероятности возникновения сердечно-сосудистых осложнений. В научной практике широко задействуются специализированные шкалы риска, дающие возможность проанализировать вклад различных факторов: возраста, уровня артериального давления, содержания холестерина, курения.

Наибольшее распространение получили шкала SCORE (Systematic Coronary Risk Evaluation) и Фрамингемская шкала риска (Framingham Risk Score). Оба инструмента позволяют определить 10-летнюю вероятность летального (для SCORE) или совокупного (для FRS) сердечно-сосудистого события.

Наиболее распространены шкала SCORE (Systematic Coronary Risk Evaluation) (2), и Framingham Risk Score (FRS) (1). Обе модели вычисляют 10-летнюю вероятность фатального (SCORE) или суммарного (FRS) кардиоваскулярного события.

$$P = 1 - S_0^{\exp(L - \mu)} \quad (1)$$

где L – линейный предиктор = $\beta_1 \cdot \ln(\text{возраст}) + \beta_2 \cdot \ln(\text{ОХС}) + \beta_3 \cdot \ln(\text{ЛПВП}) + \beta_4 \cdot \ln(\text{САД}) + \beta_5 \cdot \text{курение} + \beta_6 \cdot \text{СД}$; S_0 – базовая выживаемость за 10 лет = 0.90015 (муж.) / 0.96246 (жен.); μ – среднее значение L в референсной популяции

$P < 0,10$ — низкий риск; $0,10 - 0,20$ — умеренный; $> 0,20$ — высокий. При снижении систолического АД на 10 мм рт. ст. относительный риск уменьшается на 20–25%

$$h(x) = h(x_0) \cdot \exp(-\beta \cdot (x - x_0)) \quad (2)$$

где $h_0(t)$ – базовая функция риска (калибрована по когорте 12 европейских стран), $x_1 \dots x_n$ – внешние факторы влияния (возраст, пол, курение, САД, ОХС).

Несмотря на широкое применение, модели SCORE и Framingham обладают рядом недостатков. Они построены на данных, полученных в европейских и американских популяциях, что может снижать их прогностическую ценность при использовании в иных этнических группах. Помимо этого, данные модели учитывают только традиционные факторы риска, игнорируя такие важные параметры, как физическая активность, психоэмоциональное напряжение или генетические особенности.

Результаты вычислительных экспериментов свидетельствуют, что снижение систолического артериального давления у больных артериальной гипертензией сопровождается уменьшением риска сердечно-сосудистых заболеваний и смертности. Использование более сложных моделей с расширенным набором параметров даёт возможность получать более точные прогнозы и оценивать влияние различных профилактических мероприятий на здоровье населения.

Моделирование онкологических процессов

Другим важным направлением использования математического моделирования является оптимизация лечения злокачественных новообразований. В работе [6] предложена концепция построения адаптивных систем управления терапией, в которой опухолевый процесс рассматривается как управляемая система с обратной связью. На основании клинических данных адаптивные алгоритмы могут корректировать параметры лечения — выбор противоопухолевых препаратов и их дозировки. Такой подход даёт возможность учитывать индивидуальные особенности роста новообразования и повышать эффективность лечения.

В онкологии математические модели классифицируются на несколько типов в зависимости от масштаба описания. Модели макроскопического уровня описывают изменение объёма опухоли под действием химио- или лучевой терапии с использованием феноменологических уравнений (логистический рост, модель Гомпертца). Модели микроскопического уровня учитывают взаимодействие опухолевых клеток с иммунной системой и микроокружением, что особенно значимо при разработке иммунотерапевтических препаратов [8]. Модели молекулярного уровня фокусируются на сигнальных путях и генетических мутациях, позволяя предсказывать развитие резистентности к таргетной терапии. Объединение этих подходов в рамках мультимасштабных моделей представляет собой наиболее перспективное направление для персонализации онкологического лечения.

Моделирование распространения инфекций

Отдельной областью применения является вычислительное моделирование динамики инфекционных заболеваний. С помощью математических конструкций можно анализировать влияние плотности населения, социально-экономических условий и факторов окружающей среды на скорость распространения инфекции. Такие модели позволяют выявлять закономерности эпидемического процесса и оценивать эффективность профилактических мероприятий.

Динамика распространения инфекционных заболеваний описывается системами обыкновенных дифференциальных уравнений. Базовая модель SIR, разделяет популяцию на три группы: восприимчивые (S), инфицированные (I), выздоровевшие (R). [7] Компарментальные модели являются основой для прогнозирования развития эпидемий и оценки эффективности различных стратегий противодействия. (3)

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = \frac{-\beta SI}{N} \\ \frac{dI}{dt} = \frac{\beta SI}{N} - \gamma I \\ \frac{dR}{dt} = \frac{\beta SI}{N} - \gamma I \end{cases} \quad (3)$$

где β - скорость передачи инфекции (контактная ставка \times вероятность заражения); γ - скорость выздоровления = $1/D$, где D – средняя продолжительность болезни; $R_0 = \beta/\gamma$ - базовое репродуктивное число: $R_0 > 1 \rightarrow$ эпидемия; $R_0 < 1 \rightarrow$ затухание.

При моделировании инфекционных заболеваний важна не только скорость распространения инфекции, но и структура контактов внутри популяции. Реальное общество неоднородно: люди различаются по возрасту, профессиональной деятельности, мобильности, уровню вакцинации и частоте контактов. Поэтому более сложные эпидемиологические модели включают возрастные группы, сезонные факторы, эффект ограничительных мер и изменение поведенческих паттернов населения.

Цифровые двойники и перспективы развития

Перспективным направлением является разработка мультимасштабных моделей, объединяющих различные уровни организации биологических систем в единую вычислительную архитектуру, что позволит оценивать не только локальные эффекты терапии, но и системные последствия вмешательств для здоровья

Таким образом, расширение области применения математических моделей в здравоохранении связано не только с ростом вычислительных мощностей, но и с повышением требований к качеству прогнозов, клинической интерпретации и практической реализуемости. В будущем именно такие модели смогут объединять индивидуальные особенности пациента, данные длительного наблюдения и результаты популяционных исследований, обеспечивая более обоснованные решения в профилактике, диагностике и лечении заболеваний.

Вместе с тем широкое внедрение моделей в здравоохранение требует осторожности. Для клинического использования необходимо, чтобы модель была понятной врачу, воспроизводимой, проверенной на разных популяциях и безопасной с точки зрения возможных ошибок. Кроме того, следует учитывать этические вопросы: защиту персональных данных, прозрачность алгоритмов, ответственность за решение и недопущение дискриминации пациентов из-за особенностей выборки. Поэтому наиболее жизнеспособными оказываются не самые сложные модели, а те, которые одновременно точны, интерпретируемы и встроены в реальные рабочие процессы медицинской организации.

Отдельного внимания заслуживает сочетание математического моделирования и методов искусственного интеллекта. Если классические модели хорошо описывают структуру процесса, то алгоритмы машинного обучения могут выявлять скрытые закономерности в больших массивах медицинских данных. На практике наиболее перспективен гибридный подход: физико-математическая модель задаёт биологически обоснованные ограничения, а алгоритм обучения уточняет параметры по данным пациента. Такое объединение повышает интерпретируемость результатов и снижает риск получения формально точного, но биологически бессмысленного прогноза.

Для оценки качества модели недостаточно одного показателя точности. В медицинских задачах имеют значение чувствительность, специфичность, прогностическая ценность положительного и отрицательного результата, площадь под ROC-кривой, калибровка и устойчивость модели к изменению входных параметров. Например, модель, которая хорошо различает группы риска, но систематически завышает вероятность осложнений, может приводить к избыточному назначению терапии. Напротив, недостаточно чувствительная модель пропускает пациентов, которым требуется раннее вмешательство. Следовательно, при практическом использовании необходимо учитывать не только математическую корректность, но и клинические последствия ошибок.

Одним из главных требований к таким моделям является качество исходной информации. Медицинские данные часто бывают неполными: в них встречаются пропуски, разнородные единицы измерения, ошибки кодирования и смещение выборки, связанное с особенностями конкретной клиники или региона. Если эти проблемы не устранены на этапе подготовки данных, модель может показывать хорошую точность на обучающей выборке, но давать ненадёжные прогнозы в реальной практике. Поэтому важнейшими этапами становятся предварительная очистка данных, проверка репрезентативности, разделение выборок на обучающую, валидационную и тестовую, а также внешняя проверка на независимых когортах пациентов.

Ключевая практическая ценность математических моделей заключается не только в описании уже известных закономерностей, но и в способности проверять управленческие решения до их внедрения в клиническую практику. В здравоохранении это особенно важно, поскольку ошибка в прогнозе может означать не только финансовые потери, но и ухудшение состояния пациента. Поэтому современные модели следует рассматривать как инструмент поддержки принятия решений, а не как замену врачу. Их результат становится наиболее полезным тогда, когда он интерпретируется в контексте анамнеза, лабораторных данных, визуализации и клинической картины.

Моделирование является важным инструментом современной медицины и биомедицинских технологий. Оно позволяет исследовать сложные биологические процессы, прогнозировать развитие заболеваний и разрабатывать новые методы лечения. Применение моделей способствует более точному анализу факторов риска, персонализации терапии и повышению эффективности профилактических мер. Перспективным направлением является разработка мультимасштабных моделей, объединяющих все четыре уровня в единую вычислительную архитектуру, что позволит оценивать не только локальные эффекты терапии, но и системные последствия вмешательств для здоровья популяции.

Научный руководитель: ассистент Трясцын А.Ю.
Scientific supervisor: Assistant Tryastyn A.Yu.

Список литературы

1. Душин С.Е., Шпаковская И.И., Графина О.А. Математическое моделирование управляемого роста опухоли // Современная наука и инновации. — 2022. — № 2. — С. 16–27.
2. Кабанихин С.И., Криворотько О.И., Неверов А.В. Дифференциальные модели эпидемий и сценарии ограничительных мер // Журнал вычислительной математики и математической физики. — 2025. — Т.

3. Карякина О.Е., Добродеева Л.К., Мартынова Н.А., Красильников С.В., Карякина Т.И. Применение математических моделей в клинической практике // Экология человека. — 2012. — № 7. — С. 55–61.
4. Мишина А.В., Колясников М.А., и др. Сравнительный анализ математических моделей для прогнозирования динамики опухолевого процесса при немелкоклеточном раке лёгкого // CPT: Pharmacometrics and Systems Pharmacology. — 2025. — Т. 14, № 3. — С. 412–425.
5. Морозова Т.А., Гельмиярова В.Н., Горшунова Т.А., Манаенкова Т.А., Корнеев А.Д. Математическое моделирование динамики эпидемий и распространения заболеваний с использованием модели SIR // Московский экономический журнал. — 2024. — Т. 9, № 9. — С. 45–66.
6. Трясцын А.Ю., Ремизова О.А. Стратегия управления лечением рака с использованием адаптивных алгоритмов // Математические методы в технологиях и технике. — 2025. — № 12-5. — С. 27–31.
7. Anderson A.R.A., Chaplain M.A.J. Continuous and discrete mathematical models of tumor-induced angiogenesis // Bulletin of Mathematical Biology. — 1998. — Vol. 60, No. 5. — P. 857–899.
8. Kermack W.O., McKendrick A.G. A contribution to the mathematical theory of epidemics // Proceedings of the Royal Society A. — 1927. — Vol. 115, No. 772. — P. 700–721.
9. Mager D.E., Jusko W.J. General pharmacokinetic-pharmacodynamic modeling of receptor-mediated disposition // Journal of Pharmacokinetics and Pharmacodynamics. — 2001. — Vol. 28, No. 6. — P. 507–532.
10. Yin A., Moes D., van Hasselt J., Swen J., Guchelaar H. A review of mathematical models for tumor dynamics and treatment resistance evolution of solid tumors // CPT: Pharmacometrics & Systems Pharmacology. — 2019. — Vol. 8, No. 10. — P. 720–737.

References

1. Dushin S.E., Shpakovskaya I.I., Grafina O.A. Matematicheskoe modelirovanie upravlyаемого rosta opuholi [Mathematical modeling of controlled tumor growth]. Sovremennaya nauka i innovacii [Modern science and innovation]. 2022. No 2. 16–27 pp. (in Rus.).
2. Kabanikhin S.I., Krivorotko O.I., Neverov A.V. Differencialnye modeli epidemij i scenarii ogranichitelnyh mer [Differential models of epidemics and restrictive measures scenarios]. Zhurnal vychislitelnoj matematiki i matematicheskoy fiziki [Journal of Computational Mathematics and Mathematical Physics]. 2025. Vol. 65, No 6. 946–960 pp. (in Rus.).
3. Karyakina O.E., Dobrodeeva L.K., Martynova N.A., Krasilnikov S.V., Karyakina T.I. Primenenie matematicheskikh modelej v klinicheskoy praktike [Application of mathematical models in clinical practice]. Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. 2012. No 7. 55–61 pp. (in Rus.).
4. Mishina A.V., Kolyasnikov M.A., et al. Sravnitelnyj analiz matematicheskikh modelej dlya prognozirovaniya dinamiki opuholevogo processa pri nemelkokletochnom rake legkogo [Comparative analysis of mathematical models for predicting tumor dynamics in non-small cell lung cancer]. CPT: Pharmacometrics and Systems Pharmacology. 2025. Vol. 14, No 3. 412–425 pp.
5. Morozova T.A., Gelmiyarova V.N., Gorshunova T.A., Manaenkova T.A., Korneev A.D. Matematicheskoe modelirovanie dinamiki epidemij i rasprostraneniya zabolevanij s ispolzovaniem modeli SIR [Mathematical modeling of epidemic dynamics and disease spread using the SIR model]. Moskovskij ekonomicheskij zhurnal [Moscow Economic Journal]. 2024. Vol. 9, No 9. 45–66 pp. (in Rus.).
6. Tryascyn A.Yu., Remizova O.A. Strategiya upravleniya lecheniem raka s ispolzovaniem adaptivnyh algoritmov [Cancer treatment control strategy using adaptive algorithms]. Matematicheskie metody v tekhnologiyah i tekhnike [Mathematical methods in technology and engineering]. 2025. No 12-5. 27–31 pp. (in Rus.).
7. Anderson A.R.A., Chaplain M.A.J. Continuous and discrete mathematical models of tumor-induced angiogenesis. Bulletin of Mathematical Biology. 1998. Vol. 60, No 5. 857–899 pp.
8. Kermack W.O., McKendrick A.G. A contribution to the mathematical theory of epidemics. Proceedings of the Royal Society A. 1927. Vol. 115, No 772. 700–721 pp.
9. Mager D.E., Jusko W.J. General pharmacokinetic-pharmacodynamic modeling of receptor-mediated disposition. Journal of Pharmacokinetics and Pharmacodynamics. 2001. Vol. 28, No 6. 507–532 pp.
10. Yin A., Moes D., van Hasselt J., Swen J., Guchelaar H. A review of mathematical models for tumor dynamics and treatment resistance evolution of solid tumors. CPT: Pharmacometrics & Systems Pharmacology. 2019. Vol. 8, No 10. 720–737 pp.

УДК 004.92

С.О. Данилова, Е.Н. Дроздова

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ПОСТНУАРНОЙ РОЛЕВОЙ ДЕТЕКТИВНОЙ 2D-ИГРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРОССПЛАТФОРМЕННОЙ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ UNITY

© С.О. Данилова, Е.Н. Дроздова, 2026

В статье рассматривается разработка прототипа постнуарной ролевой детективной 2D-игры с использованием программной среды Unity. Разбирается общая концепция, стилистика и игровой цикл. Обсуждаются художественные материалы игры. Рассматривается реализация костных и покадровых анимаций окружения и героев. Ищутся игровые механики (в пределах прототипа).

Ключевые слова: прототипирование, видеоигра, Unity, геймплей, проверка гипотез

S. O. Danilova, E. N. Drozdova

Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18

DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE OF A POST-NOIRE ROLE-PLAYING DETECTIVE 2D GAME USING THE CROSS-PLATFORM SOFTWARE ENVIRONMENT UNITY

This article examines the development of a prototype for a post-noir 2D detective role-playing game using the Unity software environment. The overall concept, style, and gameplay loop are explored. The game's artistic assets are discussed. The implementation of skeletal and frame-by-frame animations for the environment and characters is explored. Game mechanics (within the prototype) are examined.

Keywords: prototyping, video game, Unity, gameplay, hypothesis testing

Введение. Технический прогресс и новые технологии внесли огромный вклад во многие сферы жизни человека: экономическую, социальную, духовную (улучшение и модернизация школ, университетов, театров, музеев, библиотек и т.д.) и политическую. Вместе с тем рос и спрос на применение данных наработок в сегменте развлечений, его расширению. Таким образом, своеобразной точкой зарождения компьютерных игр можно считать дату выпуска Ниматрона (от англ. «Nimatron») в 1940 году. Прибор представлял собой цифровое устройство, состоящее из семи ламп в каждом из четырех столбцов. Взаимодействие происходило между игроком и самим компьютером, где участники должны были выключать одну или несколько ламп. Победителем становился тот, кто выключал последнюю лампу. Ниматрон стал первой вычислительной машиной, чье предназначение заключалось именно в игре с пользователем, что вдохновило многих на создание собственных автоматов, а в будущем — компьютеров.

После Nimatron в историю вошли и другие проекты: Tennis for Two, где осциллограф стал теннисным кортом, а игрокам требовалось использовать пульта с колесиком, чтобы перебрасывать мяч через сетку (хоть ни игроки, ни ракетки не изображались); Turochamp, представлявший собой шахматную программу, анализирующую оптимальные ходы и следовавший сформированному на основании партий алгоритму; Spacewar, позволявший окунуться в мир космоса и межзвездных баталий; Namurabi, реализованная текстовая стратегия, задумка которой заключалась в управлении различными ресурсами и взаимодействии с другими царствами; и многие другие.

Видеоигры стали частью проведения досуга и с последующими годами их доступность только росла, каждая уважающая себя студия или инди-разработчик стремились создать инновационный продукт, не похожий на остальные. Такая «цифровая гонка» заполонила рынок игр, часть которых вошла в историю, получив статус классики жанра, а для кого-то моментом их юности, вызывающим чувство ностальгии и радости.

Немалое влияние было оказано и на сценарное повествование в разрабатываемых проектах. Если с 40-е по 80-е года видеоигры представляли собой больше набор механик с более упрощенным сюжетом из серии «спасти принцессу в башне», «победить всех монстров в подземелье» или «набрать как можно больше очков среди лидеров таблиц», то в 90-е года к вопросу геймплея и эмоционального опыта, ощущений игрока подошли более комплексно, особенно это ощущалось с момента появления и применения первой трехмерной графики.

Новые технологии позволяли создавать менее абстрактное окружение, добавлять больше деталей к объектам и персонажам, придавая им характерные черты, перетекающие в полноценный сценический образ. Механики стали не только способом взаимодействия, но и связующим звеном, рассказывающим истории, инструментом для экспозиции. Отличным примером является первая часть Half-Life 1998 года, где разработчики приняли решение не разделять игру на геймплейные и сюжетные сегменты, а слить их воедино. При запуске игрок видит начальную сцену поездки на поезде до лабораторного комплекса, находящегося глубоко под землей, вся анимация занимает не больше пяти минут, но сразу погружает в атмосферу чего-то загадочного, серьезного и пропитанного одиночеством, кроме того, во время кат-сцены предоставлялась полная по мере условий повествования свобода: персонаж мог перемещаться по вагону, рассматривать происходящее с желаемых ему мест и окон. Так, чередуя «роль участника» и «наблюдателя», студии открыли для себя новый способ общения с аудиторией и распространению личных взглядов на актуальные вопросы, сделав видеоигры не просто «игрушкой», а интерактивным кино, формирующем чувство вовлеченности и сопричастности к происходящим действиям, делая игровой опыт более личным, значимым и незабываемым.

В данной статье рассматривается разработка прототипа постнуарной ролевой детективной 2D-игры, ключевая игровая механика которой заключается в том, что игрок перемещается по локациям высокотехнологичного города: улице, магазинам, комнатам, собственной квартире и лаборатории. В процессе исследования, раскрытия дела и взаимодействия с окружением (NPC/предметами), игрок узнает о тяжелом прошлом героя, проецирует на себя его эмоциональное состояние и взгляды на жизненные выборы и существование. Основная цель — выполнить все задания и спасти дочь главного героя (но концовок несколько). Далее рассмотрим основные этапы работы над проектом [1]-[4].

1. Выбор стилистики и визуальных решений

Можно согласиться с тем, что выбор жанра очень влияет на визуальную составляющую проекта. Остановившись на постнуарном детективе, было принято решение отталкиваться от черно-белой палитры: она не только является выразительным инструментом (рисунок 1), позволяющим делать акценты на нужных художнику элементах, но и в какой-то мере упрощает производство, потому что общее количество возможных цветов уменьшается в разы.



Рис. 1. Иллюстрация в стиле нуар от Валентина Демченко

Выбрав схожий визуальный стиль, игрок должен почувствовать атмосферу мистики, загадочных тайн и расследований, а отсутствие выраженных черт лица главного героя позволит усилить эффект проецирования: пользователь будет чаще представлять себя персонажем или давать ему те черты, которые он считает более притягательным, как в тех же книжных произведениях: читатель сам формирует себе образ, который является «наиболее подходящим».

2. Создание иллюстраций

В качестве программы для отрисовки иллюстраций был выбран графический редактор ClipStudio Paint Pro. Данное ПО владеет не только большим спектром функций, но и поддерживает расширение Adobe Photoshop, что позволяет работать в нескольких средах одновременно без потери какого-либо качества.

Используя кисть карандашного типа, лассо, заливку и аэрограф, был создан первый набросок главного героя. Его образ отражает чувство отчужденности и печали, смотря на него, игрок сразу понимает, что это не обычный работник в супермаркете или фанат приключений, а личность, которая прошла через трудности и утрату (рисунок 2, а).

Далее для будущей работы с персонажем была сделана полноценная развертка: такой метод позволяет художнику изобразить все детали героя под разными углами (рисунок 2, б). Реализовав анимацию, был получен эффект полноценного кругового «поворота».

После этого был реализован набросок окружения. Место представляет собой длинную улицу с небольшими развилками, дом детектива является аварийным — он уже немного перекошен, первый этаж испорчен граффити, а окна забиты досками, хотя второй этаж подает надежды на наличие жизни. Складывается впечатление, что здание должны были уже давным-давно снести и построить очередную современную высотку, но что-то или кто-то этому помешал (рисунок 2, в).

Развивая локацию с улицей, был добавлен первый NPC, с которым в будущем будет происходить первый опыт взаимодействия – Рассел (рисунок 2, г). Мужчина под 40 лет, работающим кочующим с точки на точку продавцом газет и журналов. От него веет «старой закалкой», этот человек готов идти на уступки только на выгодных ему условиях, он знает себе цену, и эта жилка влияет уже не только на бизнес, но и личную жизнь.

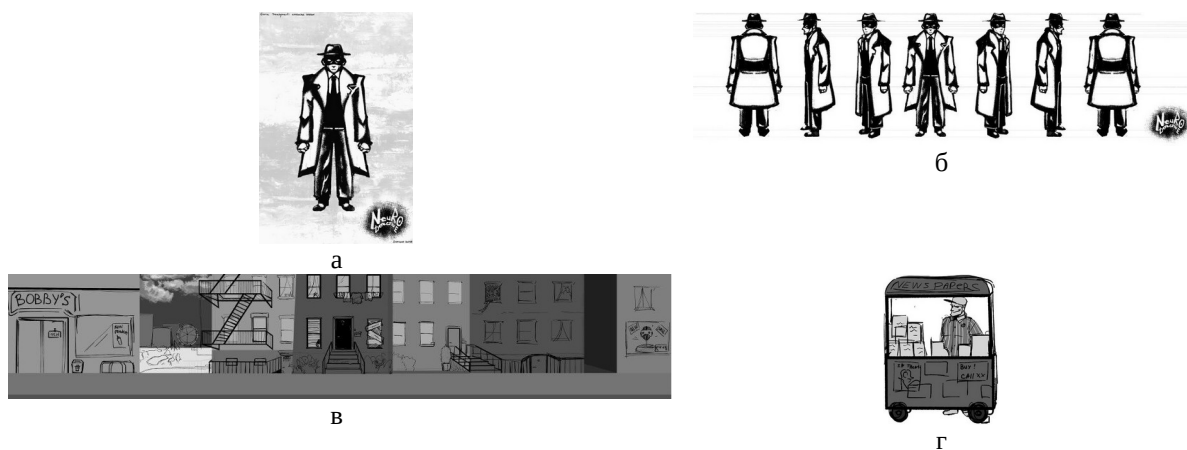


Рис. 2. Создание иллюстраций: а — иллюстрация главного героя; б — развертка главного героя; в — набросок основной локации игры; г — персонаж Рассел

Не менее важным является сцена «Меню», куда попадает игрок при запуске игры. Задний фон, как и кнопки, были отрисованы отдельно друг от друга. В качестве изображения города была использована картинка из интернета схожей тематики (так как доработав локацию улицы, будет понятно, что из себя будет представлять весь город) с добавлением эффекта дождя. Итоговый набросок можно увидеть на рисунке 3, а.

В качестве последнего наброска был реализован рисунок распределения очков у героя (так как игра является ролевой). Данная сцена еще является в разработке и более вероятно потерпит некоторые изменения и корректировки, что можно увидеть на рисунке 3, б.



Рис. 3. Создание меню: а — главное меню; б — меню распределения очков характеристик, набросок

Сформировав некоторую материально-иллюстративную основу, можно приступить к анимации объектов и их расстановке.

3. Анимация главного героя

Для анимации главного героя была выбрана программа Moho Animation Software, хоть и Unity тоже владеет схожим инструментарием, данное ПО показалось довольно интересным и полезным для изучения, так как его функции применяют и для создания полноценных мультфильмов.

За основу был взят набросок детектива, после чего тот был разделен на четыре части: тело, левую и правую ногу, а также руку (рисунок 4, а). Это черновая анимация, поэтому разделение элементов не была такой большой, но даже с таким количеством можно сделать движение героя.

Далее файл был экспортирован в расширении Adobe Photoshop и открыт в Moho соответственно. Переместив каждый из элементов в собственную папку, мы конвертируем ее в кости с помощью функции «Convert To Bone», благодаря этому будут построен скелет, который будет двигаться и деформироваться в зависимости от желаемой нам позы персонажа, что можно увидеть на рисунке 4, б.

Последним шагом осталось просто задать ключевые кадры, для этого выбирается нужный номер кадра и изменяется положение костей нужного нам объекта. Кроме того, особенностью Moho Animation Software является возможность применения и покадровой анимации, что позволяет больше экспериментировать в своих проектах.

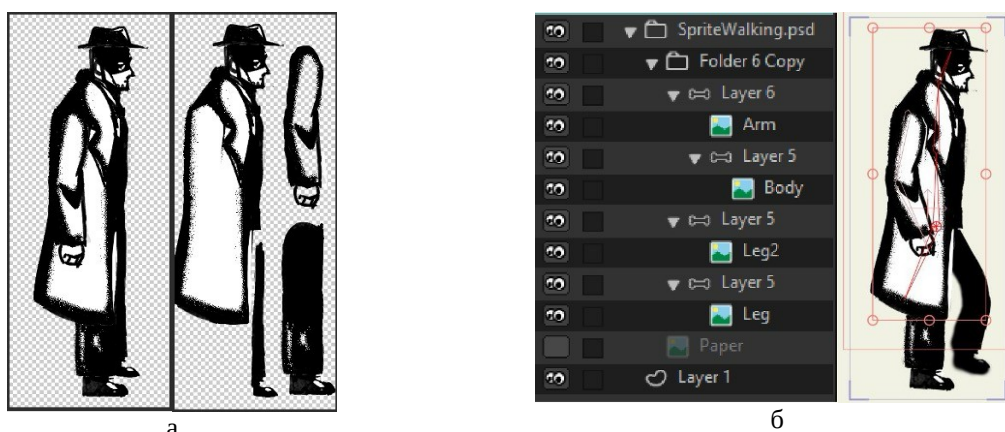


Рис. 4. Анимация главного героя: а — пример наброска и его обрезки; б — заданные кости элементам героя

В конечном итоге мы получили полноценную, хоть и черновую, анимацию ходьбы детектива, но даже так можно увидеть удобство и легкость в использовании костной анимации: имея лишь один набросок и инструмент лассо. Позже эта анимация была экспортирована покадрово, формируя совокупность из n-го числа спрайтов.

4. Сборка и написание скриптов

Прототип будет включать в себя две основные сцены: панель меню с кнопками и основную локацию: городскую улицу.

Для каждого из расположенных объектов была сформирована своя система иерархии слоев. Такой метод создает иллюзию многослойности и объема.

Качественной расстановке элементов на сценах поспособствовала система папок: каждая из них имела свое название и наполнение, благодаря чему возникало намного меньше трудностей при назначении спрайтов или корректировок свойств объектов (рисунок 5, а).

Интересной частью являлось создание перемещение по локации: почему бы не перемещать героя, а сам спрайт улицы, создавая иллюзию движения? Основываясь на этом, был создан скрипт «PlayerController», описывающий данную концепцию (рисунок 5, б). Кроме того, при движении спрайт отражался в зависимости от стороны, в которую идет игрок.

Отдельно были созданы связи в Animator: Idle анимация появлялась только тогда, когда персонаж не начинает свое движение (детектив смотрит в камеру), а Running включалась уже при нажатии кнопок A/D или стрелок влево-вправо (рисунок 5, в).

Рассматривая же панель меню, то там было реализовано переключение между сценами при нажатии кнопки «Начать», ориентируясь по индексам, а не названию. Также была добавлена функция выхода при нажатии соответствующей кнопки (рисунок 5, г).



а

```

void update()
{
    float horizontalInput = Input.GetAxis("Horizontal");

    bool isMoving = Input.GetKey(KeyCode.A) || Input.GetKey(KeyCode.D) ||
        Input.GetKey(KeyCode.LeftArrow) || Input.GetKey(KeyCode.RightArrow);

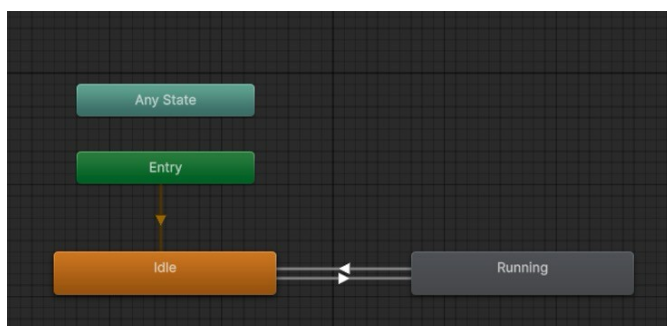
    if (playerAnimator != null)
        playerAnimator.SetBool("isRunning", isMoving);

    if (isMoving && playerSprite != null)
    {
        if (Input.GetKey(KeyCode.D) || Input.GetKey(KeyCode.RightArrow))
            playerSprite.flipX = false;
        else if (Input.GetKey(KeyCode.A) || Input.GetKey(KeyCode.LeftArrow))
            playerSprite.flipX = true;
    }

    float offsetFromCenter = transform.position.x - centerPosition.x;

    if (Mathf.Abs(offsetFromCenter) < freedomDistance)
    {
        Vector2 movement = new Vector2(horizontalInput * moveSpeed, rb.linearVelocity.y);
        rb.linearVelocity = movement;
        isScrolling = false;
    }
    else
    {
        if (offsetFromCenter > freedomDistance && horizontalInput > 0)
        {
            rb.linearVelocity = new Vector2(0, rb.linearVelocity.y);
            rb.linearVelocity = new Vector2(moveSpeed, rb.linearVelocity.y);
            isScrolling = true;
            updateCenterPosition();
        }
        else if (offsetFromCenter < -freedomDistance && horizontalInput < 0)
        {
            rb.linearVelocity = new Vector2(0, rb.linearVelocity.y);
            rb.linearVelocity = new Vector2(-moveSpeed, rb.linearVelocity.y);
            isScrolling = true;
            updateCenterPosition();
        }
    }
}
    
```

б



в

```

void OnClick()
{
    PlayerPrefs.SetInt("SoundVolume", 0);
}

void OnClick()
{
    PlayerPrefs.SetInt("SubtitleVolume", 0);
}

void OnClick()
{
    PlayerPrefs.SetInt("ExitGame", 1);
}
    
```

г

Рис. 5. Сборка и написание скриптов: а — сцена основной локации; б — часть кода в скрипте «PlayerController»; в — связи движения персонажа; г — часть кода панели меню

Проверив все связи и материалы, в конечном итоге получается следующий сценарий: игрок запускает игру и переходит на панель меню, в опциях он может настроить звук/субтитры (в разработке), выйти или все-таки запустить проект. Далее он просматривает кат-сцену (в разработке) и уже переходит на ночную локацию улицы, где может перемещаться по ней общаться с активными на тот момент NPC.

5. Тестирование и проверка гипотез

В процессе прототипирования и формирования визуального стиля, были сформированы гипотезы, направленные на проверку выбранных аспектов игры. Их проверка была реализована посредством проведения опроса среди тестировщиков в количестве 5 человек. Каждому из них была дана возможность оценить каждую из категорий от 0 до 10 баллов. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1. Оценка игры фокус-группой

Пол, возраст	Выбор цветовой палитры	Оформление интерфейса (наброски)	Дизайн персонажей (в особенности главного героя)
Ж, 28	8	6	8
М, 21	10	7	9
М, 22	9	7	10
М, 21	7	6	8
Ж, 21	8	7	9

Гипотеза №1. Описание: применение черно-белой палитры и акцентирование на определенных элементах (например, атрибутах персонажей) оказывает влияние на эмоциональное восприятие окружения игроком, формирует определенное настроение прохождения проекта. Проверка: показать тестировщикам визуальные наброски и иллюстрации игры, выслушать их оценку воспринимаемых изображений, какое настроение и ассоциации оно создает. На основе результатов произвести корректировки или переосмысление элементов концепции. По мнению участников опроса, выбор применения именно черно-белой палитры способствует эмоциональному влиянию на игрока, формированию определенных настроений (печали и мистики). Средний балл оценки равный 8,4 усл. ед.

подтверждают, что визуальный прием подобран корректно и выполняет свою роль на основе личного видения проекта.

Гипотеза №2. Описание: интерфейс должен быть в меру минималистичным или скрыт настолько, чтобы создавать эффект иммерсивности, словно игрок находится рядом и смотрит на происходящее со стороны. Проверка: наблюдать за перемещением игроков и выслушать их ощущения от выбранного размещения камеры, размера локации (не ограниченной размерами экрана). В закрытом обсуждении был рассмотрен будущий интерфейс игры. Общая оценка в 6,6 баллов показывает, что данному аспекту разработки должно быть уделено больше внимания и он еще не является готовым для полноценного усовершенствования и добавления в прототип.

Гипотеза №3. Описание: дизайн персонажа должен отражать внутренние настроения героя (печаль, усталость, отчужденность), но и вместе с тем быть универсальным для восприятия, дабы игрок мог сам развивать его образ, добавляя те черты, которые невозможно рассмотреть за черно-белой завесой. Проверка: составить несколько набросков и на основе консультаций с игроками выбрать наиболее подходящий для развития образ героя. Составить список эмоций и чувств, которые детектив вызывает при взаимодействии и игре. Дизайн персонажей, как и окружения, очень важен и влияет на то, захочет ли игрок проходить игру дальше и углубляться в созданный виртуальный мир проекта. Опираясь на средние 8,8 баллов, можно с уверенностью сказать, что путь реализации был выбран правильно и тестировщиков заинтересовал образ детектива с легким веянием образа Роршаха из серии комиксов (по словам одного из опрашиваемых).

Заключение. Таким образом, рассмотрена реализация прототипа постнуарной детективной 2D-игры в среде Unity; созданы игровые сцены, их наполнение, анимация и функциональный код. Совокупность всех элементов создает желаемую атмосферу печали и блеклости окружающего героя мира. Результаты тестирования на фокус-группе позволили рассмотреть новые пути развития проекта и его взаимодействия с пользователем. Кроме того, были доказаны выдвинутые гипотезы: визуальные и механические решения влияют на психологическое восприятие картины и ее сюжета. Готовый проект представлен в рамках выставки студенческих работ по геймдизайну, с которой можно ознакомиться по ссылке https://vk.ru/hspm_game_expo

Список литературы

1. Бонд Д. Б. Unity и C#. Геймдев от идеи до реализации. СПб: Питер, 2025. 928 с.
2. Джастин Г. Думай как гейм-дизайнер. Творческое мышление и эффективное управление игровым проектом. Москва: Эксмо, 2024. 224 с.
3. Денисов Д. В. Разработка игры на Unity. С нуля до публикации. Москва: ЛитРес, 2021. 227 с.
4. Прототипирование в геймдеве. URL: <https://spiiin.github.io/blog/2537188794> (дата обращения: 15.03.2026)

References

1. Bond D. B. *Unity i C#. Geymdev ot idei do realizatsii*. [Bond D.B. Unity and C#. Game Development from Concept to Implementation]. St. Petersburg. Piter, 2025. 928 pp. (in Rus.)
2. Justin G. *Dumay kak geym-dizayner. Tvorcheskoye myshleniye i effektivnoye upravleniye igrovym proyektom*. [Think Like a Game Designer: Creative Thinking and Effective Game Project Management]. Moscow. Eksmo, 2024. 224 pp. (in Rus.)
3. Denisov D. V. *Razrabotka igry na Unity. S nulya do publikatsii*. [Game Development in Unity: From Scratch to Publication]. Moscow. LitRes, 2021. 227 pp. (in Rus.)
4. *Prototipirovanie v geymdeve*. URL: <https://spiiin.github.io/blog/2537188794>[Prototyping in Game Design]. (date accessed: 15.03.2026)

УДК 004.89

А. В. Дзюбак, В. Е. КовганкоСанкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18**СОЗДАНИЕ РЕКЛАМНОГО ВИДЕОРОЛИКА О КНИГЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ**

© А. В. Дзюбак, В. Е. Ковганко, 2026

Статья посвящена созданию рекламного видеоролика с помощью инструментов искусственного интеллекта, применяемых на этапах написания сценария, визуализации, анимирования и озвучивания одним специалистом при минимальных исходных данных. Представлены сравнения нейросетей и оценка эффективности создания видеоролика. Автор описывает процесс разработки рекламного видеоролика, проводит оценку количественных и качественных показателей по каждому этапу работы. Результаты могут быть полезны при оптимизации ресурсов в видеопроизводстве, а также могут носить рекомендательный характер по выбору нейросетей.

Ключевые слова: нейросеть, искусственный интеллект, генерация видеоконтента, рекламный видеоролик, видеопроизводство, оценка эффективности.

A. V. Dzyubak, V. E. KovgankoSaint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18**CREATING AN ADVERTISING VIDEO ABOUT A BOOK USING NEURAL NETWORK TOOLS**

The article is devoted to the creation of an advertising video using artificial intelligence tools used at the stages of script writing, visualization, animation and dubbing by one specialist with minimal initial data. Comparisons of neural networks and an assessment of the effectiveness of creating a video clip are presented. The author describes the process of developing an advertising video, evaluates quantitative and qualitative indicators for each stage of work. The results can be useful in optimizing resources in video production, and they can also be advisory in choosing neural networks.

Keywords: neural network, artificial intelligence, video content generation, promotional video, video production, efficiency assessment.

Введение

На сегодняшний день в мире растут объёмы производства и потребления видеоконтента в digital-среде, видео становится главным рекламным инструментом во многих сферах деятельности и используется как понятный и простой способ общения с аудиторией. Однако, чем более популярным становится средство, тем больше вложений оно требует. В традиционном производстве видео необходимы значительные ресурсы — временные, материальные, человеческие, что в текущих темпах развития может вызывать трудности у специалистов. В таких условиях не так давно образовавшаяся и быстро развивающаяся индустрия нейросетей может стать незаменимой возможностью оптимизации.

Средства искусственного интеллекта позволяют значительно ускорить и упростить процесс создания творческих проектов в различных сферах деятельности. При грамотной работе нейросети дают возможность не только быстро и качественно выполнять задачи разного уровня сложности, но и оптимизировать процесс работы над проектом. Благодаря этому один специалист может выполнять большее количество разнообразных задач, а также сконцентрироваться на детализации, что будет способствовать росту личной производительности.

Создание видеороликов — это многоуровневый процесс, включающий в себя задачи нескольких творческих областей. В условиях отсутствия исходных материалов, таких как фотографии или видеозаписи, работа над роликом предполагает большее количество этапов. Нейросети позволяют создать материал для видео практически с нуля.

В настоящее время существует малое количество доступных комплексных исследований по производству видео от сценария до монтажа с использованием только нейросетей — есть только общие исследования в конкретных сферах деятельности.

В данной работе в качестве объекта рассматривается процесс создания рекламного видеоролика для книги с использованием средств искусственного интеллекта с минимальными исходными материалами.

Предмет исследования — инструменты ИИ, применяемые на разных стадиях видеопроизводства.

Цель проекта — оценка эффективности создания видеоролика одним специалистом с использованием нейросетей в большей части этапов производства (сценарий, изображения, анимация, озвучивание) при минимальных исходных данных.

Предполагается, что использование нейросетей в большинстве этапов производства видеоролика позволит сократить временные и трудовые затраты по сравнению с традиционными методами создания анимационного видео, при этом его разработка будет осуществляться одним специалистом.

Задачи исследования:

- 1) сравнить доступные нейросети для разработки сценариев, визуализации текста, оживления изображений;
- 2) сгенерировать исходные материалы для видеоролика, собрать проект;
- 3) проанализировать проделанную работу, оценить временные затраты и количественные характеристики на каждом этапе.

Методы. Для работы над проектом выбрана история «Семейный альбом» Пенелопы Лайвли. В ходе исследования разработано техническое задание, которое включало в себя цели и задачи видео, а также технические характеристики ролика, требования к визуалу и звуковому сопровождению. Итогом разработки проекта должен стать такой ролик, который мог бы использоваться для рекламы произведения.

Первым шагом в разработке проекта было выделение этапов работы, в которых будут задействованы нейросети. Они включали в себя написание сценария ролика, создание изображений, их анимацию и озвучивание текста. Для каждого из процессов был проведён сравнительный анализ доступных средств искусственного интеллекта.

Для анализа на каждом этапе работы подбирались по 2-3 нейросети, которые оценивались по следующим критериям:

- качество результата;
- скорость;
- возможность настройки;
- доступность.

На основе сравнительного анализа были отобраны инструменты, соответствующие заданным критериям. Особое внимание уделялось доступности инструмента и качеству результатов работы с ним. Выбор нейросетей проводился субъективно с использованием шкалы: высокий/средний/низкий.

1. Разработка сценария ролика с использованием нейросети

Использование средств искусственного интеллекта в области написания сценариев и сюжетов может значительно облегчить работу человека, ускоряя творческий процесс и позволяя создателю контента сосредоточиться на более сложных и креативных аспектах [1].

Для написания полноценного сценария к ролику человеку необходимо знать и понимать сюжет истории, прочитать синопсис или краткое содержание. Искусственный интеллект может значительно ускорить этот процесс, обработать информацию и предложить варианты, отвечающие запросу.

Для работы над сценарием ролика было проанализировано три нейросети, подходящих под поставленную задачу, — ChatGPT, Claude и GenAPI. Сравнительные характеристики нейросетей представлены в Таблице 1. Информация о сервисах была проанализирована на основе статьи А. Смирнова [2].

ChatGPT — широко известный и используемый для самых разнообразных целей инструмент. Данная нейросеть не только демонстрирует высокую степень понимания контекста, но и способна генерировать связные, логичные сценарии; является универсальным инструментом, подходит для быстрой генерации идей.

Claude — это искусственный интеллект с расширенными возможностями обработки текстов, позволяющий генерировать длинные, связные тексты с соблюдением заданного стиля. Инструмент больше подходит для сложных сценарных проектов, где может быть необходима более глубокая проработка персонажей и сюжетных линий

GenAPI — сервис, предназначенный для написания нестандартных историй с неожиданными поворотами. Он обладает гибким профессиональным инструментарием и используется преимущественно в случаях, когда необходим текст с нестандартными сюжетными ходами, «живой» текст.

Таблица 1. Сравнительный анализ нейросетей для написания сценария

Название нейросети	Преимущества	Недостатки	Соответствие критериям отбора
ChatGPT	- глубокое понимание структуры повествования; - возможность работать с различными жанрами; - полезные предложения по развитию сюжета; - обширная база знаний для создания достоверного контента; - простота использования.	- ограниченная доступность; - может выдавать излишне предсказуемые сюжетные ходы.	Высокое: - качество результата; - скорость; - доступность.
Claude	- работа с большими объёмами текста; - сохранение тона и стиля на протяжении всего сценария; - высокая литературность и естественность диалогов; - глубокое понимание драматургической структуры; - способность создавать эмоционально насыщенные сцены.	- ограниченная доступность; - английский в основе интерфейса.	Среднее: - качество результата; - возможность настройки.
GenAPI	- высокая вариативность результатов и идей - тонкая настройка под конкретный стиль автора - поддержка разных форматов сценариев - возможность совместной работы над проектом	- сложное устройство сервиса - часть функций доступна только в платной версии	Низкое: - возможность настройки

После проведения сравнительного анализа было принято решение об использовании ChatGPT. Так как этот инструмент является доступным, универсальным и простым в использовании, он наиболее подходит для написания сценария к небольшому видеоролику.

Нейросети было выдано задание написать сценарий для короткого видео по истории и обозначено краткое описание книги (рис. 1).

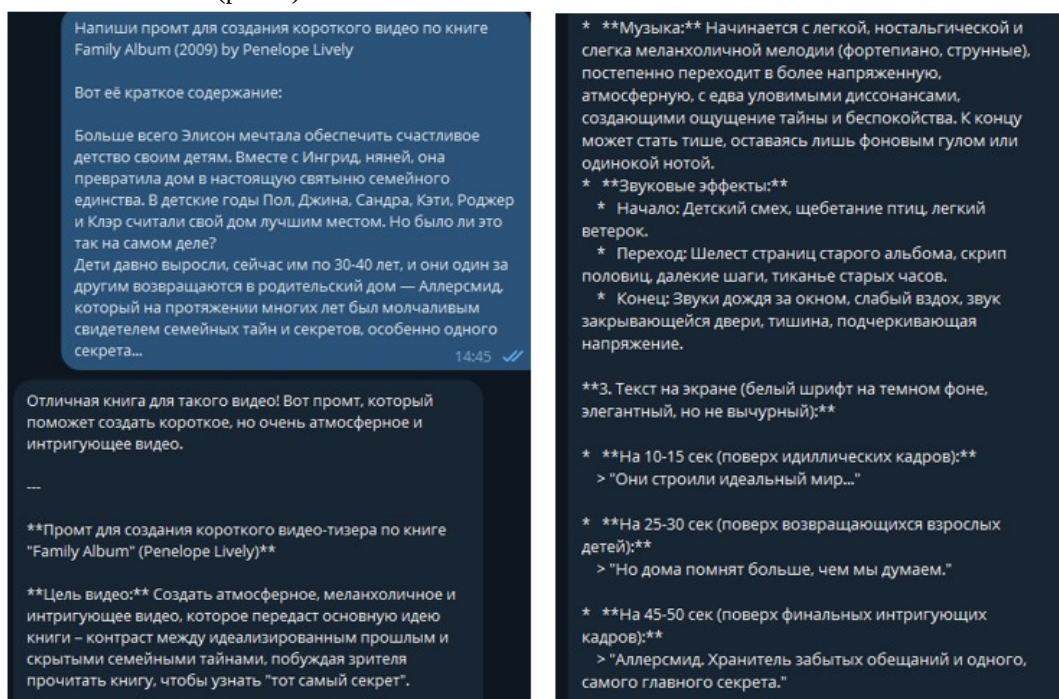


Рис. 1 Написание промпта в ChatGPT

Искусственный интеллект полностью расписал не только подходящую раскадровку, но и предложил варианты по оформлению, общему настроению проекта, визуализации и музыкальному сопровождению. Полученный сценарий был переработан и частично видоизменён в процессе работы.

Таким образом был создан каркас будущего ролика, который необходимо было визуализировать и озвучить с помощью нейросетей, а также подобрать подходящую музыкальную композицию и сопоставить имеющиеся визуальные и аудиоматериалы с ней.

2. Работа с нейросетью для создания изображений

После создания сценария ролика первым шагом в работе над визуалом стало создание изображений, так как они должны были послужить основой для дальнейшей переработки в видеоматериалы.

Для работы над визуализацией было рассмотрено две нейросети — Freepik и Midjourney. Сравнительный анализ данных нейросетей представлен в таблице 2.

Таблица 2. Сравнительный анализ нейросетей для создания изображений

Название нейросети	Преимущества	Недостатки	Соответствие критериям отбора
Midjourney	- превращение текстовых описаний в визуальные образы - генерация раскадровок и концепт-артов - визуализация персонажей и локаций	- необходим навык работы с промптами - отсутствие бесплатных генераций - сложность интерфейса	Среднее: - качество результата; - возможность настройки
Freepik	- широкий набор возможностей, настроек и стилей для генерации изображений; - нейросеть предоставляет возможность бесплатно генерировать до 20 изображений в день; - результаты показывают высокую предсказуемость и аккуратность, чем у некоторых других нейросетей.	- ограниченный выбор возможностей в бесплатной версии ИИ	Высокое: - качество результата; - возможность настройки; - доступность.

Midjourney — это инструмент визуальной генерации, который дополняет текстовые нейросети и даёт возможность доработки сгенерированного изображения.

Freepik — платформа для дизайнеров, в которой собрано несколько нейросетей. С помощью сервиса можно генерировать изображения, векторную графику, видео, создавать макеты, стикеры, обложки и другой визуальный контент. На данной платформе генерация изначально происходит в достаточном разрешении для большинства веб- и печатных задач.

После проведения анализа преимуществ и недостатков данных нейросетей был сделан выбор в пользу сервиса Freepik, так как он является доступным бесплатным инструментом для работы с различными нейросетями, а также обладает более простым функционалом и интерфейсом.

В процессе работы над изображениями было решено оформить их в мультипликационной стилистике — добавление в промпты фразы «изображение в стиле мультфильмов Дисней с уклоном в реализм» позволяло соблюдать единый стиль для всех изображений. Так как было необходимо сделать большое количество кадров, данный подход был признан оптимальным с точки зрения временных затрат. Пример получившихся генераций одной из сцен представлен на рисунке 2.

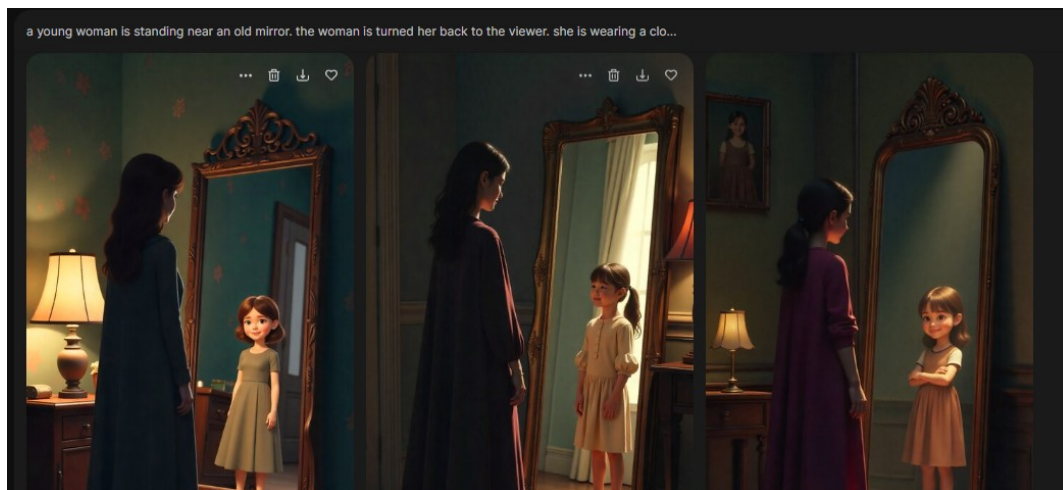


Рис. 2 Пример генерации изображений на платформе Freepik

С помощью данной нейросети можно дорабатывать сгенерированное изображение, однако иногда искусственный интеллект не следовал заданным условиям, хотя и генерировал изображение, частично соответствующее запросу. В таких случаях использовалась программа Adobe Photoshop, в которой вручную изменялись и скрывались недостатки — пример подобных несовершенств можно увидеть на рисунке 3.



Рис. 3 Пример артефактов при генерации изображения

Как видно на рисунке, нейросеть некорректно изобразила конечности ребёнка и родителей — подобные артефакты характерны для нейросетей. При необходимости в процессе работы такие изображения генерировались заново, либо собирались из нескольких созданных рисунков.

В ходе работы было создано порядка 150 различных изображений, часть из которых не попала в ролик по причине ограниченности хронометража, который не должен был превышать 60-80 секунд.

3. Анимация изображений с использованием средств искусственного интеллекта

Следующим этапом работы была анимация изображений. Главной целью данного процесса было создание подвижного изображения. По оценкам авторов [3], использование инструментов ИИ значительно упрощает и ускоряет процесс производства визуализированных движений

Например, при традиционной работе художника в 2D-стиле анимация требует покадровой отрисовки движений, что может занимать у одного специалиста до нескольких недель на одну сцену. Рендеринг в 3D-анимации может занимать часы или дни для одного кадра. Для сравнения при работе с искусственным интеллектом для «оживления» одного изображения может потребоваться от нескольких секунд до минут в зависимости от выбранного алгоритма и сложности поставленной задачи. Кроме того, нейросети могут воссоздавать реалистичные движения персонажей с высокой степенью достоверности, детализации и эмоциональной выразительности [4].

В рамках работы над проектом было рассмотрено несколько наиболее популярных нейросетей: Immersivity AI, Pika, Runway [5, 6].

Immersity AI — это онлайн-сервис, который ориентирован на создание динамичных трехмерных изображений. Он позволяет превращать обычные фото в анимированные 3D-изображения и видео за счет имитации глубины сцены.

Pika — это онлайн-сервис разработчиков из Pika Labs. Он работает как на английском, так и на русском языке. Сервис позволяет анимировать изображение самостоятельно или через текстовую подсказку, добавлять мимику на портреты, движение объектов и фона, менять направление камеры, добавлять фоновые звуки, а также поддерживает «антипромпты» — параметры, которые нужно исключить.

Runway — это нейросеть, которая предоставляет собой полноценный онлайн-видеоредактор с AI-функциями: маскирование, размытие фона, увеличение разрешения, стабилизация, колоризация, анимация изображений. Она заменяет несколько отдельных сервисов и программ, позволяет задавать референсные изображения для стиля и использовать текстовые промпты для управления движением камеры (например, «медленный проезд вперед», «панорама влево»).

Сравнительный анализ данных нейросетей представлен в таблице 3.

Таблица 3. Сравнение нейросетей для анимирования изображений

Название нейросети	Преимущества	Недостатки	Соответствие критериям отбора
Immersity AI	- простой, понятный интерфейс; - высокая скорость генерации; - можно задать параметры вручную или сгенерировать их автоматически; - полученный результат можно повторно отредактировать.	- ограниченное число инструментов для редактирования; - водяные знаки; - англоязычный интерфейс.	Среднее: - скорость; - возможности настройки; - доступность.
Pika	- можно задавать параметры для генерации, интенсивность движений; - есть готовые эффекты для редактирования.	- медленная скорость генерации на бесплатном тарифе; - доступна только для пользователей ПК, нет мобильной версии.	Низкое: - возможность настройки
Runway	- процесс создания видео можно разбить на этапы; - высокое качество итогового материала; - возможность работать над одним проектом в команде; - качество до 4к; - возможность доработки сгенерированных роликов в текстовом редакторе; - большое количество эффектов.	- бесплатная версия ограничена; - англоязычный интерфейс - долгая генерация на бесплатном тарифе; - возможны искажения объектов.	Среднее: - качество результата; - возможность настройки;

В силу ограниченности доступных ресурсов для создания проекта были использованы две нейросети — Immersity AI и Runway. Они обеспечивали наилучшее качество результата в рамках доступных ресурсов. В ходе работы нейросеть Immersity была использована для быстрого «оживления» готовых изображений, а Runway — для создания сцен с более глубокой постобработкой.

4. Озвучивание текста с помощью нейросети

Сценарий ролика предполагал озвучивание всего нескольких фраз для видео. На момент разработки проекта было доступно лишь небольшое количество нейросетей, позволяющих поработать в данной сфере, поэтому для работы была выбрана нейросеть Voicemaker — онлайн-платформа для генерации голосовых файлов на базе искусственного интеллекта.

Сервис позволяет преобразовывать текст в естественную, выразительную речь. Поддерживает широкий спектр голосовых моделей, имитирующих человеческий голос.

Ключевые преимущества данной нейросети:

- высокое качество и естественность голосов;

- нейросеть позволяет использовать специальные «теги» для тонкой настройки произношения (паузы, ударения, интонация, произношение аббревиатур и чисел);
- многие голоса доступны с различными эмоциональными окрасками (радостный, спокойный, серьезный, сочувствующий), что позволило адаптировать озвучку под нужный формат контента;
- поддержка русского языка.

Voicemaker соответствовал всем критериям и запросам. К тому же, данный инструмент обладает простым интерфейсом, поэтому выбор для работы был сделан именно в его пользу.

Результаты

Количественные и качественные показатели по каждому этапу видеопроизводства, полученные в процессе работы, отражены в таблице 4.

Таблица 4. Сводные данные по количеству генераций и временным затратам на видеопроизводство

Этап	Кол-во генераций	Время (мин)
Сценарий	1	<5
Визуализация	150	480
Анимация	34	120-180
Озвучивание	6	15

Сценарий видео генерировался один раз в Chat GPT, на его базе производилась вся дальнейшая работа. По предложениям нейросети была выбрана музыкальная композиция, общее настроение ролика, его динамика и атмосфера; в ролике использовался текст, сгенерированный нейросетью. Раскадровка была использована не в полной мере, подвергалась редактуре. Визуализация изображений, их переработка в видеоконтент осуществлялись без использования Chat GPT. Процент задействования материалов, предложенных ИИ, отражён на рисунке 4.



Рис. 4. Процент использования материалов ChatGPT в сценарии

При разработке изображений было сгенерировано 150 рисунков. Для создания ролика визуализировано 34 сцены, но не все из них вошли в финальный монтаж. Соотношение количества созданных с помощью нейросети сцен и количества использованных в видео сцен отражено на рисунке 5.

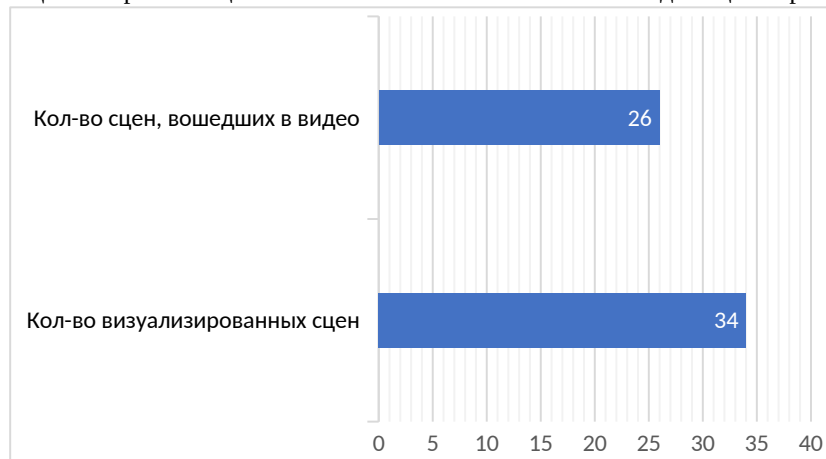


Рис. 5. Соотношение общего количества сгенерированных сцен к востребованному

При этом относительно всей работы больше всего времени заняла именно визуализация, так как нейросеть не всегда генерирует результат, полностью соответствующий промпту — причиной может быть некорректный или недостаточно подробный запрос, иногда ИИ повторяет свои же ошибки и генерирует изображения, практически идентичные друг другу, не устраняя дефекты. По этой причине некоторые сцены были сгенерированы повторно, некоторые дорабатывались в программе Adobe Photoshop или собирались в данном ПО из нескольких полученных изображений. Таким образом было переработано 5 изображений. В среднем на одну сцену было необходимо произвести 4-5 генераций. Минимальное и максимальное количество генераций на сцену представлено на рисунке 6.

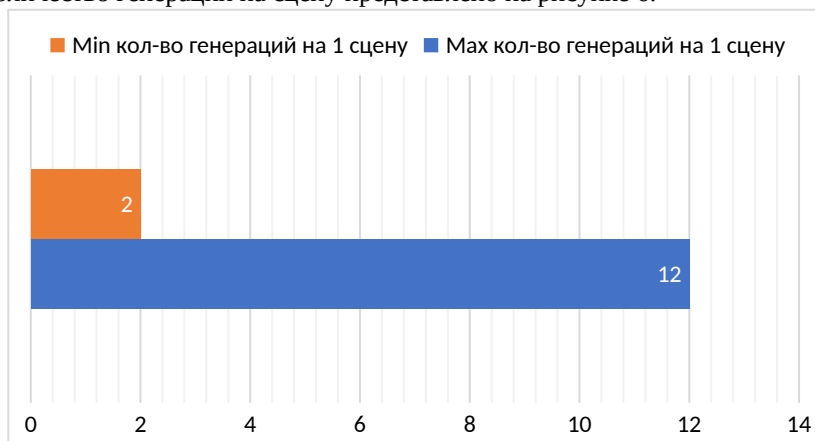


Рис. 6. Минимальное и максимальное количество генераций на одну сцену

В зависимости от сложности запроса одно изображение создавалось от 10 секунд до 2 минут. Если учитывать время на написание промпта и генерацию до получения необходимого результата, всего создание одной статичной сцены занимало от 7 до 15 минут. Таким образом, на производство изображений на данном этапе работы было затрачено порядка восьми часов.

На этапе анимации изображений было задействовано две нейросети — процентное соотношение их эксплуатации в проекте отражено в диаграмме на рисунке 7.

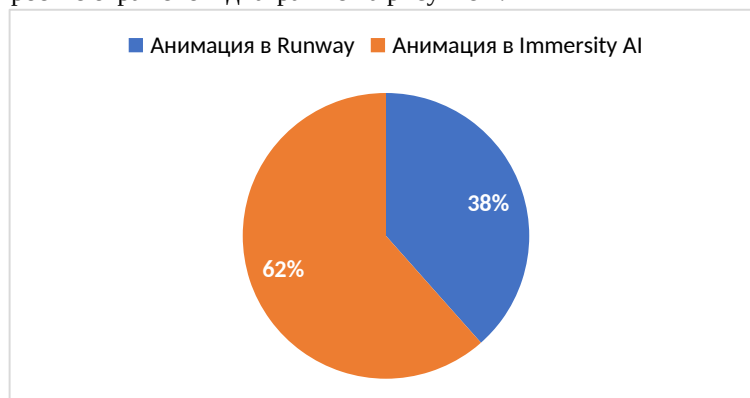


Рис. 7. Процент задействования ИИ в анимации

В Runway было анимировано 10 из 26 вошедших в монтаж сцен. Данная нейросеть была ограничена по доступу, поэтому процент её использования меньше. Для каждой сцены было применено 2-3 попытки генерации. Временные затраты на одну анимацию составили от 1 до 3 минут.

Остальные сцены анимировались с помощью Immersity AI. Принцип работы данной нейросети проще: в одной генерации можно анимировать до пяти изображений. Время настройки ИИ занимало около трех минут, сама работа нейросети производилась в течение 5-6 минут. Соответственно, в общей сложности на работу над этапом анимирования было потрачено около двух-трех часов, если также учитывать работу над сценами, не вошедшими в финальный монтаж.

Этап озвучивания занял меньше всего времени. Так как для видео было необходимо озвучить всего два предложения, осуществить задумку получилось с шести попыток. Изначально были произведены эксперименты с голосом и интонационными настройками нейросети, работа была доведена до желаемого результата примерно в течение 15 минут.

После получения всех необходимых материалов с помощью нейросетей было проведено их сведение в программе для монтажа. Если не учитывать ограничения доступности некоторых инструментов ИИ, в общей сложности работа над проектом заняла около одного-двух рабочих дней. В результате работы над проектом был создан короткий рекламный видеоролик с разрешением 1080*1920, хронометраж которого составил 61 секунду.

Обсуждение

Работы, создаваемые человеком от начала до конца, безусловно, требуют гораздо больше времени на подготовку. При рассмотрении проектов, полностью созданных человеком, и проектов, реализованных на базе нейросетей, стоит сравнивать не только временные рамки, но и трудозатраты, бюджеты и материалы. Для создания ролика на базе отснятого «живого» материала потребуется команда специалистов, локация для съёмки, аппаратура, реквизит и актёры. Анимационный видеоконтент также требует работы большой группы людей, временных и трудовых затрат. В противовес этому можно поставить нейросети, с которыми способен работать всего один профессионал и которые в качестве инструмента в профессиональных руках могут значительно сократить издержки производства и времени.

По экспериментальным данным, доступным в сети интернет [7], репортажный ролик, полностью созданный человеком, занимает 1-2 недели работы специалистов, постановочное видео в зависимости от сложности потребует от 3 недель, анимационный ролик — от двух недель. В проведенном эксперименте создание ролика заняло в общей сложности два рабочих дня. Безусловно, приведенное сравнение является предварительным, и при анализе стоит учитывать не только временные затраты, но и качество произведенного контента, проанализировать оценки аудитории, провести сравнительный анализ материальных затрат. Такой подробный анализ не являлся целью данной работы, но может послужить перспективой для дальнейших исследований.

Массовая популяризация и распространение искусственного интеллекта постепенно приводит к тому, что любой пользователь может создать собственное «уникальное» изображение, аудио, видео, написать текст, сценарий или музыку. На первый взгляд, нейросети позволяют человечеству сделать большой шаг вперёд, делая искусство и творческую деятельность доступными практически каждому. Однако возрастает риск появления большого количества низкого художественного и технического качества контента.

Тем не менее, для полноценного использования нейросетей тот или иной вид деятельности всё равно должен осуществляться профессионалом, обладающим знаниями и умениями в данной области. Искусственный интеллект должен оставаться инструментом в руках человека, а не заменять его, иначе любой продукт творческой деятельности рискует потерять свою уникальность.

Однако средства нейросетей всё же могут позволить улучшить производительность каждого отдельного специалиста. Возможно, в будущем это приведёт к появлению неких гибридных, «мультимедийных» профессий, обладая которыми, люди смогут осуществлять более широкий круг задач в короткие сроки, применяя обширные знания в различных, но близких друг с другом сферах.

Заключение

В результате проделанной работы была достигнута поставленная цель — подтверждена возможность разработки видеоролика одним специалистом с использованием нейросетей практически во всех этапах производства в условиях минимальных исходных данных. В процессе эксперимента в течение двух рабочих дней был создан короткий рекламный видеоролик. Нейросети использовались на этапах разработки сценария, озвучивания, а также визуализации и анимации изображений.

В процессе работы был проведен анализ доступных нейросетей, созданы исходные материалы для видеоролика, смонтирован видеоролик, а также произведен анализ проделанной работы, оценка временных затрат и количественных характеристик созданного контента. Было сгенерировано 150 изображений, 26 из них вошли в ролик, среднее время на создание одной статичной сцены — 7–15 минут, анимация одного кадра заняла от 1 до 6 минут, вручную были доработаны 5 изображений, смонтирован видеоролик.

Таким образом, использование нейросетей позволяет существенно сократить временные и трудовые затраты при производстве видеоконтента, однако требует контроля и ручного вмешательства специалиста.

Список литературы

1. Рыбакин И. В. Важность развития нейросетей в секторе развлечений // Научный лидер. 2024. № 49(199). С. 27–30. URL: https://scilead.ru/media/journal_pdf_199.pdf#page=27 (дата обращения: 01.04.2026).

2. Смирнов А. 6 нейросетей для создания сценария: топовые ИИ инструменты для творчества. URL: <https://vc.ru/ai/2501371-6-luchshikh-neurosatei-dlya-sozdaniya-stsenariiev> (дата обращения: 20.03.2026).
3. Время на создание мультфильма. URL: <https://animation-studios.com/ru/news/skolko-vremeni-uxodit-na-sozdanie-multfilma-pochemu-i-mozhno-li-uskorit-proczess> (дата обращения: 31.03.2026).
4. Зайцев А. Я. Нейросети в современном анимационном искусстве: эстетические инновации и новые горизонты // Культура и искусство. 2024. № 12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neyroseti-v-sovremennom-animatsionnom-iskusstve-esteticheskie-innovatsii-i-novye-gorizonty> (дата обращения: 08.04.2026).
5. Как оживить фото с помощью нейросети: 8 сервисов, чтобы анимировать фото // РБК. Тренды URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/68552d509a794753c557edcd#who> (дата обращения: 03.04.2026).
6. Топ-5 бесплатных нейросетей для анимации картинок URL: <https://habr.com/ru/companies/bothub/articles/907736/> (дата обращения: 03.04.2026).
7. Годин В. В., Терехова А. Е., Булатов Д. Н., Заремба Ю. А. Использование нейронных сетей в видеоигровой индустрии // Вестник ГУУ. 2024. № 8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-neyronnyh-setey-v-videoigrovoy-industrii> (дата обращения: 08.04.2026).

References

1. Rybakin I. V. Vazhnost' razvitiya nejrosetej v sektore razvlechenij URL: https://scilead.ru/media/journal_pdf_199.pdf#page=27 [The importance of neural network development in the entertainment sector] // Nauchnyj lider. 2024. № 49(199). 27–30 pp. (in Rus.) (date accessed: 01.04.2026).
2. Smirnov A. 6 nejrosetej dlya sozdaniya scenariya: toповые II instrumenty dlya tvorchestva. URL: https://scilead.ru/media/journal_pdf_199.pdf#page=27 [6 neural networks for scenario creation: top AI tools for creativity]. (date accessed: 20.03.2026).
3. Vremya na sozdanie mul'tfil'ma. URL: <https://animation-studios.com/ru/news/skolko-vremeni-uxodit-na-sozdanie-multfilma-pochemu-i-mozhno-li-uskorit-proczess> [Time to create a cartoon]. (date accessed: 31.03.2026).
4. Zajcev A. YA. Nejroseti v sovremennom animacionnom iskusstve: esteticheskie innovacii i novye gorizonty. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neyroseti-v-sovremennom-animatsionnom-iskusstve-esteticheskie-innovatsii-i-novye-gorizonty> [Neural networks in modern animation art: aesthetic innovations and new horizons] // Kul'tura i iskusstvo. 2024. № 12. (date accessed: 08.04.2026).
5. Kak ozhivit' foto s pomoshch'yu nejroseti: 8 servisov, chtoby animirovat' foto. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/68552d509a794753c557edcd#who> [How to animate a photo using a neural network: 8 services to animate a photo] // RBC. Trendy (date accessed: 03.04.2026).
6. Top-5 besplatnyh nejrosetej dlya animacii kartinok URL: <https://habr.com/ru/companies/bothub/articles/907736/> [Top 5 free neural networks for image animation] (date accessed: 03.04.2026).
7. Godin V. V., Terekhova A. E., Bulatov D. N., Zaremba YU. A. Ispol'zovanie nejronnyh setej v videoigrovoy industrii URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-neyronnyh-setey-v-videoigrovoy-industrii> [The use of neural networks in the video game industry] // Vestnik GUU. 2024. № 8/ (date accessed: 08.04.2026).

УДК 004.925.3

В.В. Земцов, Е.В. ГоринаСанкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УДОБСТВА И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ PLASTICITY И BLENDER В ЗАДАЧАХ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ ИГРОВЫХ АССЕТОВ**

© В.В. Земцов, Е.В. Горина, 2026

В статье проводится сравнительный анализ программных пакетов Plasticity и Blender в контексте создания высокодетализированных 3D-ассетов для современных игровых движков. Рассматриваются подходы полигонального и NURBS-моделирования на примере создания сложной hard-surface модели реалистичного оружия (в стилистике AAA-шутеров). Собраны метрики затраченного времени, количества полигонов и удобства интеграции с Unreal Engine. Выявлены сильные и слабые стороны каждого инструмента, а также предложен оптимальный пайплайн для геймдева.

Ключевые слова: 3D-моделирование, геймдев, Blender, Plasticity, NURBS, hard-surface, реалистичное оружие, игровые ассеты, Unreal Engine.

V.V. Zemtsov, E.V. GorinaSaint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18**COMPARATIVE ANALYSIS OF USABILITY AND PERFORMANCE OF PLASTICITY AND BLENDER IN 3D MODELING TASKS FOR GAME ASSETS**

The article provides a comparative analysis of Plasticity and Blender software packages in the context of creating highly detailed 3D assets for modern game engines. Polygonal and NURBS modeling approaches are considered using the example of creating a complex hard-surface model of realistic weapons (in the style of AAA shooters). Metrics of time spent, polygon count, and ease of integration with Unreal Engine were collected. The strengths and weaknesses of each tool are identified, and an optimal pipeline for game development is proposed.

Keywords: 3D modeling, gamedev, Blender, Plasticity, NURBS, hard-surface, realistic weapons, game assets, Unreal Engine.

Введение

Современная индустрия разработки видеоигр, в частности проекты жанра AAA-шутеров (такие франшизы, как Call of Duty, Battlefield, Escape from Tarkov), предъявляет экстремально высокие требования к качеству, аутентичности и реализму игровых ассетов. Hard-surface моделирование (моделирование твердотельных поверхностей) является жизненно важным навыком для 3D-художников, позволяющим создавать высокодетализированные реалистичные объекты: от транспортных средств до архитектурных сооружений и сложных механизмов.

Оружие в играх от первого лица (FPS) находится максимально близко к виртуальной камере игрока, занимая значительную часть экрана. Это требует от разработчиков безупречной детализации механических узлов, точно выверенных фасок, корректного отображения материалов и сложной геометрии ствольных коробок. Исторически основным и фактически стандартным инструментом для создания таких ассетов выступает полигональное моделирование. Программный пакет с открытым исходным кодом Blender является одним из лидеров индустрии в этой сфере благодаря мощному функционалу и активному сообществу [3].

Однако создание реалистичного оружия традиционными полигональными методами сопряжено с рядом фундаментальных технических трудностей, главной из которых является контроль топологии при комбинировании сложных форм. В связи с этим в индустрии наблюдается взрывной рост интереса к САД-системам (Computer-Aided Design) и NURBS-моделированию (Non-Uniform Rational B-Splines). Недавним открытием в профессиональной среде стал пакет Plasticity, который позиционируется разработчиками как «САД-инструмент для художников» [7]. Он предлагает практичный и интуитивно понятный workflow для hard-surface моделирования, исключая необходимость глубокого погружения в инженерные аспекты традиционных САПР (таких как Fusion 360 или SolidWorks). В рамках данной работы проведено

объективное техническое сравнение Blender и Plasticity при решении узконаправленной задачи — создания комплексной модели современной штурмовой винтовки с тактическим обвесом (таблица 1).

Таблица 1. Сравнение базовых парадигм моделирования оружия

Инструмент	Парадигма	Базовый элемент	Преимущество для оружейного hard-surface	Главный недостаток
Blender	Полигональная	Вершины, ребра, полигоны	Полный контроль над сеткой, огромная база аддонов (HardOps, Voxcutter)	Искажение нормалей при вырезании отверстий на изогнутых поверхностях
Plasticity	NURBS	Кривые, математические сплайны	Идеальные многоуровневые фаски, мгновенные и чистые Boolean-операции	Отсутствие встроенных инструментов UV-развертки и ручной ретопологии

Ход исследования и результаты

В процессе тестирования учитывалось несколько ключевых критериев, напрямую влияющих на производственную эффективность студии. Первым стала скорость разработки высокополигонального концепта (High-poly базы), который служит источником данных для запекания карт нормалей. Вторым показателем выступило время на техническую подготовку оптимизированной Low-poly сетки, пригодной для рендеринга в реальном времени. Также анализировалось итоговое качество геометрии (наличие артефактов затенения) и общее удобство связки программ для последующего текстурирования и экспорта в игровой движок Unreal Engine 5.

При создании ствольной коробки, перфорированного цевья и тактических планок Пикатинни в Blender основной проблемой стало удержание корректной топологии при использовании модификатора сглаживания Subdivision Surface. Вырезание отверстий под экстрактор гильз или вентиляционные пазы на цилиндрических поверхностях ствола с помощью булевых операций неизбежно приводило к появлению так называемых «потяжек» и артефактов затенения [2]. Для их устранения требовалась длительная ручная правка сетки: добавление поддерживающих ребер (Support Loops), изоляция N-гонов и перестроение топологии вокруг сложных вырезов. Этот процесс является монотонным и отнимает значительную часть времени художника.

В Plasticity эта же задача решалась принципиально иным, математическим путем. Поскольку программа оперирует не аппроксимированными полигонами, а точными математическими кривыми, булевы операции любой сложности применяются мгновенно и не разрушают поверхность [6]. Художник может накладывать фаски с переменным радиусом поверх уже вырезанных отверстий, что в полигональном моделировании потребовало бы полного перестроения сетки. Это позволяет 3D-специалисту сосредоточиться исключительно на дизайне оружия, его пропорциях, эргономике и механической логике работы, не отвлекаясь на технические ограничения топологии (Рис. 1).

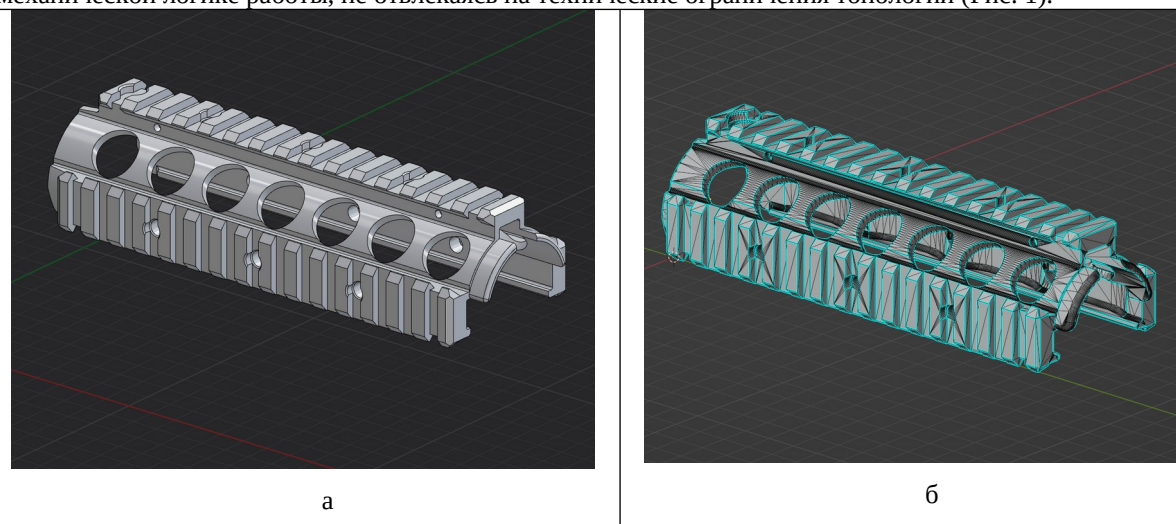


Рис.1. Процесс моделирования механических узлов оружия:

а – применение NURBS-операций (Plasticity); б – контроль полигональной сетки (Blender)

Для объективной оценки производительности весь процесс создания штурмовой винтовки был хронометрирован. Замеры времени на выполнение этапов разработки зафиксированы в таблице 2.

Таблица 2. Затраты времени на этапы создания реалистичного оружия (в часах)

Этап разработки	Blender	Plasticity	Разница (%)
Драфтинг (Blockout) и поиск пропорций	2.5	1.0	Plasticity быстрее на 60%
Детализация High-poly модели (фаски, резьба)	8.0	3.5	Plasticity быстрее на 56%
Генерация Low-poly сетки	4.0 (ручная ретопология)	1.5 (авто-тесселяция)	Plasticity быстрее на 62%
UV-развертка и подготовка к запеканию	2.5	Недоступно	На данном этапе строго необходим Blender

Как показывают собранные метрики, Plasticity безоговорочно выигрывает на начальных и средних этапах создания сложной твердотельной геометрии, экономя суммарно более 50% рабочего времени. Скорость итераций в Plasticity значительно выше: изменение радиуса скругления рукоятки или перенос вентиляционного отверстия занимает секунды.

Однако специфика игровой индустрии диктует свои правила: модель не может быть экспортирована напрямую из CAD-системы в движок. Для корректного запекания микрорельефа (Normal mapping) и последующего PBR-текстурирования (например, в Adobe Substance 3D Painter) требуется оптимизированная игровая сетка с грамотной плотностью текселей и отсутствием перекрытий на UV-развертке [5].

Встроенный алгоритм тесселяции Plasticity переводит NURBS-поверхности в N-гоны, что дает превосходную, визуально чистую базовую сетку. В отличие от полигональных моделей, исходные NURBS-объекты не состоят из сетки прямоугольников или треугольников. Разбиение этих математических поверхностей на многоугольники происходит непосредственно перед экспортом и предполагает использование оптимальных алгоритмов для сохранения идеальной гладкости кривых и фасок [3]. Довольно часто на этом этапе все разрозненные NURBS-фрагменты сложного оружия комбинируются в единую полигональную модель, которая после этого упрощается путем уменьшения количества полигонов и слияния лишних внутренних ребер [1].

Тем не менее, для корректной работы в игровом движке полученную сетку необходимо правильно триангулировать и разбить на сглаживающие группы (Smoothing Groups) или настроить пользовательские векторы нормалей (Custom Split Normals). Важнейшим и трудоемким шагом выступает развертка модели на 2D-плоскости (UV-mapping). Без корректной UV-развертки невозможно произвести качественное запекание карт нормалей (Normal Mapping) — процесса, при котором мельчайшие детали (царапины, микрофаски, гравировки) с High-poly модели переносятся на оптимизированную Low-poly сетку. Грамотная расстановка UV-швов (Seams) на жестких гранях (Hard Edges) штурмовой винтовки позволяет избежать визуальных артефактов (градиентов и потяжек) при последующем PBR-текстурировании [5]. Поскольку Plasticity не обладает встроенным инструментарием для работы с UV-координатами, этот критически важный этап пайплайна полностью делегируется инструментам Blender.

Сравнение ключевых параметров при экспорте готовой модели в игровой движок представлено в таблице 3.

Таблица 3. Параметры экспорта модели оружия в Unreal Engine 5 (FBX)

Параметр	Экспорт из Blender	Экспорт из Plasticity
Топология (для игрового движка)	Оптимизированные треугольники и квады	Плотная сетка N-гонов (сильно зависит от настроек тесселяции)
UV-координаты	Полный контроль над швами (Seams) и упаковкой	Отсутствуют (необходим экспорт в полигональный пакет)
Сглаживание (Smoothing Groups / Normals)	Полностью настраивается (Auto Smooth / Weighted Normal)	Заменяется на жестко заданные Custom Split Normals

Заключение

Анализ данных позволяет сделать вывод, что ни один из рассматриваемых программных продуктов не способен в одиночку закрыть все потребности AAA-пайплайна создания оружия с максимальной эффективностью. В результате исследования выявлено, что для создания высококлассного реалистичного hard-surface контента программы следует использовать в тандеме. Plasticity зарекомендовал себя как непревзойденный инструмент для быстрого концептирования и генерации High-poly базы со сложнейшими механическими вырезами. Тем не менее, Blender остается строго обязательным техническим хабом на финальных этапах производства.

На основе проведенного анализа предложен оптимальный профессиональный рабочий процесс для 3D-художников:

- Создание блокаута и детализированного High-poly оружия в среде Plasticity;
- Конвертация NURBS в полигоны (тесселяция) и экспорт геометрии (в формате OBJ или через плагин-мост Plasticity Bridge) в Blender;
- Создание оптимизированной Low-poly копии (ретопология), расстановка швов (Seams), упаковка UV-развертки и настройка пользовательских нормалей в Blender;
- Запекание текстур и экспорт финального ассета (формат FBX) в игровой движок Unreal Engine с сохранением корректных групп сглаживания.

Подобная программная синергия позволяет современным специалистам совместить непревзойденную математическую точность и скорость CAD-систем с гибкостью и универсальностью полигональных редакторов, полностью удовлетворяя строгие требования современных реалистичных шутеров и экономя производственные бюджеты студий [4].

Список литературы

1. Галкин А.В. Оптимизация трехмерных моделей для игровых движков // Программные системы и вычислительные методы. 2021. № 3. С. 45-55.
2. Спицын А.И. Сравнительный анализ методов полигонального и сплайнового моделирования // Инженерный вестник. 2022. № 4. С. 15-22.
3. Blain J. The Complete Guide to Blender Graphics: Computer Modeling & Animation. Boca Raton: CRC Press, 2020. 526 с.
4. FBX Static Mesh Pipeline // Unreal Engine Documentation. URL: <https://docs.unrealengine.com/5.3/en-US/fbx-static-mesh-pipeline-in-unreal-engine/> (дата обращения: 19.03.2026).
5. McDermott W. The Comprehensive PBR Guide by Allegorithmic. Paris: Allegorithmic, 2018. 45 с.
6. Piegler L., Tiller W. The NURBS Book. Berlin: Springer, 1997. 646 с.
7. Plasticity Reference Manual // Plasticity 3D. URL: <https://docs.plasticity.xyz/> (дата обращения: 19.03.2026).

References

1. Galkin A.V. Optimizaciya trehmernyh modelej dlya igrovyyh dvizhkov [Optimization of 3D models for game engines]. Programmnye sistemy i vychislitelnye metody [Software Systems and Computational Methods]. 2021. No 3. 45-55 pp. (in Rus.).
2. Spicyn A.I. Sravnitelnyj analiz metodov poligonalnogo i splajnovogo modelirovaniya [Comparative analysis of polygonal and spline modeling methods]. Inzhenernyj vestnik [Engineering Bulletin]. 2022. No 4. 15-22 pp. (in Rus.).
3. Blain J. The Complete Guide to Blender Graphics: Computer Modeling & Animation. Boca Raton: CRC Press, 2020. 526 pp.
4. FBX Static Mesh Pipeline. Unreal Engine Documentation. URL:

- <https://docs.unrealengine.com/5.3/en-US/fbx-static-mesh-pipeline-in-unreal-engine/> (date accessed: 19.03.2026).
5. McDermott W. The Comprehensive PBR Guide by Allegorithmic. Paris: Allegorithmic, 2018. 45 pp.
 6. Piegl L., Tiller W. The NURBS Book. Berlin: Springer, 1997. 646 pp.
 7. Plasticity Reference Manual. Plasticity 3D. URL: <https://docs.plasticity.xyz/> (date accessed: 19.03.2026).

УДК 004.92

В.С. Иванова, Е.Н. Дроздова

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

ПРОТОТИПИРОВАНИЕ ДЕСКТОПНОЙ 3D-АРКАДЫ В ЖАНРЕ КАЗУАЛЬНОЙ КОМЕДИИ С ИНТЕРАКТИВНЫМ ОКРУЖЕНИЕМ

© В.С. Иванова, Е.Н. Дроздова, 2026

В статье рассматривается проектирование и реализация прототипа десктопной 3D-аркады в жанре казуальной комедии с интерактивным окружением, демонстрирующего работоспособность ключевых механик и пригодность концепции для дальнейшего развития. Обсуждается концепция игры. Представляются основные этапы разработки прототипа. Приводятся результаты тестирования игры.

Ключевые слова: прототипирование, аркада, геймплей, игровые механики, аудиодизайн

V.S. Ivanova, E.N. Drozdova

Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18

PROTOTYPING A DESKTOP 3D ARCADE GAME IN THE CASUAL COMEDY GENRE WITH AN INTERACTIVE ENVIRONMENT

This article examines the design and implementation of a desktop 3D arcade prototype in the casual comedy genre with an interactive environment, demonstrating the viability of its key mechanics and the suitability of its concept for further development. The game's concept is discussed, the key stages of prototype development are presented, and the results of game testing are presented.

Keywords: prototyping, arcade, gameplay, game mechanics, audio design

Введение. В последние годы казуальные 3D-аркады с комедийным уклоном привлекают широкую аудиторию — особенно игроков, предпочитающих короткие и забавные игровые сессии. Такие проекты хорошо подходят для распространения на цифровых платформах и создания контента, удобного для стримеров и авторов коротких видео. Интересные поведенческие эффекты игровых объектов и лёгкое управление делают игру вирусной и реиграбельной. Интерактивное окружение усиливает комический эффект и служит источником непредсказуемых ситуаций, являющихся основой игрового опыта.

В данной статье рассматривается проектирование и реализация прототипа десктопной 3D-аркады «Побег сосиски» в жанре казуальной комедии с использованием среды разработки Unity [1]-[4].

1. Разработка концепции игры

Проект представляет собой короткую казуальную аркаду, где игрок управляет сосиской, которая стремится добраться до финиша, преодолевая препятствия и взаимодействуя с интерактивным окружением. Игра сочетает элементы комедии, физики и лёгкого платформинга, ориентируясь на развлекательный короткий игровой опыт.

Игровой цикл заключается в следующем: игрок управляет сосиской, используя клавиши W/S для движения вперёд/назад и мышью для контроля направления; на уровне расположены три звезды для сбора и зона финиша; физика мешает: сосиска может упасть с платформ, соскользнуть, застрять; игрок пробует снова, пока не дойдёт до выхода; при достижении финиша открывается панель со статистикой (время, смерти, собранные звёзды).

Референсы на геймплей и механики: игры Octodad: Dadliest Catch, Human: Fall Flat, Farmlife в Split Fiction.

Ключевая механика игры — комбинированное управление сосиской через клавиатуру и мышью, с добавлением прыжка. Управление основано на физике RigidBody, где сила применяется в зависимости от направления взгляда сосиски. Это создаёт тактильный и часто комичный геймплей, где успех зависит от координации движения и контроля над физикой объекта.

Прототип должен включать один полностью игральный уровень, выполненный в сеттинге современной кухни, и обеспечивать полный игровой цикл: появление игрока, прохождение уровня, взаимодействие с интерактивными объектами, получение результатов и завершение сессии.

Основная цель прототипа — протестировать систему управления персонажем, корректность физических взаимодействий, работоспособность механики сбора звёзд, логику смертей и респава, а также функциональность экрана завершения уровня.

Интерфейс прототипа размещается в верхней части экрана и включает три ключевых элемента: таймер прохождения уровня, счётчик собранных звёзд и счётчик смертей (количество респавов игрока). При нажатии Esc открывается меню паузы, содержащее кнопки «Продолжить», «Заново» и «В главное меню». По достижении финишной зоны должен отображаться экран завершения уровня, включающий статистику прохождения: итоговое время, количество смертей и количество собранных звёзд, а также кнопку для перезапуска уровня.

На уровне располагаются следующие обязательные элементы: игровой объект «Сосиска», игровые препятствия (пол и платформы различной высоты), три звезды для сбора и зона финиша. При подбore звезды объект должен исчезать, а счётчик увеличиваться. Если игрок падает ниже заданной высоты, он автоматически возвращается в стартовую точку, а количество смертей увеличивается. Достижение финишной зоны приводит к остановке таймера и показу итоговой панели победы.

Таким образом, прототип должен обеспечивать целостный и завершённый игровой цикл, позволяющий проверить все ключевые механики проекта.

2. Реализация прототипа игры

2.1. Импорт и организация ассетов

На начальном этапе реализации прототипа была проведена организация рабочего проекта в среде разработки Unity и подготовка всех необходимых ассетов. Основная часть используемых моделей была взята из встроенного Unity Asset Store, что позволило ускорить процесс разработки и сосредоточиться на создании геймплея вместо моделирования (рисунок 1, а, б).

Дополнительно некоторые простые элементы окружения были созданы непосредственно в Unity средствами примитивного моделирования (рисунок 1, в).

Загруженные из Asset Store ассеты были структурированы в отдельные каталоги, чтобы обеспечить удобство навигации и последующую поддержку проекта. Особое внимание было уделено созданию префабов для ключевых объектов: игрока-сосиски, звёзд для сбора и платформ различной высоты. Превращение объектов в префабы позволило обеспечить их повторное использование, унификацию настроек и быстрое внесение изменений без необходимости редактировать каждый экземпляр вручную.

В рамках подготовки окружения были созданы материалы и текстуры, после чего настроены их параметры для соответствия выбранному стилю игры.

2.2. Создание игрока, камеры и среды уровня

Создание игрока «Сосиска» являлось одним из ключевых этапов разработки прототипа, поскольку именно от поведения и физики игрока зависит общее качество игрового опыта. В качестве основы была использована простая цилиндрическая модель, стилизованная под мультяшную сосиску. Модель была настроена как физический объект на базе компонента Rigidbody, что позволило обеспечить корректное взаимодействие с коллизиями и реалистичное поведение при движении, столкновениях и падении. Для управления персонажем были добавлены необходимые бокс- коллайдеры и настроены параметры массы, трения и силы прыжка, что обеспечило баланс управления.

Дополнительно к объекту игрока был привязан контроллер камеры, учитывающий направление взгляда и положение сосиски. Камера плавно следует за игроком, фиксируя его в центре кадра и обеспечивая удобный обзор платформ и препятствий. Это позволяет игроку точно ориентироваться в пространстве и своевременно реагировать на изменения в окружении.

Среда уровня была создана на основе примитивных объектов Unity и ассетов из Asset Store. В качестве основного пространства использовалась сцена, стилизованная под кухонную поверхность: столешницы, бытовые предметы и другие элементы, выступающие в роли платформ (рисунок 1, г).



а

Объекты окружения были размещены так, чтобы сформировать маршрут с разной высотой, расстояниями и препятствиями, создавая умеренную сложность и поощряя аккуратное маневрирование.

2.3. Реализация управления игроком

Система управления игроком стала одним из ключевых элементов прототипа, поскольку именно от неё зависит удобство геймплея и корректность проверки гипотез, связанных с физикой и ощущением контролируемого хаоса. Управление реализовано в отдельном C#-скрипте, привязанном к игровому объекту «Сосиска», и основано на взаимодействии с компонентом Rigidbody, обеспечивающим физически корректное движение.

Перемещение вперёд и назад осуществляется по нажатию клавиш W/S или стрелок. В скрипте используется метод `Input.GetAxis("Vertical")`, который возвращает значение от -1 до 1 . Это значение умножается на заданную скорость и подаётся в `Rigidbody.AddForce()`. Таким образом, движение осуществляется не путём изменения координат, а за счёт силы, что делает поведение «Сосиски» более органичным и слегка хаотичным, в соответствии с задумкой проекта.

Поворот игрока реализован на основе перемещения мыши. Метод `Input.GetAxis("Mouse X")` отслеживает горизонтальные движения, которые преобразуются в вращение вокруг вертикальной оси:

```
float mouseX = Input.GetAxis("Mouse X"); transform.Rotate(Vector3.up * mouseX * rotateSpeed);
```

Благодаря этому игрок получает точное управление направлением движения, а взаимодействие с уровнем становится более динамичным. Прыжок выполняется нажатием клавиши Space.

Логика включает проверку, находится ли объект на земле (например, через `IsGrounded` или коллайдер-триггер), чтобы избежать многократного прыжка. После проверки выполняется импульс вверх через `AddForce`: `rb.AddForce(Vector3.up * jumpForce, ForceMode.Impulse)`. Этот способ создаёт реалистичный физический прыжок, позволяя игроку преодолевать препятствия.

2.4. Система респава и подсчёт смертей

Система респава и подсчёта смертей является важной частью игрового цикла и используется для проверки гипотез о сложности уровня, корректности физики и мотивации игрока проходить уровень повторно. В прототипе реализован автоматический респавн при падении игрока за пределы игрового пространства, а также счётчик смертей, отображающий количество попыток прохождения уровня.

Игрок считается «погибшим», если его координата по оси Y опускается ниже заранее установленной границы, например $y < -5$. Проверка осуществляется в методе `Update()`:

```
if (transform.position.y < fallThreshold)
{
    Respawn();
}
```

Такой способ позволяет отслеживать любые ситуации, в которых «Сосиска» падает с платформ или вылетает за пределы уровня, что полностью соответствует характеру комедийной физической игры.

При срабатывании условия падения вызывается функция `Respawn()`. Она возвращает игрока в стартовую точку уровня, которую хранит переменная `startPosition`. Для корректной перезагрузки физики у `Rigidbody` предварительно сбрасываются скорость и угловое движение:

```
rb.velocity = Vector3.zero; rb.angularVelocity = Vector3.zero; transform.position = startPosition;
transform.rotation = startRotation;
```

Такой подход предотвращает повторное «отскакивание» или неконтролируемое вращение после возрождения.

Каждый респавн увеличивает значение счётчика смертей:

```
deathCount++; ui.UpdateDeathCount(deathCount);
```

UI-компонент отображает количество смертей в верхней части экрана. Это позволяет игроку отслеживать прогресс и мотивирует проходить уровень аккуратнее.

Респавн не прерывает игровой процесс, но создаёт естественный вызов для игрока: каждая ошибка приводит к возвращению на старт и увеличению количества попыток. Это помогает оценить сложность уровня и подтвердить гипотезы, связанные с балансом физики и управляемостью персонажа.

2.5. Реализация механики звезд, трамплинов и финиша

Механики звёзд, трамплинов и финиша формируют основу игрового взаимодействия и служат важными элементами тестирования гипотез о реиграбельности, физике и структуре уровня. Каждая из этих систем была реализована с учётом простоты, надёжности и возможности быстрого расширения при создании следующих уровней.

2.5.1. Сбор звёзд

Звёзды используются как дополнительная цель, повышающая вовлечённость игрока и мотивирующая улучшать результаты прохождения. Каждая звезда реализована в виде отдельного объекта со своим скриптом `StarCollectible`.

Обработка сбора звезды осуществляется через триггер:

```
private void OnTriggerEnter(Collider other)
```

```

{
if (other.CompareTag("Player"))
{
gameManager.AddStar(); Destroy(gameObject);
}
}

```

При пересечении коллайдера звезды с игроком происходит: увеличение счётчика собранных звёзд; обновление UI-индикатора; удаление звезды с уровня.

Этот механизм обеспечивает предсказуемое и интуитивное взаимодействие игрока с игровыми объектами, а также проверяет вторую гипотезу – повышает ли наличие коллекционных объектов реиграбельность уровня.

2.5.2. Механика трамплинов

Трамплины служат инструментом для добавления динамики в геймплей. Они представлены объектами с пружинящим эффектом, который толкает игрока вертикально или под углом (рисунок 2, а).

Реализация выполнена через применение силы при контакте, где сила толчка (jumpForce) регулируется для достижения нужной высоты:

```

private void OnCollisionEnter(Collision collision)
{
if (collision.collider.CompareTag("Player"))
{
Rigidbody rb = collision.collider.GetComponent<Rigidbody>(); rb.AddForce(Vector3.up * jumpForce, ForceMode.Impulse);
}
}

```

2.5.3. Финишная зона

Финиш – ключевая точка игрового цикла. Это триггерная область, которая активирует завершение уровня.

Когда игрок входит в финишную зону, срабатывает скрипт:

```

private void OnTriggerEnter(Collider other)
{
if (other.CompareTag("Player"))
{
gameManager.LevelComplete();
}
}

```

В функции LevelComplete() выполняются следующие действия: останавливается таймер прохождения; блокируется управление игроком, чтобы предотвратить лишние действия; собираются данные статистики (звёзды, смерти, время); отображается экран победы (WinPanel), где выводится собранная информация; появляется кнопка «Перезапустить уровень», позволяющая начать попытку заново.

Реализация финиша замыкает игровой цикл, обеспечивая игроку чёткую обратную связь о прохождении уровня.

3. UI-дизайн

Пользовательский интерфейс прототипа был разработан с ориентацией на простоту, высокую читабельность и минимальное отвлечение от геймплея. Поскольку игра относится к жанру казуальной комедийной аркады, важной задачей UI стало обеспечить лёгкость восприятия и интуитивность взаимодействия, не перегружая экран лишними элементами.

3.1. Основные элементы игрового интерфейса

Все базовые UI-компоненты расположены в верхней части экрана, чтобы не мешать обзору игрового пространства и движению персонажа. В интерфейс входят три ключевых индикатора: таймер прохождения уровня, счётчик звёзд, счётчик смертей (респаунов). Рассмотрим каждый из них отдельно.

Таймер прохождения уровня. Запускается автоматически при старте игры и отсчитывает время до момента достижения финиша. Реализован через компонент Text/TMP_Text, обновляется в методе Update() через вызов из GameManager.

Счётчик звёзд. Отображает текущее количество собранных игроком звёзд. Значение обновляется посредством метода AddStar() в GameManager, который вызывает функцию обновления текста.

Счётчик смертей (респаунов). Увеличивается при каждом падении игрока за пределы уровня. Значение меняется в методе AddDeath(). Этот элемент помогает отслеживать сложность уровня и показывает игроку прогресс.

UI выполнен в минималистичном стиле: простая типографика, контрастные цвета и отсутствие сложных декоративных элементов.

3.2. Меню паузы

Меню паузы — важный системный элемент игры, обеспечивающий возможность остановить геймплей и управлять игровым процессом. Открывается по клавише Esc, скрывает управление и отображает три кнопки: «Продолжить», «Заново» и «В главное меню».

Технически меню реализовано через Canvas с отключённым состоянием (SetActive(false)), который активируется через вызов TogglePause() в GameManager.

При его включении: время в игре останавливается (Time.timeScale = 0); управление игроком блокируется; взаимодействие с UI активируется.

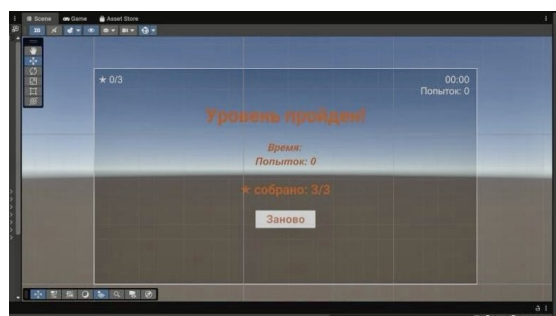
При выходе из меню паузы всё возвращается к обычному игровому состоянию.

3.3. Экран завершения уровня

Этот экран отображается после достижения финишной зоны. Он включает: итоговое время прохождения, количество собранных звёзд, количество смертей за сессию, кнопку «Перезапустить уровень» (рисунк 2, б). Экран завершения уровня WinPanel появляется через вызов функции ShowWinPanel() в скрипте GameManager, который одновременно отключает управление и останавливает физику персонажа.



а



б

Рис. 2. Игровые механики и интерфейс: а — процесс создания звёзд и трамплинов; б — процесс создания экрана завершения уровня

Панель оформлена в стиле минимализма, соответствующем общему визуальному языку — аккуратные элементы, крупные цифры и отсутствие лишних деталей, чтобы игрок сразу мог сфокусироваться на итогах прохождения.

3.4. Главное меню

Хотя это не основной элемент игрового процесса, главным меню также уделено внимание. Оно включает заголовок игры, кнопку «Начать игру», кнопку «Выйти» и изображение-иллюстрацию.

Это меню задаёт первое впечатление от игры и использует те же принципы стиля, что и интерфейс в самом уровне: лаконичность, понятная структура, крупные кнопки и дружелюбный визуальный стиль.

4. Аудиодизайн

Аудиодизайн прототипа был направлен на создание лёгкой, юмористической атмосферы, поддерживающей общее настроение казуальной комедийной аркады. Несмотря на небольшую масштабность проекта, звуковое оформление играет важную роль в передаче эмоций и в усилении отклика от игровых действий.

В аудиосистеме проекта используется минимальный набор эффектов, каждый из которых подчёркивает ключевые игровые события: прыжок на трамплине, сбор звёзд, смерть персонажа и завершение уровня. Все звуки должны быть короткими, ненавязчивыми и соответствовать мультяшному стилю игры. Unity предоставляет встроенные инструменты для настройки источников аудио, поэтому звуковые эффекты были интегрированы с использованием стандартных компонентов AudioSource и AudioClip.

Во время прохождения уровня используется ненавязчивый фоновый трек, отражающий юмористическую природу игры — лёгкая, ритмичная мелодия в мультяшном стиле. Трек проигрывается через глобальный объект AudioManager, который запускает музыку при старте уровня, регулирует громкость и останавливает воспроизведение на экране победы или в меню паузы (при необходимости).

Несмотря на компактность набора звуков, аудиосистема значительно усиливает атмосферу игры и поддерживает лёгкий комедийный характер проекта. Каждый эффект имеет функциональную нагрузку, улучшает восприятие действий игрока и делает игровой процесс более живым и эмоциональным.

5. Результаты проверки гипотез

В процессе разработки прототипа были проверены три ключевые гипотезы, определяющие управляемость, физическую модель и реиграбельность игры. Тестирование проводилось на основе готового уровня, включающего все необходимые механики: передвижение сосиски, прыжки на трамплинах, работу камеры, сбор звёзд, систему смертей и финишную зону.

Проверка гипотезы 1: комбинированное управление интуитивно и приносит удовольствие. Гипотеза предполагала, что сочетание клавиатуры (W/S) и мыши будет восприниматься игроками как интуитивное и простое, особенно для аудитории, знакомой с 3D-играми.

Результаты тестирования показали: игроки быстро адаптируются к схеме управления и понимают принцип движения сосиски; взаимодействие с физикой требует небольшой тренировки, но не вызывает сильного дискомфорта; управление воспринимается скорее комичным, чем неудобным, что соответствует жанру казуальной комедийной аркады.

Таким образом, гипотеза подтверждена: предложенная схема управления обеспечивает нужный игровой опыт и поддерживает юмористическую составляющую.

Проверка гипотезы 2: параметры физики позволяют сделать игру слегка сложноватой, но не надоедающей. Гипотеза заключалась в том, что корректно подобранные параметры RigidBody обеспечат баланс между сложностью и предсказуемостью поведения персонажа.

На практике было выявлено: базовые настройки физики позволяют игроку уверенно двигаться по уровню, сохраняя необходимую «скользкость» объекта; необходимость аккуратно управлять направлением движения делает процесс прохождения сложным, но увлекательным; слишком сильные или резкие движения были скорректированы через уменьшение силы импульса и повышение стабильности коллайдера.

Гипотеза также подтверждена: физическая модель поддерживает динамичный, местами хаотичный, но контролируемый игровой процесс.

Проверка гипотезы 3: система звёзд и таймер увеличивает реиграбельность. Гипотеза предполагала, что дополнительная задача (сбор трёх звёзд) и таймер будут мотивировать пользователей проходить уровень повторно.

Результаты тестирования показали: игрок целенаправленно ищет звёзды, даже если это усложняет прохождение уровня; игрок старается улучшить время, сравнивая свои результаты с предыдущими попытками; наличие статистики на экране победы усиливает желание переиграть уровень.

Таким образом, гипотеза подтверждена: механики сбора и таймера действительно повышают реиграбельность и вовлекают игрока в повторные сессии.

Все ключевые гипотезы были успешно подтверждены. Управление сосиской оказалось интуитивным и хорошо воспринимаемым, физическая модель создаёт сбалансированную сложность, а дополнительные цели стимулируют повторные прохождения. Результаты тестирования подтверждают корректность выбранных механик и позволяют использовать их в дальнейшем развитии проекта.

Заключение. В ходе реализации прототипа был создан функциональный игровой уровень, включающий все ключевые механики, предусмотренные концепцией проекта. Удалось настроить управление персонажем, физическую модель движения, систему респава, сбор звёзд, работу интерфейса, меню паузы и экрана завершения уровня. Было реализовано звуковое сопровождение, а также обеспечена корректная работа всех элементов UI и игровой логики.

Полученный прототип демонстрирует завершённый игровой цикл и позволяет проверить основные гипотезы проекта, подтвердив их состоятельность. Результаты разработки показывают, что выбранные механики и технические решения подходят для дальнейшего расширения проекта и могут служить основой для полноценной версии игры. Готовый проект представлен в рамках выставки студенческих работ по геймдизайну, с которой можно ознакомиться по ссылке https://vk.ru/hspm_game_expo

Список литературы

1. Шелл Д. Геймдизайн. Как создать игру, в которую будут играть все. М.: Альпина Паблишер, 2019. 640 с.
2. Джастин Г. Думай как гейм-дизайнер. Творческое мышление и эффективное управление игровым проектом. Москва: Эксмо, 2024. 224 с.
3. Шейнин А.В. Психология игрового взаимодействия: от вовлечения до удержания. М.: ИНФРА-М, 2022. 215 с.
4. Андреева К.Д. Визуальный нарратив в цифровых играх: теория и практика. СПб.: Алетейя, 2024. 176 с.

References

1. Shell D. *Geymdizayn. Kak sozdat' igru, v kotoruyu budut igrat' vse*. [Game Design: How to Create a Game Everyone Will Play]. Moscow. Alpina Publisher, 2019. 640 pp. (in Rus.)

2. Justin G. *Dumay kak geym-dizayner. Tvorcheskoye myshleniye i effektivnoye upravleniye igrovym proyektom.* [Think Like a Game Designer: Creative Thinking and Effective Game Project Management]. Moscow. Eksmo, 2024. 224 pp. (in Rus.)
3. Sheynin A.V. *Psikhologiya igrovogo vzaimodeystviya: ot вовлечeniya do uderzhaniya.* [Psychology of gaming interaction: from involvement to retention]. Moscow. INFRA-M, 2022. 215 pp. (in Rus.)
4. Andreyeva K.D. *Vizual'nyy narrativ v tsifrovyykh igrakh: teoriya i praktika.* [Visual narrative in digital games: theory and practice]. St. Petersburg. Aletheia, 2024. 176 pp. (in Rus.)

УДК 004.514:316.77

А.А. Истоменко, Е.В. ГоринаСанкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18**МЕТОДИКИ ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕКЛАМНЫХ ПРОДУКТОВ ПРЕДПРИЯТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

© А.А. Истоменко, Е.В. Горина 2026

В статье рассматриваются современные методики дизайн-проектирования рекламных продуктов с применением информационных технологий. Проведен анализ инструментов искусственного интеллекта, дополненной и виртуальной реальности, 3D-моделирования и моушн-дизайна. Выполнен сравнительный анализ эффективности традиционных и цифровых методов визуализации. Представлены результаты экспериментально-опросного исследования использованы количественное анкетирование (67 респондент), подтверждающие влияние дизайн-решений на вовлеченность аудитории в сфере информационных технологий. Обоснована целесообразность использования методик проектирования, интегрирующих преимущества различных технологий для повышения конкурентоспособности предприятий.

Ключевые слова: дизайн-проектирование, рекламный продукт, информационные технологии, искусственный интеллект, дополненная реальность, 3D-моделирование, моушн-дизайн, эффективность рекламы.

A.A. Istomenko, E.V. GorinaSaint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18**METHODOLOGIES OF DESIGN-PROJECTING ADVERTISING PRODUCTS OF ENTERPRISES USING MODERN INFORMATION TECHNOLOGY TOOLS**

The article discusses modern methods of design-projecting advertising products using information technologies. It analyzes the tools of artificial intelligence, augmented and virtual reality, 3D modeling, and motion design. A comparative analysis of the effectiveness of traditional and digital visualization methods is performed. The results of an experimental survey study using quantitative questionnaires (67 respondents) are presented, confirming the impact of design solutions on audience engagement in the field of information technologies. The expediency of using design methods that integrate the advantages of various technologies to increase the competitiveness of enterprises has been substantiated.

Keywords: design-projecting, advertising product, information technologies, artificial intelligence, augmented reality, 3D modeling, motion design, advertising effectiveness.

Введение. В условиях цифровой трансформации экономических систем дизайн рекламных продуктов утрачивает сугубо эстетическую функцию, приобретая статус стратегического инструмента управления восприятием бренда и коммуникации с целевой аудиторией. Современные информационные технологии детерминируют трансформацию подходов к дизайн-проектированию, расширяя творческие возможности и обеспечивая создание интерактивных, адаптивных и персонализированных решений.

Актуальность настоящего исследования обусловлена стремительной цифровизацией маркетинговой среды, интенсификацией конкурентной борьбы и эскалацией требований потребителей к качеству визуальных коммуникаций. Внедрение таких технологий, как искусственный интеллект, виртуальная (VR) и дополненная реальность (AR), 3D-моделирование и моушн-дизайн, инициирует необходимость пересмотра устоявшихся методик проектирования с целью обеспечения устойчивых конкурентных преимуществ хозяйствующих субъектов.

Целью работы выступает изучение влияния дизайн-проектирования рекламных продуктов в современных информационных технологиях на эффективность и выявление факторов, детерминирующих их восприятие потребителями. Достижение поставленной цели предполагает решение следующих задач:

- рассмотрение методик дизайн-проектирования;
- анализ возможностей современных ИТ-средств;
- выделение методов их применения;
- проведение экспериментального исследования для проверки гипотезы о применении методов и эффективностью рекламы.

Объектом исследования выступают информационные технологии в процессе визуализации дизайн-продуктов, предметом — методы проектирования интерактивных и адаптивных рекламных материалов. Период исследования охватывает сентябрь – декабрь 2025 г.

Теоретические аспекты и классификация технологий. Дизайн-проектирование рекламных продуктов представляет собой системную деятельность, интегрирующую стратегическое планирование, эстетическое моделирование и технологическую реализацию для обеспечения эффективной бренд-коммуникации. Современная методология проектирования эволюционирует от линейных процессов к итеративным подходам, в которых ключевая роль принадлежит цифровым инструментам.

Современные средства информационных технологий классифицировать по функциональному назначению на следующие категории: генеративные средства на базе искусственного интеллекта, иммерсивные технологии (VR/AR), средства динамической визуализации 3D и моушн-дизайн, а также инструменты обеспечения системной айдентики.

Искусственный интеллект выступает инструментом автоматизации творческих процессов и генерации контента. Нейросетевые алгоритмы осуществляют анализ предпочтений аудитории, генерируют уникальные визуальные образы и персонализируют макеты в режиме реального времени, что позволяет существенно ускорить производственные циклы и масштабировать креативные решения [4].

Технологии дополненной и виртуальной реальности формируют иммерсивный опыт взаимодействия потребителя с брендом. AR обеспечивает наложение цифровых объектов на физическое пространство, трансформируя пассивное наблюдение в активное действие посредством виртуальной примерки товара или активации скрытого контента на упаковке [1], [3]. Виртуальная реальность, в свою очередь, создает условия для полного погружения в бренд-среду, что представляется эффективным инструментом презентации сложных продуктов и формирования глубинных эмоциональных ассоциаций [5].

3D-моделирование и моушн-дизайн расширяют репертуар средств визуальной коммуникации. 3D-графика позволяет создавать фотореалистичные цифровые двойники объектов, демонстрировать их внутреннюю структуру и интегрировать модели в интерактивные сценарии [2]. Моушн-дизайн превращает статику в динамику: анимируя графические элементы, он создаёт временное измерение, которое эффективно удерживает внимание пользователей в цифровых платформах. [6].

Компьютерные технологии обеспечивают консистентность бренда посредством использования векторной графики и параметрических гайдлайнов, минимизируя риск искажения визуальной идентичности при воспроизведении на различных носителях [7]. Классификация технологий и их функции в дизайн-проектировании представлены в таблице 1.

Таблица 1. Классификация информационных технологий в дизайн-проектировании

Технология	Функция проектировании	Преимущества	Пример применения
Искусственный интеллект	Генерация контента; анализ данных; персонализация	Ускорение процессов; вариативность; масштабирование	Генерация изображений; подбор палитры; персонализированные баннеры
Дополненная реальность (AR)	Наложение цифровых объектов; интерактивные сценарии	Активное вовлечение; «вау-эффект»; виртуальная примерка	AR-фильтры; интерактивная упаковка; визуализация в интерьере
Виртуальная реальность (VR)	Создание иммерсивной цифровой среды	Глубокое погружение; эмоциональное воздействие	Виртуальные туры; презентации сложных продуктов
3D-моделирование	Разработка объемных цифровых моделей	Фотореализм; обзор под любым углом; интеграция в AR	Визуализация устройств; 3D-конфигураторы
Моушн-дизайн	Анимация графики и типографики	Удержание внимания; динамическая инфографика	Рекламные ролики; анимированные логотипы
Технологии айдентики	Обеспечение системности стиля	Консистентность; минимизация ошибок	Векторные логотипы; автоматизация верстки

Интеграция представленных технологий в методику проектирования способствует переходу от статичных изображений к многомерным продуктам, расширяя креативные возможности, повышая точность таргетинга и усиливая воздействие рекламы, что выступает ключевым фактором конкурентоспособности в цифровой среде. При этом выбор конкретного метода должен базироваться на результатах сравнительного анализа эффективности и соответствия задачам рекламной кампании.

Сравнительный анализ методов дизайн-проектирования. Выбор метода визуализации детерминирует функциональные характеристики, экономические параметры и итоговую эффективность рекламного продукта. Сравнительный анализ графики, генеративного искусственного интеллекта и 3D-моделирования позволяет выявить специфические преимущества каждого подхода (таблица 2).

Методы характеризуются высокой точностью воспроизведения фирменного стиля и опираются на принципы композиции, однако отличаются трудоемкостью при внесении изменений и ограниченной вариативностью [7]. Генеративный ИИ демонстрирует максимальную скорость создания контента и возможности персонализации, позволяя адаптировать дизайн под сегменты аудитории в реальном времени, но требует контроля со стороны дизайнера для обеспечения соответствия бренд-стратегии [4]. 3D-моделирование предоставляет высокую гибкость активов: одна модель может быть использована для рендеров, анимации и AR-приложений, обеспечивая детализацию и зрелищность, особенно в сочетании с моушн-дизайном [2], [6].

Таблица 2. Сравнительная характеристика методов визуализации

Критерий	Традиционная графика	Генеративный ИИ	3D-моделирование
Скорость создания	Средняя, зависит от сложности	Очень высокая, автоматизация	Низкая на старте, высокая при повторном использовании
Гибкость	Средняя, вектор масштабируем	Высокая, легкая адаптация	Очень высокая, смена ракурсов и материалов
Персонализация	Низкая, трудоемкость	Максимальная, анализ данных	Средняя, через интерактивные сценарии
Визуальное воздействие	Высокое, при грамотной композиции	Высокое, новизна образов	Максимальное, объем и фотореализм
Скорость создания	Средняя, зависит от сложности	Очень высокая, автоматизация	Низкая на старте, высокая при повторном использовании
Гибкость	Средняя, вектор масштабируем	Высокая, легкая адаптация	Очень высокая, смена ракурсов и материалов
Персонализация	Низкая, трудоемкость	Максимальная, анализ данных	Средняя, через интерактивные сценарии
Визуальное воздействие	Высокое, при грамотной композиции	Высокое, новизна образов	Максимальное, объем и фотореализм

Анализ интерактивных форматов свидетельствует об их преимуществе в вовлечении аудитории по сравнению со статичной рекламой. Моушн-дизайн эффективно удерживает внимание за счет динамики, превосходя статичные форматы в цифровых лентах, где движение выступает первичным фактором привлечения взгляда [6]. AR-технологии трансформируют пользователя из наблюдателя в участника коммуникации, снижая неопределенность при принятии решения о покупке посредством интерактивности, что положительно коррелирует с конверсией и лояльностью [1], [5]. VR обеспечивает максимальное эмоциональное воздействие, однако характеризуется высокими барьерами внедрения вследствие стоимости производства и требований к аппаратному обеспечению [3], [5].

Оптимальная методика проектирования предполагает гибридный подход, в рамках которого дизайнер интегрирует преимущества различных технологий в зависимости от целей кампании, характеристик целевой аудитории и доступных ресурсов предприятия.

Результаты экспериментально-опросного исследования. Для верификации гипотезы о влиянии методов дизайн-проектирования на эффективность рекламы было проведено онлайн-исследование с использованием сервиса Google Forms. Участникам предлагалось оценить рекламные продукты, созданные с применением классической графики, 3D-моделирования, AR, моушн-дизайна и ИИ, по критериям

В опросе приняли участие 67 респондентов. Выборочная совокупность репрезентативна для цифровой аудитории: 52,2% составили пользователи в возрасте 18–24 лет, 64,2% респондентов сталкиваются с рекламой постоянно, что свидетельствует о высокой насыщенности информационного поля (рис. 1).

2. Как часто вы сталкиваетесь с рекламой в цифровой среде (соцсети, сайты, приложения)?
67 ответов

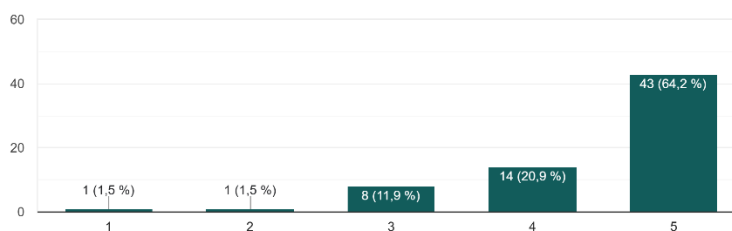


Рис. 1 — Демографический состав респондентов и частота контакта с рекламой

Анализ поведенческих паттернов выявил высокую избирательность внимания: 53,7% респондентов пропускают рекламу немедленно, 29,9% останавливаются при условии привлекательности визуального решения, 28,4% — при наличии интересного предложения. Активные действия совершают лишь 17,9% пользователей. Полученные данные подтверждают, что в условиях информационной перегрузки дизайн выступает ключевым фактором преодоления «баннерной слепоты».

Сравнительный анализ форматов показал, что моушн-дизайн обладает наивысшей способностью мотивировать к целевому действию: 55,2% респондентов выбрали динамичный ролик как формат, подвигнуть к переходу на сайт, против 9,0% у статичного макета и 23,9% у интерактивных форматов (рис. 2). Данный результат свидетельствует о том, что динамическая визуализация более эффективно конвертирует внимание в действие, последовательно раскрывая информацию и удерживая фокус [6].

13. Какой формат рекламы с наибольшей вероятностью побудит вас перейти на сайт бренда или совершить целевое действие?
67 ответов



Рис. 2 — Эффективность форматов: побуждение к целевому действию

Влияние 3D-визуализации на доверие к бренду подтверждено ответами 61,2% респондентов, отметивших, что качественная 3D-модель способствует детальному рассмотрению объекта и повышает доверие к качеству продукта. Видеоролики с 3D-графикой получили наивысшую среднюю оценку привлекательности (3,61 балла из 5). Полученные результаты коррелируют с теоретическими положениями о том, что 3D-моделирование обеспечивает максимальное визуальное воздействие и детализацию, положительно влияя на восприятие продукта [2].

Оценка интерактивных методов показала, что 43,3% участников готовы совершить покупку после AR-примерки, поскольку данная опция снижает неопределенность. Вместе с тем выявлены технические барьеры: 37,3% респондентов указали на длительную загрузку и высокие требования к интернет-соединению, 26,9% — на отсутствие подходящего устройства (рис. 3), что актуализирует необходимость оптимизации AR-решений для повышения доступности [1], [5].

6. Увеличивает ли наличие качественной 3D-модели товара ваше доверие к бренду и желание узнать подробности?

67 ответов

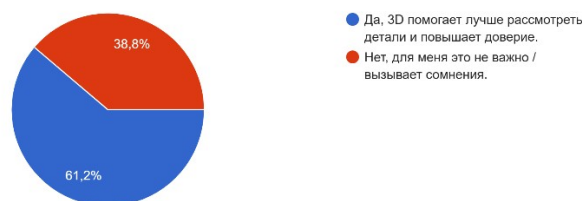


Рис. 3 — Влияние 3D-визуализации на доверие

Отношение к использованию искусственного интеллекта в дизайне характеризуется неоднозначностью. С одной стороны, 41,8% респондентов констатируют нерелевантность рекламных предложений, что указывает на потребность в персонализации, которую способны обеспечить алгоритмы ИИ [4]. Пользователи демонстрируют «усталость от ИИ»: по результатам анализа комментариев, они критикуют рекламные материалы, созданные нейросетями, за искажение реальных свойств товаров. При этом 34,3 % опрошенных дополнительно выражают опасения относительно конфиденциальности данных. Данный факт подчеркивает важность контроля качества: искусственный интеллект следует применять как вспомогательный инструмент под надзором дизайнера для сохранения доверия аудитории.

Верификация гипотезы осуществлялась посредством оценки ключевых утверждений:

- «Качественный дизайн рекламы напрямую влияет на доверие к качеству продукта» получило среднюю оценку 3,66 балла (56,8% респондентов согласны или полностью согласны);
- «Слишком сложная или перегруженная эффектами реклама вызывает раздражение» получило высокую оценку 4,25 балла (59,7% полностью согласны).

Полученные данные подтверждают гипотезу о наличии прямой связи между применением современных методов дизайн-проектирования и эффективностью рекламы. Использование 3D-моделирования, моушн-дизайна и AR статистически значимо коррелирует с повышением доверия, внимания и готовности к совершению покупки. Вместе с тем выявлено ограничение: эффективность снижается при избыточной насыщенности эффектами, что требует соблюдения баланса между технологичностью, качеством исполнения и релевантностью контента.

Заключение Результаты проведённого исследования подтвердили гипотезу о значимом влиянии современных методик дизайн-проектирования на эффективность рекламных продуктов.

Внедрение информационных технологий демонстрирует следующие эффекты:

- Искусственный интеллект ускоряет производственные процессы и позволяет реализовать персонализацию рекламных сообщений, хотя требует контроля качества для избегания искажения свойств товаров и учёта опасений пользователей по поводу конфиденциальности данных (34,3 % опрошенных);
- 3D-моделирование повышает доверие к бренду: 61,2 % респондентов отметили, что качественная 3D-модель способствует детальному рассмотрению объекта и усиливает восприятие качества продукта;
- Моушн-дизайн показал наивысшую способность мотивировать к целевому действию: 55,2 % участников опроса выбрали динамичный ролик как формат, побуждающий перейти на сайт, против 9,0 % у статичного макета;
- AR/VR-технологии создают уникальный клиентский опыт и повышают вовлечённость: 43,3 % готовы совершить покупку после AR-примерки, хотя выявлены технические барьеры (длительная загрузка, требования к устройствам).

Экспериментальные данные подтверждают, что гибридный подход, сочетающий эти технологии с учётом целей кампании и характеристик аудитории, обеспечивает устойчивое конкурентное преимущество в цифровой среде.

Список литературы:

1. Аминова Г. Г., Козырева Л. К. Технологии виртуальной и дополненной реальности в дизайне рекламы // КиберЛенинка. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-virtualnoy-i-dopolnennoy-realnosti-v-dizayne-reklamu> (дата обращения: 02.12.2025).
2. Артыкбаев А. К. Способы использования 3D-моделирования в современной рекламе на примере технологий дополненной реальности // Вестник Кабардино-Балкарского государственного университета им. С. М. Кирова. 2021. Т. 1. № 3. С. 60-71.

3. Ипатова Н. В. Технологии дополненной (AR) и виртуальной реальности (VR) в рекламе и связях с общественностью // Молодой учёный. 2024. № 4 (503). С. 146–148.
4. Сейдаметова Д. Э., Чертков И. В. Возможности применения искусственного интеллекта в создании рекламной продукции и дизайна // КиберЛенинка. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-primeneniya-iskusstvennogo-intellekta-v-sozdanii-reklamnoy-produktsii-i-dizayna> (дата обращения: 02.12.2025).
5. Ткач Д. П., Просвиркин Б. Л. AR и VR в маркетинге: создание уникального клиентского опыта через виртуальную реальность // Вестник науки. 2024. № 7 (76). Т. 1. URL: <https://www.vestnik-nauki.ru> (дата обращения: 02.12.2025).
6. Уэскер А. К., Котова И. А. Анализ особенностей и перспектив 3D моушн-дизайна в рекламе продукта // Электронный архив УрГПУ. 2024. URL: <https://elar.uspu.ru/handle/uspu/12345> (дата обращения: 02.12.2025).
7. Богаткина О. С. Использование компьютерных технологий для рекламы и создания печатной айдентики // Современные технологии в дизайне и рекламе. 2022. № 4. С. 45–50.

References:

1. Aminova G. G., Kozyreva L. K. Virtual and Augmented Reality Technologies in Advertising Design // CyberLeninka. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-virtualnoy-i-dopolnnoy-realnosti-v-dizayne-reklamy> (accessed: 02.12.2025).
2. Artykbaev A. K. Ways to Use 3D Modeling in Modern Advertising Using Augmented Reality Technologies // Bulletin of the Kabardino-Balkarian State University. 2021. Vol. 1, No. 3. pp. 60–71.
3. Ipatova N. V. Augmented (AR) and Virtual Reality (VR) Technologies in Advertising and Public Relations // Young Scientist. 2024. No. 4 (503). P. 146–148.
4. Seidametova D. E., Chertkov I. V. Possibilities of Applying Artificial Intelligence in the Creation of Advertising Products and Design // CyberLeninka. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-primeneniya-iskusstvennogo-intellekta-v-sozdanii-reklamnoy-produktsii-i-dizayna> (date of access: 02.12.2025).
5. Tkach D. P., Prosvirkin B. L. AR and VR in Marketing: Creating a Unique Customer Experience through Virtual Reality // Herald of Science. 2024. No. 7 (76). Vol. 1. URL: <https://www.vestnik-nauki.ru> (date of access: 02.12.2025).
6. Wesker A.K., Kotova I.A. Analysis of the Features and Prospects of 3D Motion Design in Product Advertising // Electronic Archive of the Ural State Pedagogical University. 2024. URL: <https://elar.uspu.ru/handle/uspu/12345> (accessed: 02.12.2025).
7. Bogatkina O.S. Using Computer Technologies for Advertising and Creating Printed Identities // Modern Technologies in Design and Advertising. 2022. No. 4. pp. 45–50.

УДК 004.92

А.И. Ким, Е.Н. Дроздова

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

ПРОТОТИПИРОВАНИЕ ДЕСКТОПНОЙ ИГРЫ В ЖАНРАХ СИМУЛЯТОР КУЛИНАРИИ И ТАЙМ-МЕНЕДЖМЕНТ

© А.И. Ким, Е.Н. Дроздова, 2026

В статье рассматривается разработка прототипа десктопной игры в жанре симулятора кулинарии и тайм-менеджмента с использованием игрового движка Unity и языка программирования C#. Разработка игры в данном жанре требует фокуса на создании сбалансированного геймплея, где краткосрочные цели (успешный заказ) напрямую поддерживают долгосрочные (развитие заведения). В статье обсуждается концепция игрового проекта, поэтапно разбирается разработка прототипа и приводятся результаты тестирования.

Ключевые слова: прототипирование, игровая механика, геймплей, Unity, тестирование

A.I. Kim, E.N. Drozdova

Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18

PROTOTYPING A DESKTOP GAME IN THE GENRES OF COOKING SIMULATOR AND TIME MANAGEMENT

This article discusses the development of a prototype for a desktop cooking and time management simulator game using the Unity game engine and the C# programming language. Developing a game in this genre requires a focus on creating balanced gameplay, where short-term goals (successful ordering) directly support long-term goals (establishment development). The article discusses the game project's concept, walks through the prototype development process, and presents testing results.

Keywords: prototyping, game mechanics, gameplay, Unity, testing

Введение. В современной игровой индустрии значительную популярность сохраняют казуальные игры в жанрах симуляторов и тайм-менеджмента. Такие проекты, сочетающие в себе простоту восприятия, удовлетворение от постепенного прогресса и элементы творчества. Симуляторы кулинарии предлагают игрокам погрузиться в динамичную атмосферу ресторанного бизнеса, совмещая скорость реакции с небольшими элементами стратегического управления.

Ключевая особенность жанра заключается в синтезе двух основных игровых механик. Первая — это динамичный тайм-менеджмент, где игрок выступает в роли шефа или управляющего, вынужденного одновременно выполнять множество задач в условиях ограниченного времени: принимать заказы, готовить блюда по определенным рецептам, обслуживать клиентов и следить за состоянием кухни. Вторая — это стратегическая составляющая развития, где игрок инвестирует заработанные ресурсы в расширение и улучшение своего виртуального бизнеса.

Игровой процесс строится по циклической схеме: выполнение операций: игрок взаимодействует с интерактивными объектами кухни (плита, ингредиенты, посуда) для приготовления блюд, указанных в заказах; получение обратной связи: успешное и своевременное выполнение заказа вознаграждается внутриигровой валютой и очками опыта. Ошибки или задержки приводят к снижению награды или провалу уровня; инвестирование и прогресс: накопленные ресурсы тратятся на: функциональные улучшения (покупка более эффективного оборудования, ускоряющего процессы, или разблокировка новых рецептов, увеличивающих сложность и разнообразие); кастомизацию (изменение внешнего вида персонажа или интерьера заведения); усложнение задач: с прогрессом игрока увеличивается количество клиентов, усложняются рецепты, появляются новые типы заведений (кофейня, пиццерия, суши-бар), что поддерживает интерес за счет новизны.

Таким образом, предметная область концентрируется вокруг повторяющегося цикла «действие-вознаграждение-развитие».

В данной статье рассматривается разработка прототипа десктопной игры «Foodmania» в жанре симулятора кулинарии и тайм-менеджмента с использованием игрового движка Unity и языка

программирования C#. Разработка игры в данном жанре требует фокуса на создании сбалансированного геймплея, где краткосрочные цели (успешный заказ) напрямую поддерживают долгосрочные (развитие заведения) [1]-[4].

1. Концепция игры

Игровой цикл заключается в следующем. Сначала игрок запускает одно заведение общепита. Основной игровой процесс состоит из обслуживания клиентов (тайм-менеджмент, готовка). За выполненные заказы клиентов игрок получает валюту и опыт, за которые игрок может приобрести более продвинутое кухонное оборудование, элементы интерьера, более сложные рецепты. Также игрок за валюту и опыт может изменять внешний вид своего персонажа. От скорости, сложности заказа, размера заказа и качества выполнения заказа (правильно ли приготовлен заказ, все ли позиции присутствуют в заказе) зависит размер вознаграждения, которое получает игрок. С прогрессом игрок открывает новые локации и кухни, и цикл повторяется.

Референсы на геймплей и механики: игра «Cooking Fever» — базовая механика готовки, игра «Cooking Diary» — кастомизация персонажей и интерьера и перемещение персонажа по помещению, игра «Diner dash» — перемещение персонажа по помещению.

Ключевой игровой цикл строится на трех основах: обслуживание клиентов (тайм-менеджмент): динамичный процесс приема заказов, их приготовления и подачи в условиях ограниченного времени; приготовление блюд: интерактивный процесс, включающий выбор ингредиентов, их приготовления на кухонном оборудовании и сборку готового блюда на тарелке; кастомизация и прогрессия: развитие заведения и персонажа за счет заработанной валюты и опыта (улучшение оборудования, открытие рецептов, смена интерьера и внешнего вида шефа).

Рассмотрим ключевые элементы интерфейса: экран конструктора меню, игровой экран и окно результатов уровня.

Экран конструктора меню: центральная зона: в центре игрового экрана находится стол с подносом, слева располагаются ингредиенты, из которых игрок составляет блюда и добавляет их в меню; нижняя панель: внизу игрового экрана находятся кнопки для начала игры, сборки блюда сначала, добавления блюда в меню.

Игровой экран: верхняя панель: на верхней панели должны располагаться таймер, счетчик очков, полученных за правильно выполненные заказы; центральная зона и нижняя панель: в центре игрового экрана находится кухня с рабочими поверхностями, плитой, продуктами и прилавком с заказами клиентов.

Окно результатов уровня: окно появляется в завершении уровня; содержит надпись о статусе текущего уровня (уровень пройден или не пройден).

Далее опишем игровую логику. Логика главного персонажа (вид от первого лица): взаимодействие с объектами (ингредиенты, оборудование) осуществляется кликом мыши; автоматическая анимация взятия предмета, начала готовки или подачи блюда; начисление очков и валюты происходит при правильной и своевременной подаче. Ошибки и задержки снижают награду.

Логика клиентов: клиенты появляются в зоне ожидания с визуализированным заказом (иконка блюда) и текстом.

Логика кухни и готовки: каждый интерактивный объект (сковорода, рабочая поверхность) имеет свой скрипт обработки; процесс готовки по времени (например, жарка на сковороде); готовое блюдо формируется на тарелке путем соединения обработанных ингредиентов.

Логика уровня и прогресса: уровень считается пройденным при успешном выполнении всех заказов в отведенное время (1 минута); в случае провала игроку предлагается повторить уровень или выйти из игры.

2. Разработка прототипа игры

2.1. Создание сцены

Первым шагом стала подготовка и построение игрового пространства. Ввиду ограниченных сроков и необходимости быстро получить визуально наполненную сцену, основной акцент был сделан на использовании готовых бесплатных ассетов. Через встроенный «Unity Asset Store» были найдены и импортированы бесплатные наборы 3D-моделей: модели еды: ингредиенты для бургеров (булочки, котлеты, сыр, салат, помидоры, бекон); кухонное оборудование и мебель: прилавок, плита, сковорода, столешницы, тарелки, столы, стулья и т.д.; персонажи: модели клиентов; визуальные эффекты: анимация дыма для процесса жарки. После импорта все модели были размещены на сцене для формирования целостного пространства кафе, как это показано на рисунке 1, а.

Рабочее пространство организовано следующим образом: справа от игрока (виртуальной камеры) размещены ингредиенты на столе, справа — зона с плитой и сковородой, чуть дальше располагается прилавок с тарелками, на которых собираются и подаются блюда клиентам.

Для обеспечения возможности взаимодействия с объектами всем ингредиентам и кухонной утвари были добавлены компоненты коллайдеров (Collider): на сложные по форме объекты (ингредиенты, сковорода) добавлены Mesh Collider, точно повторяющие их геометрию; на тарелки, как

объекты простой формы, добавлены Box Collider для оптимизации производительности. Этот этап заложил основу для будущей механики кликов и взаимодействия игрока с предметами на кухне.

2.2. Реализация механики приготовления и сборки блюд

Ядром прототипа игры стала логика интерактивного приготовления пищи. Она была реализована через систему скриптов, управляющих поведением объектов.

2.2.1. Логика добавления ингредиентов

Был создан скрипт «clickplace.cs» (рисунке 1, б), который назначался каждому ингредиенту на столе (булочка, сыр, салат и т.д.).

Принцип его работы: скрипт отслеживает событие OnMouseDown() — клик мышью по объекту; в зависимости от имени объекта (gameObject.name) на выбранную в данный момент тарелку (позиция gameFlow.plateXpos) создается клон (Instantiate) данного ингредиента; каждому ингредиенту присвоено числовое значение foodValue (например, нижняя булочка = 10000, котлета = 1000, сыр = 10, верхняя булочка = 1). Это значение добавляется к общему plateValue выбранной тарелки (например, значение для чизбургера равно 11011 = нижняя булочка 10000 + котлета 1000 + сыр 10 + верхняя булочка 1). Таким образом, состав блюда на тарелке кодируется простой суммой.

2.2.2. Механика приготовления котлеты

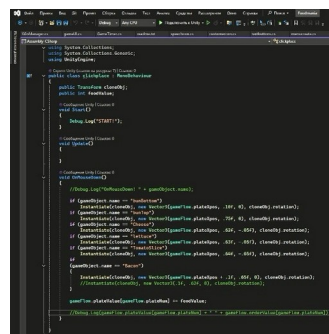
Для котлеты реализована более сложная логика, имитирующая процесс готовки: при клике на сырую котлету («meatcon.cs») ее клон создается не на тарелке, а на сковороде; на клон котлеты на сковороде привязывается скрипт «cookmove.cs», изображенный на рисунке 1, в. Он запускает корутину «cookTimer()».

По истечении трех секунд котлета меняет цвет на «обжаренный», а переменная «foodValue» становится равным 1000. Еще через три секунды она меняет цвет на черный («сгорела»), а переменная «foodValue» сбрасывается в ноль. Весь процесс сопровождается дымом («smokePrefab»), создающим визуальный эффект жарки, что видно на рисунке 1, г.

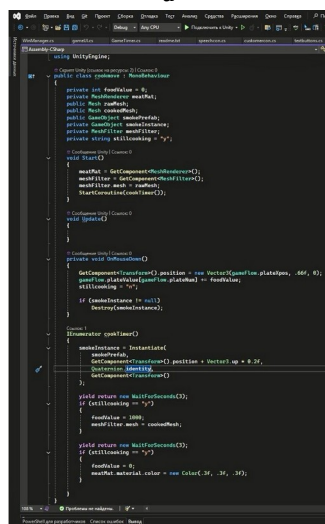
Пока котлета готовится, игрок может кликнуть на нее, чтобы переместить на тарелку. При этом фиксируется ее текущее значение foodValue (0, 1000 или 0 для сгоревшей) и останавливается таймер готовки.



а



б



в



г

Рис. 1. Разработка сцены и базовых механик: а — создание сцены «кафе»; б — скрипт «clickplace.cs»; в — скрипт «cookmove.cs»; г — процесс «жарки котлеты»

2.2.3. Система выбора тарелки

Для работы с тремя тарелками подачи реализована система выбора (рисунок 2, а): глобальные статические переменные в скрипте «gameFlow.cs» (plateNum, plateXpos) хранят номер текущей выбранной тарелки (0, 1, 2) и ее координату X; при нажатии клавиши «Tab» (проверка в Update() «gameFlow.cs») эти значения обновляются по циклу; визуальным индикатором выбора служит объект «plateSelector» (ярко-зеленая подсветка), позиция которого (plateXpos) синхронизируется с положением выбранной тарелки.

Часть кода скрипта «gameFlow.cs», реализующая систему выбора тарелок (рисунок 2, б).

Все операции с ингредиентами (добавление клона, расчет «plateValue») привязаны к текущим «plateXpos» и «plateNum».

2.3 Реализация системы заказов и клиентов

Чтобы создать игровой вызов, была реализована система генерации заказов и их обслуживания.

2.3.1 Логика появления клиентов и заказов

При старте уровня в «gameFlow.cs» запускается корутина «customerSpawn()», которая с интервалом в две секунды создает (Instantiate) клиентов на сцене.

Каждый клиент (объект с Rigidbody и Animator) получает скрипт «customercon.cs». Этот скрипт управляет его анимацией («идти»), движением к прилавку и остановкой.

После подхода к прилавку (через три секунды) над клиентом создается объект «speech bubble» (облачко с текстом) (рисунок 2, в), а в глобальный массив «orderValue[]» (индекс соответствует номеру тарелки/клиента) записывается числовой код его заказа (например, 11011 для чизбургера).

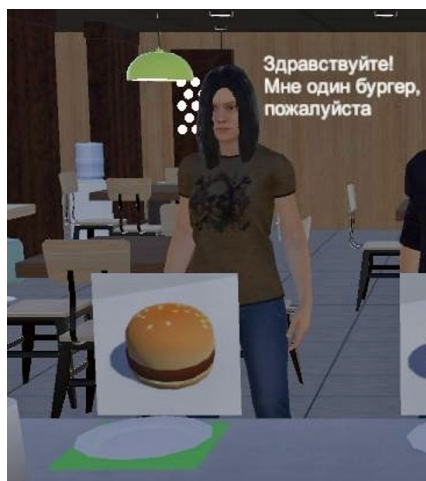
В скрипте «gameFlow.cs» в методе Update() происходит постоянная проверка значений «orderValue[]». Если оно соответствует одному из известных кодов блюда (11001, 11011, 11101, 11111), то на соответствующем Plane (визуальном индикаторе над тарелкой) меняется текстура (material.mainTexture) на изображение этого блюда. Данная логика описана в коде (рисунок 2, г).



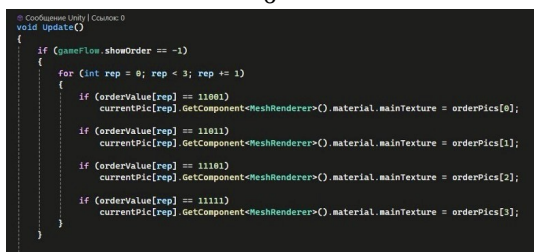
а



б



в



г

Рис. 2. Реализация логики игры: а — система выбора тарелки; б — часть скрипта «gameFlow.cs»; в — клиент «customer1»; г — код для отображения заказа

Это дает игроку четкую визуальную подсказку, какое блюдо было заказано конкретным клиентом.

2.3.2. Механика подачи и проверки блюда

На каждую тарелку назначен скрипт «serveplate.cs», изображенный на рисунке 3, а. Его логика: при клике на тарелку (OnMouseDown()) проверяется условие: совпадает ли код собранного на ней блюда (gameFlow.plateValue[plateNum]) с кодом активного заказа для этой тарелки

(gameFlow.orderValue[plateNum]). Если заказ верный, вызывается метод «AddBurger()» из «GameUI», который увеличивает счетчик «burgersMade».

Независимо от правильности, вызовом «RegisterOrderServed()» в «WinManager» регистрируется факт выдачи заказа. После подачи происходит «очистка»: заказ обнуляется (orderValue[plateNum] = 0), изображение с Plane пропадает, клиент и его текстовое облако уничтожаются (Destroy), а все ингредиенты с тарелки также удаляются (через скрипт «removefood.cs», который отслеживает флаг «emptyPlateNow»).

3. Создание пользовательского интерфейса

Для завершения игрового цикла были разработаны интерфейс и система оценки результата.

3.1. Таймер и счетчик очков

Был создан компонент «Canvas» с элементами «TextMeshPro» для отображения времени и счета: таймер: в скрипте «GameUI.cs» в методе «Update()» переменная «timeLeft» уменьшается на величину «Time.deltaTime». Значение форматируется в минуты и секунды и выводится на экран. Счетчик начинает работу с 60 секунд; счетчик бургеров: переменная «burgersMade» отображает количество правильно собранных и поданных блюд. Она обновляется через публичный метод «AddBurger()», который вызывается из «serverplate.cs».

3.2. Система победы и поражения

Скрипт «WinManager.cs» управляет завершением уровня. Он отслеживает два основных условия:

победа: автоматически наступает, если счетчик «burgersMade» в «GameUI» достигает значения 3. На экране активируется панель «winPanel» с поздравлением и итоговым счетом, что изображено на рисунке 3, б.

проигрыш: наступает в двух случаях: по таймеру: если «timeLeft» в «GameUI» становится меньше или равен 0, а «burgersMade» меньше 3; по заказам: с помощью счетчика «ordersServed» отслеживается, были ли выданы все три заказа (даже неправильные). Если все три заказа выданы (ordersServed >= 3), но верных бургеров («burgersMade») все еще меньше 3, игра также заканчивается поражением.

При проигрыше активируется панель «losePanel» с указанием причины (время вышло / недостаточно правильных заказов) и детальной статистикой (рисунок 3, в).

Для панели реализованы кнопки «Перезапуск» (перезагрузка текущей сцены) и «Выход» (закрытие приложения).

4. Тестирование и проверка гипотез

Созданный прототип позволил провести первичное тестирование ключевых гипотез, сформулированных на этапе проектирования.

4.1. Проверка гипотезы № 1

Формулировка: механика самостоятельного составления меню может показаться излишней подготовительной рутинной.

Реализация в прототипе: механика была реализована в виде отдельной сцены-конструктора («menucreate.cs»), где игрок комбинирует ингредиенты и собирает блюдо, которое затем добавляется в меню. Это изображено на рисунке 3, г.

Предварительный вывод: по результатам опроса, тестировщики отметили, что возможность создать собственное меню показалась им новым и интересным подходом. Наблюдение также не выявило попыток игроков минимизировать или пропустить этот этап.

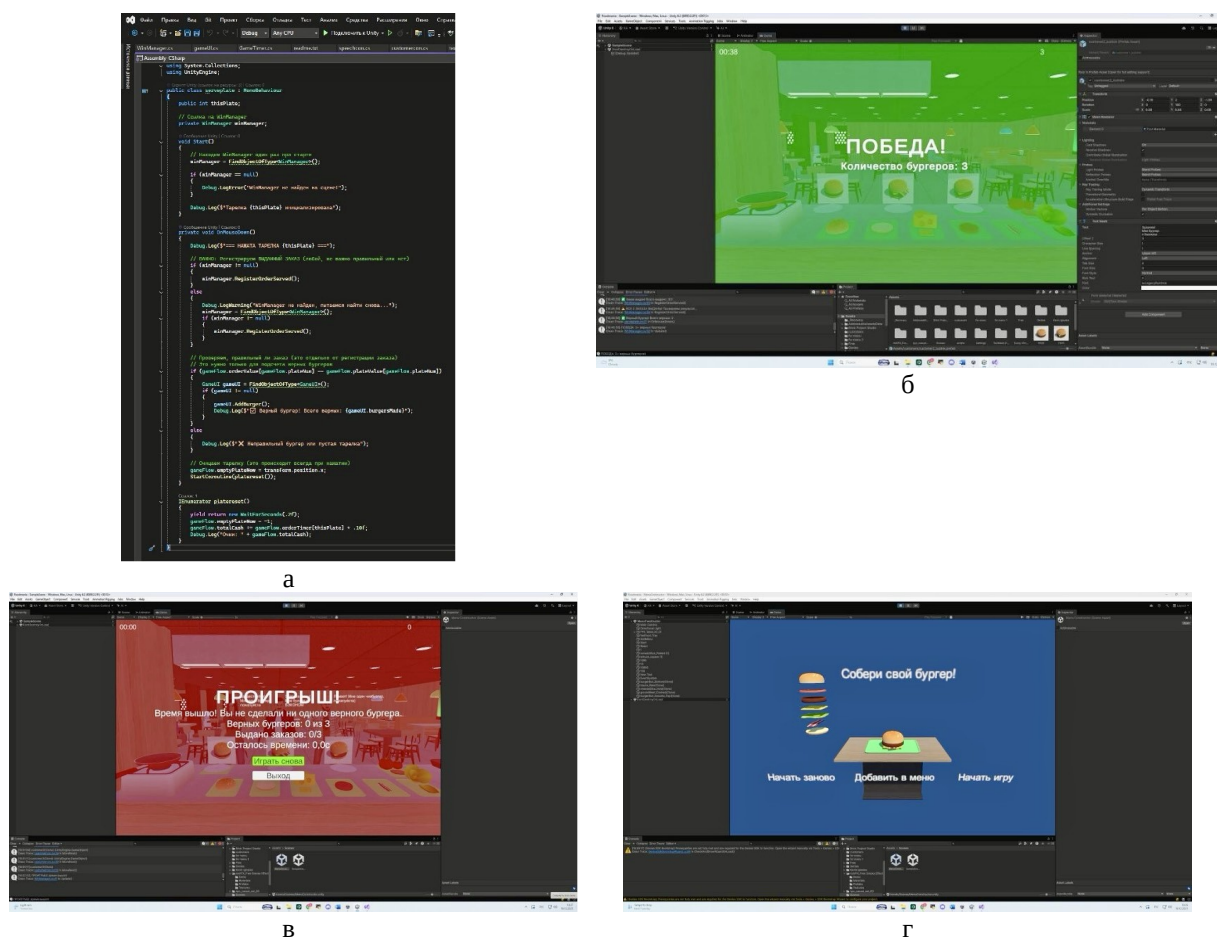


Рис. 3. Разработка игровых механик и интерфейса: а — скрипт «serveplate.cs»; б — окно выигрыша; в — окно проигрыша; г — конструктор меню

4.2. Проверка гипотезы № 2

Формулировка: в условиях тайм-менеджмента визуальные подсказки о состоянии блюда могут быть недостаточно понятными.

Реализация в прототипе: были реализованы четкие индикаторы: изменение цвета и меша котлеты, эффект дыма, числовые коды заказов, отображаемые в виде картинок на Plane.

Предварительный вывод: во время внутреннего тестирования эти индикаторы показали свою эффективность. Игроки, знакомые с жанром, быстро понимали логику готовки котлеты (сырая → готовая → сгоревшая) и без труда сопоставляли картинку заказа с необходимыми ингредиентами. Это указывает на то, что выбранный подход к визуальной коммуникации является корректным.

4.3. Проверка гипотезы № 3

Формулировка: прототип может быть воспринят как неотличимый от существующих аналогов.

Реализация в прототипе: отличительной чертой прототипа игры стал конструктор меню, реализованный в виде отдельной сцены, где игрок комбинирует ингредиенты, формируя таким образом список блюд, которые будут заказаны в основной игре.

Предварительный вывод: реакция тестировщиков на механику конструктора меню оказалась показательной. В существующих аналогах, с которыми они были знакомы, меню, как правило, жестко фиксировано на уровне.

Заключение. Таким образом, успешно разработан функциональный прототип игры «Foodmania». Реализованы все ключевые элементы: интерактивная кухня с физикой взаимодействия, система приготовления блюд с визуальной обратной связью, механика принятия и выполнения заказов, пользовательский интерфейс с таймером и счетчиком, а также система определения победы и поражения.

Прототип не только демонстрирует жизнеспособность основной игровой механики (динамичный тайм-менеджмент на кухне), но и служит инструментом для проверки гипотез. Созданный прототип является прочным фундаментом для дальнейшего развития проекта — добавления новых рецептов, локаций, системы кастомизации и монетизации, а также для проведения более масштабного

тестирования с целевой аудиторией. Готовый проект представлен в рамках выставки студенческих работ по геймдизайну, с которой можно ознакомиться по ссылке https://vk.ru/hspm_game_expo

Список литературы

1. Костер Р. Разработка игр и теория развлечений. Москва: Трэнтэкс, 2018. 279 с.
2. Джастин Г. Думай как гейм-дизайнер. Творческое мышление и эффективное управление игровым проектом. Москва: Эксмо, 2024. 224 с.
3. Денисов Д. В. Разработка игры на Unity. С нуля до публикации. Москва: ЛитРес, 2021. 227 с.
4. Прототипирование в геймдеве. URL: <https://spiiin.github.io/blog/2537188794> (дата обращения: 15.03.2026)

References

1. Koster R. *Razrabotka igr i teoriya razvlecheniy*. [Game Development and Entertainment Theory]. Moscow. Trentex, 2018. 279 pp. (in Rus.)
2. Justin G. *Dumay kak geim-dizayner. Tvorcheskoye myshleniye i effektivnoye upravleniye igrovym proyektom*. [Think Like a Game Designer: Creative Thinking and Effective Game Project Management]. Moscow. Eksmo, 2024. 224 pp. (in Rus.)
3. Denisov D. V. *Razrabotka igry na Unity. S nulya do publikatsii*. [Game Development in Unity: From Scratch to Publication]. Moscow. LitRes, 2021. 227 pp. (in Rus.)
4. *Prototipirovanie v gejmdeve*. URL: <https://spiiin.github.io/blog/2537188794>[Prototyping in Game Design]. (date accessed: 15.03.2026)

УДК 004.925.83

Киселев А.Ю., Горина Е.В.

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА 3D-ГЕНЕРАЦИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОД СГЛАЖИВАНИЕ

© Киселев А. Ю., Горина Е.В. 2026

В статье рассматривается качество 3D-генерации на основе искусственного интеллекта для моделирования объектов под сглаживание. На примере трёх геометрических объектов сравниваются ручные и полученные с помощью сервиса Tripo AI модели в режимах стандартной генерации и Smart Mesh с последующей ретопологией. Оценка проводилась по критериям: затраченное время, точность совпадения концепта, количество вершин и готовность моделей к использованию сглаживания.

Ключевые слова — искусственный интеллект; 3D-моделирование; Subdivision Surface; ретопология; твердотельное моделирование; игровая индустрия; Tripo AI

Kiselev A.I., Gorina E.V.

Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18

ASSESSMENT OF AI-BASED 3D GENERATION QUALITY FOR SUBDIVISION SURFACE MODELING

The article examines the suitability of AI-based 3D generation for professional subdivision surface modeling. Three geometric objects created manually are compared with models generated by the Tripo AI service in standard and Smart Mesh modes, followed by automatic retopology. The evaluation uses four criteria: production time, concept accuracy, vertex count, and readiness of the models for use in a Subdivision Surface pipeline.

Keywords — artificial intelligence; 3D modeling; subdivision surface; retopology; solid modeling; game industry; Tripo AI

Введение

Искусственный интеллект активно используется авторами в творческой сфере деятельности для ускорения процесса создания от идеи до продукта, в особенности это затрагивает такие профессии как 3D художник, 2D художник, и игровую индустрию. По оценкам НИУ ВШЭ, совокупные потери авторов от замещения их труда генеративным ИИ могут достигнуть 1 трлн рублей к 2030 году, при этом наибольшему воздействию подвергнутся визуальные и технические специальности [1].

На фоне этих оценок часто звучит тезис «Искусственный интеллект заменит вашу профессию».

Однако практическая проверка данного утверждения требует конкретных экспериментов, а не только прогнозов.

В сфере игровой индустрии одним из ключевых методов создания объектов является моделирование под сглаживание, также именуемое твердотельным моделированием. Данный метод предполагает построение упрощённого каркаса с оптимальным количеством полигонов, который при применении всего одного алгоритма (в зависимости от ПО) Catmull-Clark преобразуется в гладкую детализированную модель. Существенным преимуществом подхода является возможность неразрушающего редактирования: возврат к любому предыдущему шагу без потери данных. Это делает его стандартом и одновременно формирует требования к качеству исходной геометрии — чистая квадратная топология, равномерные петли рёбер [2].

Цель работы — на примере трех простых геометрических объектов, созданных вручную и сгенерированных средствами ИИ, оценить пригодность генерации для профессионального твердотельного моделирования под сглаживание и ее дальнейшее использование в движке. Сравнение проводилось по критериям: затраченное время, точность воспроизведения концепта, количество вершин (точек) и пригодность к дальнейшему использованию. Дополнительно оценивается эффект автоматической ретопологии как возможного промежуточного шага.

Как ИИ генерирует 3D

Современные инструменты 3D-генерации (сервисы Meshy, Tripo, Rodin и др.) принимают на вход текстовое описание (промт) или изображение и генерируют объект. Несмотря на возможную простоту описанного процесса, внутренняя структура этих систем устроена не как классическое полигональное моделирование. Объект формируется не набором вершин и рёбер, а непрерывным скалярным полем — чаще всего функцией подписанного расстояния (Signed Distance Function), значения которой определяют принадлежность каждой точки пространства к внутренней или внешней области объекта. Для получения из этого поля явной поверхности применяется алгоритм Marching Cubes, предложенный Лоренсенем и Клайном в 1987 году и остающийся наиболее цитируемым методом в компьютерной графике. Алгоритм разбивает пространство на кубические ячейки и аппроксимирует поверхность набором треугольников, проходящих через рёбра ячеек в зонах смены знака функции [3].

Принципиальная особенность такой схемы состоит в том, что нейросеть обучается воспроизводить визуально правдоподобную форму, тогда как структура итоговой сетки определяется параметрами воксельной решётки. Как показали Карлос де Карвалью и др., Marching Cubes систематически порождает вырожденные и плохо сформированные треугольники, причём постобработка сглаживанием уменьшает их число, но не устраняет полностью и вносит дополнительную геометрическую погрешность. Исследование авторегрессионной генерации сетки подтверждает, что существующие генеративные модели воспринимают меш как неупорядоченный набор треугольников, не учитывая глобальную структуру — что приводит к дырам и нарушению ориентации нормалей [4].

Метод моделирования под сглаживание же предлагает иной набор требований к исходной сетке. Алгоритм Catmull–Clark, разработанный в 1978 году, итеративно подразделяет каждый полигон наполовину, генерируя на границе гладкую поверхность, равную набору точек на регулярных участках сетки. Для корректной работы алгоритма критично, чтобы базовая сетка состояла преимущественно из четырёхугольников: после первого же шага подразделения любая входная сетка превращается в квадратную, однако треугольники и n-угольники порождают вершины, вокруг которых поверхность теряет гладкость. Также необходимы непрерывные петли рёбер, задающие формы, равномерное распределение вершин. Нарушение этих условий превращает ожидаемое сглаживание в деформацию: модель теряет объём, на плоскостях появляются волны, искажаются радиусы отверстий. Именно эти требования формируют критерии, по которым далее оценивается пригодность ИИ-генерированных моделей [5].

На рисунке 1 представлена реализация алгоритма catmull clark на объекте.

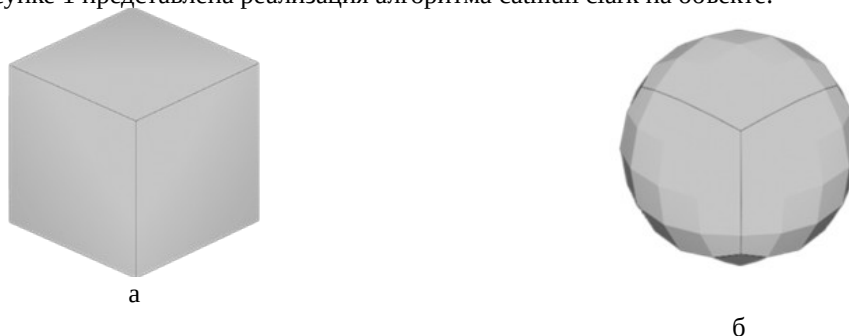


Рис.1 Работа алгоритма Catmull Clark:

а – объект до применения; б – объект после применения [2]

Изначально у куба было 6 граней, после применения их стало 96, так как у модификатора было значение 2, то есть грань делилась на равные части два раза. У куба не было поддерживающих ребер, поэтому он идеально преобразовался в сферу.

Эксперимент

В методе моделирования под сглаживание при нарушении квадратной равномерной сетки алгоритм деформирует модель — появляются усадка, волны и другие артефакты [6]. Твердотельное моделирование представляет собой отсутствие органических форм, где часто встречаются фаски, углы, отверстия и подобные элементы. С увеличением финансирования проекта зачастую возрастает сложность создаваемых объектов, что подразумевает увеличение количества полигонов в целом и для чернового варианта ассета модификатор Subdivision Surface имеет ряд ограничений. По этой причине ручной подход в индустрии часто включает этап ретопологии, где создают сетку с чистой топологией поверх исходной формы, для оптимизации сетки и уменьшения количества полигонов.

Для эксперимента в данной работе, было отобрано три концепта геометрических фигур со всеми ранее перечисленными элементами, они представлены на рисунке 2.

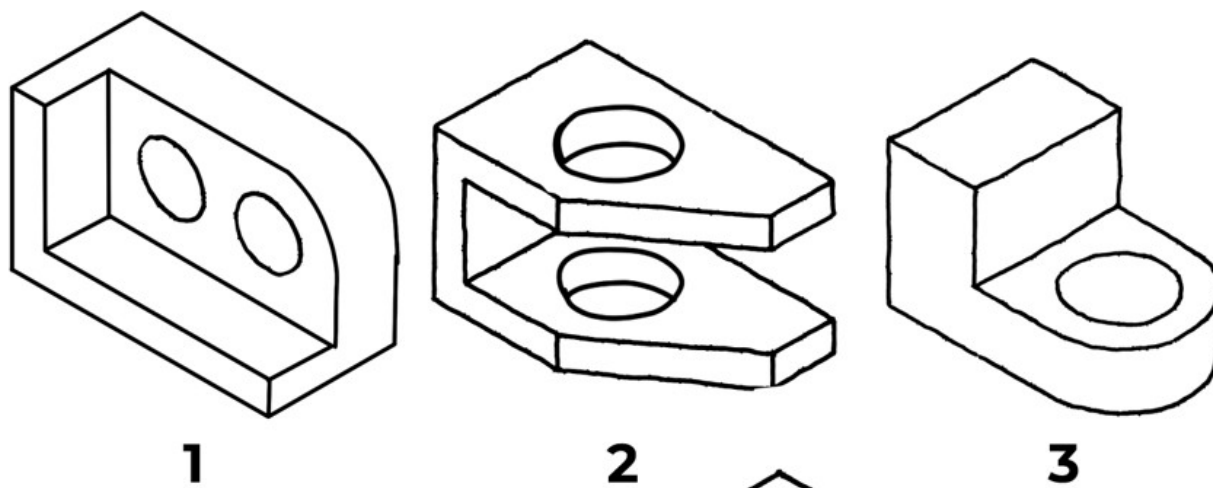


Рис. 2. Концепт геометрических фигур

Несмотря на свою визуальную простоту данные объекты имеют те или иные ограничения при их моделировании: основной вопрос как оптимально распределить сетку по всему объекту, чтобы не допустить артефактов после применения модификатора сглаживания.

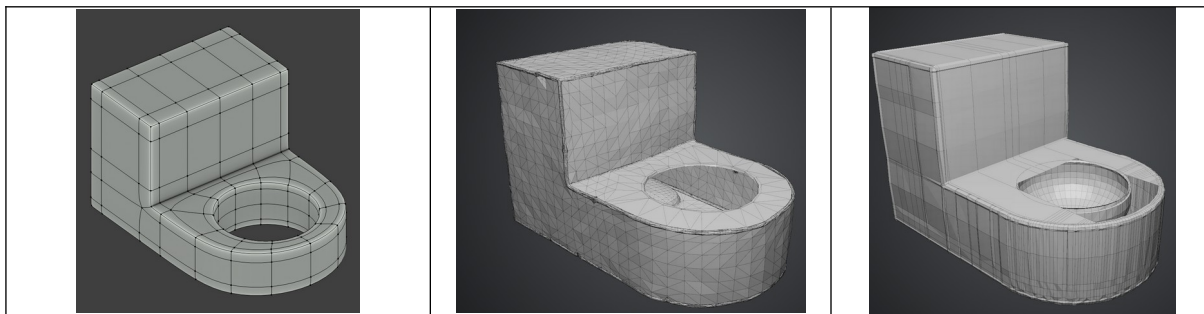
Каждый объект был создан трижды: вручную, с помощью ИИ стандартной генерацией и в режиме «Smart Mesh», который предлагает чистую топологию, предназначенную для игр и веб сервисов [7]. Дополнительно к стандартным моделям применялась ретопология, так как в этом режиме сетка объекта превосходит сотни тысяч вершин и дальнейшее применение для таких моделей невозможно без ручного редактирования.

В качестве инструмента для 3D генерации был выбран сервис Tripo AI, который является передовым инструментом для разработки сгенерированных ассетов для видеоигр. А также имеет репутацию среди гигантов рынка видеоигр, таких как Tencent games, Sony, Netease games. Более того в других исследованиях Tripo AI показал результат, превосходящий большинство остальных инструментов [6]. Объекты генерировались из одного изображения, для режима «Smart mesh» использовалась платная версия сервиса с подпиской за 10 долларов в месяц.

Для начала визуально оценим полученные модели, результаты генераций представлены в таблице 1

Таблица 1. Сравнение моделей

Ручной	Smart mesh	Сетка с ретопологией



Начиная с первой генерации, в режиме smart mesh заметны артефакты в виде обрывистой геометрии и отсутствие задних поверхностей, сетка с ретопологией представила более соответствующий концепту вариант, создав ровные поверхности, однако добавила ребра «гармошкой» на входе в отверстия.

Вторая модель у smart mesh получила более выраженные артефакты и визуальные несоответствия в виде сильного сглаживания фасок, зато геометрия получилась закрытой. Режим с ретопологией обрезал сгенерированную модель, что является критическим недостатком.

Финальная генерация объектов показывает неполноценную геометрию у smart mesh и несквозное отверстие в центре модели, похожая ситуация и у модели с ретопологией, где была получена обрывистая геометрия и множественные артефакты.

Все модели, сгенерированные в режиме Smart Mesh имеют треугольную геометрию, что значительно усложнит редактируемость данной сетки в последующем.

Рассмотрим остальные критерии моделей, они представлены в таблице 2

Таблица 2. Критерии оценки моделей

Критерий	Ручная модель	Smart Mesh	Стандартная генерация с ретопологией
Количество вершин	12000	23000	13000
Время	30 мин	100 секунд	600 секунд
Соответствие концепту	Да	Нет	Нет
Готовность к использованию	Да	Нет	Нет

Количественные характеристики моделей являются средним значением для каждого из объектов. Количество вершин у ручной модели приводится с примененным модификатором сглаживания. В критерии время приводится общее количество минут, затраченное на создание всех моделей. Готовность к использованию означает возможность экспорта модели в игровой движок без доработки или полного редактирования. Ручные модели были созданы в бесплатном программном обеспечении Blender с применением модификатора Subdivision Surface со значением сглаживания 2.

Сравнивая количественные результаты искусственного интеллекта, не может не впечатлить время, затраченное на генерации. Однако выигрыш по времени нивелируется тем, что ни один из сгенерированных объектов не прошёл проверку по двум ключевым критериям - соответствию концепту и готовности к использованию в движке. Режим Smart Mesh при меньших временных затратах сгенерировал геометрию с наибольшим количеством вершин (23 000), при этом качество оказалось наихудшим: обрывистые поверхности, незакрытые объёмы, несквозные отверстия. Стандартная генерация с ретопологией дала более близкое к концепту воспроизведение, но критические дефекты, такие как рёбра «гармошкой», обрезанная геометрия и артефакты делают модели непригодными для моделирования под сглаживание без полной ручной переработки.

Заключение

Проведённый эксперимент показал, что на текущем этапе развития технологий 3D-генерация на основе ИИ не обеспечивает геометрического качества, с уровнем необходимого для моделирования под сглаживание. Все три тестовых объекта, сгенерированные сервисом Tiro AI в двух режимах, содержали критические дефекты топологии. Применение ретопологии частично улучшает структуру сетки, но не убирает проблемы.

Вместе с тем следует учитывать контекст задачи. Объекты, рассмотренные в данной работе, представляют собой относительно простые геометрические фигуры, для которых ручное моделирование под сглаживание занимает порядка 10 минут на объект. При таких временных затратах применение ИИ-генерации нецелесообразно — выигрыш в скорости минимален, а потери в качестве критичны.

Иная ситуация складывается при производстве сложных объектов по AAA-пайплайну в игровой индустрии, где создание одной модели может занимать часы и дни работы. В таких условиях ИИ-генерация, несмотря на дефекты топологии, способна выполнять вспомогательную роль: быстро формировать базовую форму (blockout), которая затем используется как основа для ретопологии и

детализации специалистом. Это не заменяет работу 3D-художника, но сокращает наиболее рутинный начальный этап, например поиск пропорций и общих объёмов.

Так, на данном этапе ИИ не является заменой специалисту по 3D-моделированию, но занимает определённую роль в рабочем процессе как инструмент, готовый облегчить задачи.

Список литературы

- 1) Москвичев В. А. Искусственный интеллект в креативных индустриях: соавтор, инструмент или угроза // Актуальные исследования. 2025. №50 (285). Ч.1. С. 76-79. URL: <https://apni.ru/article/13942-iskusstvennyj-intellekt-v-kreativnyh-industriyah-soavtor-instrument-ili-ugroza>
- 2) Киселев А. Ю. Комбинирование модификаторов сглаживания поверхностей в Blender // Современные тенденции и инновации в науке и производстве : материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф., 22–23 апр. 2025 г., Междуреченск. – Кемерово : Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева, 2025. – С. 3.36-1–3.36-2
- 3) Lorensen W. E., Cline H. E. Marching cubes: A high resolution 3D surface construction algorithm // ACM SIGGRAPH Computer Graphics. — 1987. — Vol. 21, No. 4. — P. 163–169
- 4) Ramos C. S., Silva C. T., Etienne T. Edge transformations for improving mesh quality of Marching Cubes // IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics. — 2009. — Vol. 15, No. 1. — P. 150–159.
- 5) Stam J. Exact evaluation of Catmull–Clark subdivision surfaces at arbitrary parameter values // Proceedings of ACM SIGGRAPH 1998. — P. 395–404.
- 6) Киселёв А. Ю. Искусственный интеллект в 3D-моделировании: возможности и ограничения // Молодёжь — науке. 2025 : материалы Междунар. молодеж. науч.-практ. конф. «Актуальные вопросы физико-математического и цифрового образования» по итогам науч.-исслед. работы в 2024/2025 учеб. году. Т. III. – Псков, 2025. – С. 69–72.
- 7) Tripo AI : 3D model generation service [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tripo3d.ai> (дата обращения: 03.03.2026)

References

- 1) Moskvichev V. A. Iskusstvennyj intellekt v kreativnyh industriyah: soavtor, instrument ili ugroza // Aktual'nye issledovaniya. 2025. №50 (285). Ch.I. S. 76-79. URL: <https://apni.ru/article/13942-iskusstvennyj-intellekt-v-kreativnyh-industriyah-soavtor-instrument-ili-ugroza>
- 2) Kiselev A. Ju. Kombinirovanie modifikatorov sglazhivaniya poverhnostej v Blender // Sovremennye tendencii i innovacii v nauke i proizvodstve : materialy XIV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., 22–23 apr. 2025 g., Mezhdurechensk. – Kemerovo : Kuzbas. gos. tehn. un-t im. T. F. Gorbacheva, 2025. – S. 3.36-1–3.36-2
- 3) Lorensen W. E., Cline H. E. Marching cubes: A high resolution 3D surface construction algorithm // ACM SIGGRAPH Computer Graphics. — 1987. — Vol. 21, No. 4. — P. 163–169
- 4) Ramos C. S., Silva C. T., Etienne T. Edge transformations for improving mesh quality of Marching Cubes // IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics. — 2009. — Vol. 15, No. 1. — P. 150–159.
- 5) Stam J. Exact evaluation of Catmull–Clark subdivision surfaces at arbitrary parameter values // Proceedings of ACM SIGGRAPH 1998. — P. 395–404.
- 6) Kisel'ov A. Ju. Iskusstvennyj intellekt v 3D-modelirovanii: vozmozhnosti i ogranichenija // Molodjozh' — nauke. 2025 : materialy Mezhdunar. molodezh. nauch.-prakt. konf. «Aktual'nye voprosy fiziko-matematicheskogo i cifrovogo obrazovanija» po itogam nauch.-issled. raboty v 2024/2025 ucheb. godu. T. III. – Pskov, 2025. – S. 69–72.
- 7) Tripo AI : 3D model generation service [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.tripo3d.ai> (data obrashhenija: 03.03.2026)

УДК 004.921

Киселев А.Ю.

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

СОЗДАНИЕ 3D МОДЕЛЕЙ В ГЕЙМДЕВЕ: ТРАДИЦИОННЫЙ ПАЙПЛАЙН

© А. Ю Киселев., 2026

Статья посвящена рассмотрению традиционного пайплайна создания 3D-моделей для игровой индустрии, включающего основные этапы разработки игровых ассетов от концепта до интеграции в игровой движок. Описаны ключевые стадии процесса на примере создания ассета металлической канистры

Ключевые слова: 3D-моделирование; игровые ассеты; традиционный пайплайн; ретопология; UV-развертка; текстурирование; PBR-материалы; риггинг; анимация.

Kiselev A.I.

Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18

3D MODEL CREATION IN GAMEDEV TRADITIONAL PIPELINE

The article examines the traditional pipeline for creating 3D models in the game industry, covering the main stages of game asset production from concept to integration into a game engine. The paper describes the key steps of the process using the example of a metal jerry can asset.

Keywords: 3D modeling; game assets; traditional pipeline; retopology; UV unwrapping; texturing; PBR materials; rigging; animation.

СОЗДАНИЕ 3D МОДЕЛЕЙ В ГЕЙМДЕВЕ: ТРАДИЦИОННЫЙ ПАЙПЛАЙН

Индустрия разработки видеоигр предъявляет высокие требования к качеству визуального контента, при этом производственный цикл должен оставаться предсказуемым и технологичным. 3D-ассеты (от англ. asset) составляют основу визуальной среды игры, формируя внешний вид персонажей, окружения и интерактивных объектов, поэтому ошибки на любом этапе их создания напрямую отражаются на итоговом качестве проекта и его производительности в реальном времени.

В профессиональных студиях геймдева пайплайн (от англ. pipeline) стандартизируется и документируется, что позволяет распределять ответственность между художниками и программистами, сокращать количество возвратов на предыдущие шаги и обеспечивать единые требования к моделям и материалам.

Традиционный цикл создания трехмерных игровых моделей включает несколько основных этапов: разработка концепта, 3D-моделирование, ретопология, текстурирование, UV-развертка, анимация и экспорт в движок [1]. Далее обсудим ключевые этапы процесса создания игровых ассетов более подробно.

Как правило, разработка любой модели начинается с формирования общего представления о будущем ассете, определении его стиля, ключевых деталей модели. Этот этап подразумевает создание концепт-артов и поиск референсов.

Следующий этап – 3D-моделирования в рамках пайплайна делится на три последовательно выполняемых шага:

- создание формы модели (blocking);
- создание высокополигональной (high-poly) версии модели;
- разработка низкополигональной (low-poly) модели.

Создание формы модели представляет собой предельно упрощённую версию объекта, собранную из базовых примитивов (куб, сфера, плоскость и т.п.); на этом шаге уточняются пропорции, общий объём и читаемость силуэта модели. Высокополигональная модель служит для проработки максимального количества деталей: на ней формируются сложные скругления, выемки, фаски, повреждения, узоры и т.п. Низкополигональная модель, напротив, содержит минимально необходимое число полигонов, за счёт

чего подходит для использования в игровых движках и интерактивных приложениях, где критичны скорость загрузки сцен, расход видеопамати и общая производительность.

Последовательности выполнения высокополигональной и низкополигональной моделей вариативна – удобный порядок дальнейшей работы определяется после выполнения шага создания скелета: сначала создать высокополигональную, а затем на её основе получать низкополигональную, либо, наоборот, начать с аккуратной низкополигональной болванки и уже потом временно повышать детализацию. Выбор зависит от задачи проекта и требований к оптимизации. Например, в кинематографичных роликах, как правило, сразу разрабатывают детализованную модель, так как приоритетом является максимальная выразительность формы и качества изображения. В то время как в мобильных играх, где ресурсы устройства ограничены и важна стабильная частота кадров, упор делают на геометрию, а создание полноценной версии может быть упрощено или вовсе пропущено, если для имитации мелких деталей достаточно простых нормалей и процедурных карт.

Критическим фактором для обеспечения производительности в реальном времени является контроль количества полигонов. Высокополигональные модели могут содержать миллионы полигонов и используются для создания детализированной геометрии с максимально возможным качеством поверхности, однако они непригодны для использования в игровых движках из-за снижения производительности, высокого потребления памяти, сниженной интерактивности и увеличенных затрат [2].

Современные требования к полигонам различаются в зависимости от платформы, стиля игры, типа ассета: мобильные игры требуют от 500 до 5000 полигонов на персонажа, консольные игры допускают 10000-50000 полигонов, а высокобюджетные ПК-проекты могут использовать до 100000 полигонов для главных персонажей. Типичные 3D-модели, состоящие из высокополигональных мешей (например, самолеты и танки), могут быть преобразованы в низкополигональные варианты для оптимизации производительности [3].

Следующий этап – этап ретопологии представляет собой процесс, при котором на основе уже существующей высокополигональной модели создаётся новая, более чистая и технически корректная полигональная сетка. Основная цель этого этапа заключается в том, чтобы сделать модель пригодной для анимации, риггинга и использования в игровых движках. Новая сетка содержит оптимальное количество полигонов, и удобную структуру для дальнейшей обработки.

Если исходная высокополигональная модель получилась слишком сложной, её становится трудно анимировать, текстурировать и даже стабильно отображать в программах для визуализации или в игровых движках, так как количество полигонов в сцене влияет на загрузку процессора компьютера. На этапе ретопологии создается упрощённая, но грамотная по сетке, геометрия поверх детализированного варианта, чтобы сохранить форму, но уменьшить нагрузку на систему.

Данный этап может быть частично или полностью опущен, если низкополигональная модель создана с учётом требований к топологии и не требует перестройки сетки. В ряде случаев, особенно для простых объектов или сильно оптимизированных игровых ассетов, художник сразу моделирует финальную геометрию с необходимым уровнем детализации и не выполняет отдельный шаг ретопологии.

Этап UV-развертки представляет собой процесс преобразования трёхмерной поверхности модели в её двумерное представление для последующего текстурирования. По сути, эта трансформация похожа на то, как трёхмерную бумажную фигуру разрезают по намеченным линиям и раскладывают на плоскости: определяются швы на модели, после чего 3D-программа «разворачивает» геометрию и размещает её участки на текстурной карте. Каждой части модели при этом назначаются свои UV-координаты, чтобы конкретные области текстуры точно соответствовали нужным участкам поверхности.

Главная особенность UV-развертки заключается в том, что она позволяет точно контролировать, как текстура «ляжет» на модель и где будет находиться каждый пиксель изображения. Некорректная развертка приводит к растяжениям, заметным швам, смещениям и другим искажениям, что особенно критично для органических форм и сложной геометрии, где важно сохранить равномерную плотность UV по всей поверхности. Дополнительную сложность создаёт ограниченный размер текстурной карты, поэтому художник должен рационально размещать «острова» развертки, чтобы максимально эффективно использовать доступное пространство.

Современные методы UV-развёртки включают автоматические и полуавтоматические алгоритмы, которые помогают разбивать модель на участки, минимизировать длину швов и контролировать плотность пикселей на карте в зависимости от важности деталей. На практике применяются стандартные разрешения текстур, которые варьируются от сравнительно небольших карт для мобильных устройств до высоких разрешений для проектов с упором на качество графики на ПК и консолях.

Этап текстурирования, который не может существовать без созданной UV-развертки, включает создание следующих карт текстур для разрабатываемой 3D-модели:

- диффузных или альbedo (base color/albedo), отвечающих за отображение цвета и тени модели;
- нормалей (normal), отвечающих за вмятины, узоры, мелкие детали (шрамы, порезы, перепады высот);
- металличности (metallic), отвечающих за определение металлических частей объекта;
- шероховатости (roughness), отвечающих за отражение модели (либо матовая, либо глянцевая);
- других карт материалов в рамках физически корректного рендеринга (PBR - physically based rendering).

Следует отметить, что существующие на текущий момент методы часто генерируют текстуры только с «запеченным» освещением, а не физически корректные PBR-материалы, необходимые для практических применений [4].

Риггинг (от англ. rigging) — это процесс создания виртуального «скелета» для 3D-модели, который позволяет анимировать объект и управлять его движением. Современные пакеты 3D-графики, например, Blender, поддерживают автоматический и полуавтоматический расчёт весов вершин: программа распределяет влияние костей на геометрию в зависимости от расположения суставов и иерархии костной системы, заданной 3D-художником [4].

Заключительный этап включает экспорт модели в формат, совместимый с целевым игровым движком, например, Unity или Unreal Engine, а также настройку материалов, нормалей, освещения и прочих параметров для корректного отображения ассета в игровой среде. В рамках этого же этапа выполняется проверка работы анимаций, взаимодействий с другими предметами и корректности поведения модели непосредственно в движке.

Для оптимизации производительности в реальном времени применяется система LOD (Levels of Detail), при которой для одного ассета создаётся несколько вариантов модели с разной степенью детализации. Более простые версии автоматически подставляются на больших расстояниях от камеры, что позволяет уменьшить нагрузку на рендер, сохраняя при этом приемлемое визуальное качество [5].

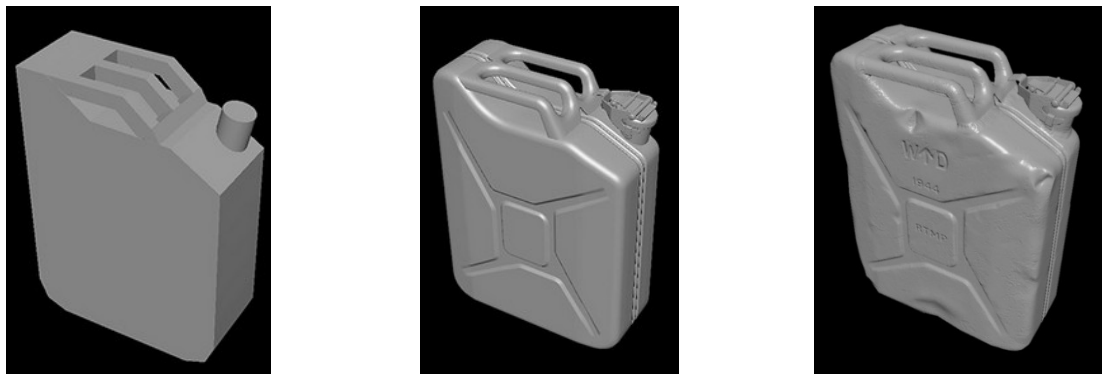
В качестве демонстрации вышеописанного процесса рассмотрим этапы моделирования металлической канистры для топлива. Выбор этого компонента обусловлен его нейтральным характером, узнаваемой формой и наличием как простых, так и более детализированных элементов, что позволяет наглядно продемонстрировать основные этапы проектирования.

Референс выбранного объекта представлен на рисунке 1а), разработанный на основе формы канистры и функциональных особенностей разработан набор концепт-скетчей будущей 3D-модели (рис. 1б).



Рисунок 1 – Игровой ассет металлическая канистра
а) референс б) разработанный концепт

На рисунке представлены результаты трех задач моделирования – blocking (рис. 2а), создание высокополигональной (high-poly) модели (рис. 2б), создание низкополигональной (low-poly) модели (рис. 2в).



а) б) в)
 Рисунок 2 – 3D-моделирования металлической канистры [5]
 а)общая форма; б)низкополигональная модель; в)высокополигональная модель

UV-развертка полученной модели канистры представлена на рисунке 3.

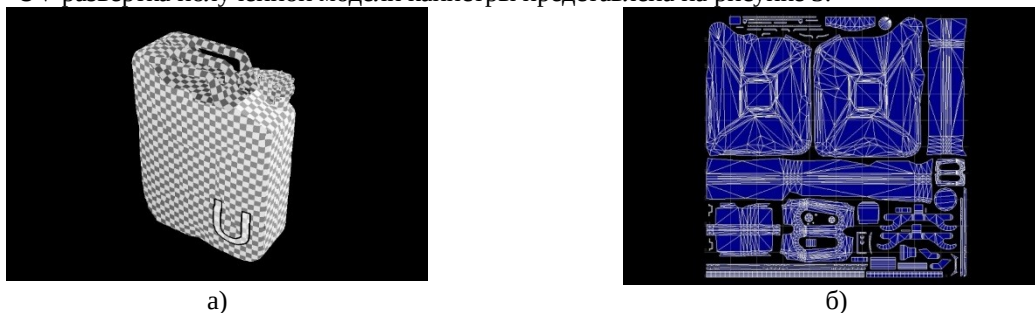


Рисунок 3 – Развертка металлической канистры [5]
 а) наложение «пустой» текстуры для проверки на растяжения; б) развертка канистры в UV – координатах

Соответствующие карты текстур представлены на рисунке 4.

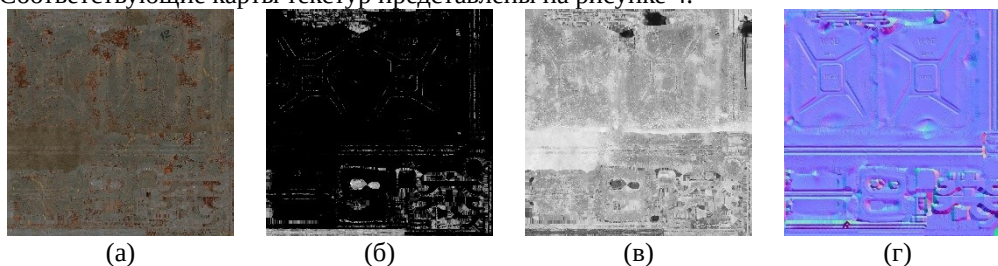


Рисунок 4 – PBR текстуры 3D-ассета [5]
 а) карта цвета; б) карта металличности; в) карта шероховатости; г) карта нормалей

Итог разработки ассета представлен на рисунке 5. Готовая модель соответствует выбранному референсу по форме, по внешнему виду – классическим представлениям о длительное время использующейся металлической канистре.



Рисунок 5 – Готовая 3D-модель металлической канистры [5]

Большую часть этапов пайплайна (3D-моделирование, создание UV-развертки, текстурирование) выполняется в профессиональном или профильном ПО – Blender, Autodesk 3ds Max и Maya, Zbrush и подобные. Для разработки концептов чаще используют пакет Adobe Photoshop, Illustrator, PureRef и другие программы для рисования. Для ретопологии используют как встроенные инструменты 3D-пакетов (например, режимы ручного или полуавтоматического построения сетки), так и специализированные средства для автоматической или направляемой пользователем ретопологии. Для создания UV-развертки также может быть дополнительно использованы специализированные инструменты, такие как RizomUV или модули развёртки в ZBrush и Substance 3D Painter, а для создания текстур – Adobe Substance 3D Painter, Mari, Autodesk Mudbox и другие.

Проведённый разбор традиционного пайплайна создания 3D-моделей для игровой индустрии показал, что разделение процесса на последовательные этапы от концепта до экспорта в движок — позволяет систематизировать работу 3D-художника и снизить количество критических ошибок на поздних стадиях разработки. На примере ассета металлической канистры продемонстрировано, как обеспечивается баланс между детализацией высокополигональной геометрии и требованиями к производительности, предъявляемыми игровыми движками при работе в реальном времени.

Научный руководитель: доцент кафедры Информационных и управляющих систем, доцент, кандидат физико-математических наук Жихарева А.А.

Список литературы

1. Sun, Chunyi et al. “3D-GPT: Procedural 3D Modeling with Large Language Models.” 2025 International Conference on 3D Vision (3DV) (2023): 1253-1263.
2. Hristov, Georgi V. and Diyana Kinaneva. “A Workflow for Developing Game Assets for Video Games.” 2021 3rd International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA) (2021): 1-5.
3. Begemann, Andrew and James Hutson. “Empirical insights into AI-assisted game development: A case study on the integration of generative AI tools in creative pipelines.” Metaverse (2024): n. pag.
4. Zhang Y., Liu Y., Xie Z., Yang L., Liu Z., Yang M., Zhang R., Kou Q., Lin C., Wang W., Jin X. DreamMat: High-quality PBR Material Generation with Geometry- and Light-aware Diffusion Models // arXiv preprint arXiv:2405.17176, 2024.
5. Как делаются модели для AAA-игр. Полный гайд по AAA-прайплайну // School XYZ. URL: https://www.school-xyz.com/blog/kak_delayutsya_modeli_dlya_aaa_igr_polnyj_gajd_po_aaa_pajplajnu (дата обращения: 20.11.2025).

References

1. Sun, Chunyi et al. “3D-GPT: Procedural 3D Modeling with Large Language Models.” 2025 International Conference on 3D Vision (3DV) (2023): 1253-1263.
2. Hristov, Georgi V. and Diyana Kinaneva. “A Workflow for Developing Game Assets for Video Games.” 2021 3rd International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA) (2021): 1-5.
3. Begemann, Andrew and James Hutson. “Empirical insights into AI-assisted game development: A case study on the integration of generative AI tools in creative pipelines.” Metaverse (2024): n. pag.
4. Zhang Y., Liu Y., Xie Z., Yang L., Liu Z., Yang M., Zhang R., Kou Q., Lin C., Wang W., Jin X. DreamMat: High-quality PBR Material Generation with Geometry- and Light-aware Diffusion Models // arXiv preprint arXiv:2405.17176, 2024.
5. Kak delajutsja modeli dlja AAA-igr. Polnyj gajd po AAA-prajplajnu // School XYZ. URL: https://www.school-xyz.com/blog/kak_delayutsya_modeli_dlya_aaa_igr_polnyj_gajd_po_aaa_pajplajnu (date accessed: 20.11.2025).

УДК 004.9

Р.К. Коханенко, Ю.Л. ПигичкаВысшая школа печати и медиатехнологий
191180, Санкт-Петербург, пер. Дзямбула, 13**ЛИЧНЫЙ БРЕНДИНГ В СФЕРЕ КОММЕРЧЕСКОЙ 3D-ГРАФИКИ И РОЛЬ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ РАЗВИТИИ 3D-ХУДОЖНИКА**

© Р.К. Коханенко, Ю.Л. Пигичка, 2026

Аннотация. В статье рассматривается личный брендинг как важный инструмент профессионального позиционирования 3D-художника в сфере коммерческой графики. Показано, что на современном рынке недостаточно владеть только техническими навыками моделирования, текстурирования и рендеринга: специалисту необходимо формировать узнаваемый профессиональный образ, демонстрировать стабильное качество работ, выстраивать коммуникацию с аудиторией и подтверждать свою экспертность в цифровой среде. Особое внимание уделено социальным сетям как каналу продвижения портфолио, поиска заказчиков, формирования доверия и профессионального сообщества. Анализируются наиболее эффективные форматы контента для 3D-художника, а также риски, связанные с зависимостью от платформенных алгоритмов, контентным выгоранием и подменой профессионального роста внешней медийной активностью. Делается вывод о том, что социальные сети не заменяют качество художественной и производственной подготовки, но существенно усиливают карьерные возможности специалиста при условии системной и аутентичной работы над личным брендом.

Ключевые слова: личный бренд, 3D-художник, коммерческая 3D-графика, социальные сети, портфолио, продвижение, цифровая репутация.

R.K. Kokhanenko, Y.L. PigichkaHigher School of Printing and Media Technologies
191180, St. Petersburg, Dzhabula Lane, 13**PERSONAL BRANDING IN COMMERCIAL 3D GRAPHICS AND THE ROLE OF SOCIAL MEDIA IN THE PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF 3D ARTISTS**

Abstract. The article examines personal branding as an important tool for the professional positioning of a 3D artist in commercial graphics. It is shown that in the contemporary market it is not enough to possess only technical skills in modeling, texturing, and rendering: a specialist must form a recognizable professional image, demonstrate consistent quality of work, build communication with the audience, and confirm expertise in the digital environment. Special attention is paid to social media as a channel for portfolio promotion, client acquisition, trust building, and professional networking. The paper analyzes the most effective content formats for a 3D artist, as well as risks associated with platform algorithm dependence, content burnout, and the substitution of professional growth with external media activity. It is concluded that social media do not replace the quality of artistic and production training, but significantly expand the career opportunities of a specialist when personal branding is developed systematically and authentically.

Keywords: personal brand, 3D artist, commercial 3D graphics, social media, portfolio, promotion, digital reputation.

Введение

В условиях цифровой экономики и высокой конкуренции на рынке визуального контента коммерческая 3D-графика стала одной из наиболее востребованных областей креативной индустрии. 3D-визуализация используется в рекламе, кино, игровой индустрии, архитектуре, промышленном дизайне, электронной коммерции и презентации товаров. Однако рост спроса на трехмерный контент сопровождается и ростом числа специалистов, предлагающих сходные услуги. В таких условиях одного владения программными инструментами уже недостаточно. Для устойчивого профессионального развития 3D-художнику необходимо не только качественно выполнять проекты, но и уметь быть заметным, узнаваемым и убедительным для потенциального заказчика. Именно поэтому вопрос личного брендинга становится для визуального специалиста не факультативным, а стратегически важным [1-3].

Личный бренд в профессиональной среде можно определить как устойчивую систему представлений, ассоциаций и ожиданий, которые возникают у аудитории при упоминании конкретного

специалиста. Для 3D-художника это не только визуальный стиль работ, но и способ коммуникации, репутация в профессиональном сообществе, тематика проектов, уровень дисциплины, надежность в сроках и прозрачность рабочего процесса. Иначе говоря, личный бренд — это совокупность художественной идентичности и профессионального поведения. Чем более последовательно художник демонстрирует свои сильные стороны, тем проще аудитории и заказчикам понять, в чем заключается его ценность и почему именно к нему стоит обратиться.

В коммерческой 3D-графике личный бренд приобретает особую специфику. В отличие от традиционного искусства, где авторская уникальность нередко оценивается сама по себе, в коммерческом сегменте бренд специалиста всегда связан с прикладной задачей. Клиенту важны не только выразительность и оригинальность изображения, но и способность художника решать конкретные производственные задачи: создавать продающую визуализацию продукта, адаптироваться под брендбук, соблюдать техническое задание, обеспечивать правки и работать в рамках дедлайна. Следовательно, сильный личный бренд в данной сфере строится на сочетании креативности и предсказуемости результата. Заказчик должен видеть не просто талант, а профессиональный инструмент, которому можно доверить бизнес-задачу.

Одной из основ личного бренда 3D-художника является специализация. Попытка позиционировать себя как универсального специалиста по всем направлениям 3D нередко размывает образ и затрудняет запоминание. Напротив, четко сформулированная специализация — например, *product visualization*¹, *hard surface modeling*², *character art*³, *motion design*⁴, *environment art*⁵ или *CGI*⁶ для рекламы — делает профессиональный профиль более ясным и привлекательным. Узнаваемость в этом случае формируется быстрее, так как аудитория начинает ассоциировать автора с конкретным типом визуального решения. Это не означает отказ от развития смежных навыков, но требует грамотного фокуса в публичной коммуникации.

Вторым важным элементом брендинга является визуальная целостность портфолио. Для 3D-художника портфолио выступает не только архивом работ, но и ключевым носителем репутации. Несвязанный набор случайных проектов, выполненных в разных стилях и с неравномерным качеством, производит слабое впечатление даже при наличии технически сильных отдельных изображений. Напротив, портфолио, собранное по принципу ясной авторской логики, демонстрирует не только навыки, но и профессиональное мышление. В коммерческой среде особенно ценятся кейсы, где помимо финального изображения показаны этапы работы: *blocking*⁷, сетка модели, текстуры, световые схемы, *render passes*⁸, *compositing*⁹ и итоговое применение результата. Такой формат усиливает доверие, поскольку показывает управляемость процесса, а не случайность удачного кадра.

Существенную роль в построении личного бренда играют социальные сети. Если портфолио-сайт или специализированная площадка служат витриной завершенных работ, то социальные сети становятся пространством постоянного присутствия художника в информационном поле. Они позволяют не только публиковать изображения, но и выстраивать вокруг них *narrative*¹⁰-сопровождение: рассказывать о задачах проекта, выбранных художественных решениях, проблемах пайплайна, найденных референсах и профессиональных выводах. Именно эта регулярная коммуникация помогает превратить набор изображений в образ реального специалиста со своей позицией и стилем работы [4-6].

Для 3D-художника социальные сети выполняют сразу несколько функций. Во-первых, они повышают видимость. Даже сильная работа может остаться незамеченной, если она опубликована только на одной площадке или без сопровождения, облегчающего обнаружение поста. Алгоритмы социальных сетей, *hashtags*¹¹, рекомендации, *reposts*¹² и тематические сообщества позволяют показывать работы новой аудитории и расширять профессиональный охват. Во-вторых, социальные сети формируют доказательство активности. Потенциальный клиент, переходя на страницу художника, оценивает не только отдельные рендеры, но и регулярность публикаций, наличие обратной связи, реакцию аудитории, аккуратность подачи. Это служит косвенным подтверждением того, что специалист работает в профессии системно, а не эпизодически.

В-третьих, социальные сети помогают формировать доверие через эффект присутствия. Заказчику или работодателю важно понимать, кто именно стоит за изображениями. Публикации формата *work in progress*¹³, короткие объяснения решений, мини-разборы ошибок и успехов, демонстрация доработок по фидбеку делают профиль более «живым» и убедительным. В результате художник перестает восприниматься как безличный исполнитель и начинает восприниматься как профессионал, способный мыслить, анализировать и вести проект. В коммерческом поле это имеет особую ценность, поскольку решение о сотрудничестве часто принимается не только на основании качества картинки, но и на основании ощущения надежности и коммуникативной адекватности исполнителя.

В-четвертых, социальные сети создают среду горизонтальных профессиональных связей. Для 3D-художника развитие часто происходит не только через прямой поиск заказов, но и через взаимодействие с коллегами: обмен опытом, участие в челленджах, взаимные комментарии, совместные проекты, попадание в подборки и рекомендации. Профессиональная сеть контактов усиливает бренд не меньше, чем

собственный контент, поскольку репутация специалиста в среде коллег постепенно конвертируется в приглашения, рекомендации и доступ к более крупным проектам. Для начинающего художника именно социальные сети нередко становятся первым пространством, где он получает внешнюю валидацию и обратную связь.

Наиболее эффективными для развития личного бренда 3D-художника являются несколько типов контента. Первый тип — завершённые кейсы, показывающие итоговый результат в максимально сильной подаче. Они работают на первое впечатление и подтверждают уровень визуального качества. Второй тип — процессные материалы: скриншоты этапов, *breakdown*¹⁴-посты, *timelapse*¹⁵, сравнительные коллажи «до/после», демонстрация UV-развертки, материалов, освещения и композитинга. Такой контент особенно важен в профессиональной среде, потому что показывает глубину владения инструментами. Третий тип — экспертный контент: краткие наблюдения по работе с цветом, светом, композицией, подбору референсов, организации сцены, оптимизации рендера. Он формирует восприятие художника как компетентного и мыслящего специалиста, а не просто автора красивых картинок.

Показательны конкретные примеры. *Render.ru* традиционно воспринимается как один из ключевых русскоязычных ресурсов по компьютерной графике и анимации; его форум используется для публикации промежуточных работ, участия в конкурсах и получения критики от более опытных художников. Форум *3ddd.ru* особенно значим для интерьерной, предметной и архитектурной визуализации, поскольку объединяет обсуждения моделей, материалов, заказов и практики работы в *archviz*-сегменте. *GameDev.ru* полезен прежде всего тем, кто ориентирован на игровую индустрию: в графических разделах там обсуждаются пайплайны, портфолио, вакансии, командные проекты и технические аспекты производства 3D-контента. В качестве смежной площадки можно назвать и тематическое сообщество *DTF* по геймдеву, где регулярно появляются интервью с художниками, карьерные разборы и обсуждения требований индустрии. Для личного бренда участие в таких сообществах важно не меньше публикации работ в социальных сетях: именно здесь формируется репутация специалиста среди коллег, а не только среди широкой аудитории [7-11].

Наиболее эффективными для развития личного бренда 3D-художника являются несколько типов контента. Первый тип — завершённые кейсы, показывающие итоговый результат в максимально сильной подаче. Они работают на первое впечатление и подтверждают уровень визуального качества. Второй тип — процессные материалы: скриншоты этапов, *breakdown*-посты, *timelapse*, сравнительные коллажи «до/после», демонстрация UV-развертки, материалов, освещения и композитинга. Такой контент особенно важен в профессиональной среде, потому что показывает глубину владения инструментами. Третий тип — экспертный контент: краткие наблюдения по работе с цветом, светом, композицией, подбору референсов, организации сцены, оптимизации рендера. Он формирует восприятие художника как компетентного и мыслящего специалиста, а не просто автора красивых картинок.

При этом успешное присутствие в социальных сетях не сводится к количеству публикаций. Гораздо важнее последовательность подачи. Если визуальный стиль профиля, тон коммуникации, качество превью, оформление текста и даже частота появления в ленте подчинены единой логике, личный бренд становится устойчивее. Пользователь начинает узнавать автора не только по никнейму, но и по характеру подачи. Для 3D-художника это может выражаться в повторяющихся ракурсах, типе освещения, предпочтении определенной цветовой гаммы, стиле описаний или акценте на конкретных производственных этапах. Такая повторяемость не равна однообразию; она создает профессиональную узнаваемость.

Однако развитие личного бренда через социальные сети связано и с рядом рисков. Один из главных — подмена профессионального роста медийной активностью. Высокая вовлеченность аудитории не всегда коррелирует с реальным качеством работ, а алгоритмы платформ часто поощряют не глубину, а эмоциональную или визуально мгновенную подачу. В результате художник может начать ориентироваться не на развитие формы, света, материалов и композиции, а на производство контента, который легче собирает реакции. Для коммерческой сферы такая стратегия опасна: краткосрочно она повышает охваты, но долгосрочно ослабляет профессиональную базу, без которой устойчивый бренд невозможен.

Второй риск связан с контентным выгоранием. Поддержание регулярной публикационной активности требует времени и эмоционального ресурса. Для 3D-художника, работа которого сама по себе трудоемка и предполагает длительные производственные циклы, это может стать серьезной нагрузкой. Если специалист пытается одновременно вести проекты, развивать навыки, общаться с клиентами и ежедневно создавать контент, возникает опасность истощения. Поэтому личный бренд должен строиться не на хаотической гонке за присутствием, а на реалистичной системе публикаций, встроенной в рабочий ритм.

Третий риск — зависимость от платформенных правил и алгоритмов. Социальные сети постоянно меняют логику показа контента, приоритет форматов и механизмы охвата. То, что эффективно работало вчера, может потерять результативность в течение нескольких месяцев. Поэтому для 3D-художника важно

не замыкать весь личный бренд в пределах одной платформы. Более устойчивая стратегия предполагает экосистему: портфолио на специализированной площадке, основной визуальный аккаунт, резервные каналы коммуникации, профессиональные контакты и, по возможности, собственный сайт или база подписчиков. Такая диверсификация снижает зависимость от внешней цифровой среды.

Отдельного внимания заслуживает вопрос аутентичности. Исследования в области личного брендинга подчеркивают, что устойчивый профессиональный образ формируется не только за счет грамотной самопрезентации, но и за счет согласованности публичного образа с реальными компетенциями и ценностями специалиста [2], [5]. Для 3D-художника это особенно важно, поскольку визуальная индустрия быстро обнаруживает несоответствие между заявленным статусом и фактическим уровнем работы. Если бренд строится на искусственно завышенных обещаниях, копировании чужой риторики или имитации экспертности без достаточной практики, доверие разрушается очень быстро. Напротив, честная и последовательная подача, основанная на реальном профессиональном пути, обеспечивает более медленный, но значительно более устойчивый рост репутации.

Отдельное место в формировании личного бренда занимает цифровая репутация. Она строится не только на собственных публикациях, но и на реакции на чужой контент, характере комментариев, этике взаимодействия с заказчиком и соблюдении авторских прав. В сфере 3D-графики, где референсы, kitbash-наборы, готовые материалы и обучающие ресурсы активно циркулируют между специалистами, особенно важно корректно обозначать источники вдохновения, не присваивать чужие решения и не демонстрировать проекты, находящиеся под *NDA*¹⁶. Нарушение профессиональной этики может быстро разрушить доверие к художнику, тогда как аккуратная и уважительная работа с контентом усиливает бренд сильнее любой рекламной активности.

Не менее значимым является и язык коммуникации. Текстовое сопровождение в социальных сетях часто воспринимается как второстепенное по отношению к изображению, однако в реальности именно текст помогает закрепить смысловую рамку публикации. Для специалиста в сфере коммерческой графики полезны лаконичные, предметные и профессионально выверенные описания: что решала данная работа, какие ограничения существовали, почему были выбраны те или иные материалы, световые схемы и композиционные решения. Подобный стиль подачи создает образ зрелого специалиста, который владеет не только инструментом, но и рефлексией относительно собственного производственного процесса.

Социальные сети полезны для 3D-художника еще и как инструмент исследования рынка. По реакции аудитории можно отслеживать, какие темы вызывают больший интерес, какие форматы подачи понятнее заказчикам, какие визуальные тенденции усиливаются в рекламе, интерфейсной графике или product visualization. При этом важно не смешивать исследование трендов с безусловным подчинением им. Сильный личный бренд развивается на границе между рыночной чувствительностью и сохранением собственной профессиональной линии. Художник должен понимать контекст, но не растворяться в нем полностью, иначе узнаваемость бренда уступит место очередной волне однотипного контента.

Наконец, личный бренд тесно связан с длительной карьерной стратегией. Для начинающего 3D-художника задача брендинга может заключаться в том, чтобы стать заметным и собрать первые кейсы. Для специалиста среднего уровня — в том, чтобы укрепиться в конкретной нише и перейти к более качественным заказам. Для опытного художника — в том, чтобы монетизировать экспертность через консультации, обучение, выступления, курирование команд или запуск собственных продуктов. Иными словами, личный бренд не является декоративным дополнением к профессии; он выступает инфраструктурой, которая со временем позволяет масштабировать профессиональную деятельность и переводить индивидуальные навыки в устойчивый карьерный капитал.

Сноски к иностранным терминам

1. Product visualization — визуализация товара или продукта для рекламы и презентации.
2. Hard surface modeling — моделирование твердых объектов с четкой геометрией, например техники, оружия, транспорта или промышленных предметов.
3. Character art — направление, связанное с созданием персонажей.
4. Motion design — дизайн анимированной графики.
5. Environment art — создание окружения и среды сцены.
6. CGI (computer-generated imagery) — компьютерная графика, созданная цифровыми средствами.
7. Blocking — первичная грубая сборка формы, композиции и основных объемов сцены или модели.
8. Render pass — отдельный проход рендера, содержащий самостоятельный визуальный слой изображения.
9. Compositing — финальная сборка изображения из нескольких слоев, проходов и эффектов.
10. Narrative — смысловое или повествовательное сопровождение визуального материала.
11. Hashtags — тематические метки, облегчающие поиск публикаций.
12. Reposts — повторные публикации материала на другой странице или у другой аудитории.
13. Work in progress — промежуточная стадия работы, еще не доведенной до финального результата.
14. Breakdown — подробный разбор этапов создания работы.

15. Timelapse — ускоренная видеозапись процесса работы.
16. NDA (non-disclosure agreement) — соглашение о неразглашении конфиденциальной информации.

Список литературы

1. Gamedev (@gamedev) — сообщество на DTF. URL: <https://dtf.ru/gamedev> (дата обращения: 01.04.2026).
2. Khamis S., Ang L., Welling R. Self-branding, ‘micro-celebrity’ and the rise of Social Media Influencers // *Celebrity Studies*. 2017. Vol. 8. № 2. P. 191–208.
3. Peters T. The Brand Called You // *Fast Company*. 1997. № 10. URL: <https://www.fastcompany.com/28905/brand-called-you> (accessed: 01.04.2026).
4. Довжик Г.В. Теоретико-методологические аспекты формирования персонального бренда в цифровой среде // *Вестник университета*. 2021. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoretiko-metodologicheskie-aspekty-formirovaniya-personalnogo-brenda-v-tsifrovoy-srede> (дата обращения: 01.04.2026).
5. Зиновьева Н.А. Личный бренд в социальных сетях // *StudNet*. 2021. Т. 4. № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/lichnyy-brend-v-sotsialnyh-setyah> (дата обращения: 01.04.2026).
6. Питерова А.Ю. Продвижение личного бренда в социальных сетях // *Гуманитарные науки*. 2018. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prodvizhenie-lichnogo-brenda-v-sotsialnyh-setyah> (дата обращения: 01.04.2026).
7. Погоревич А.В. Исследование понятия личного бренда как актуальной формы продвижения в условиях развития digital-среды // *E-Scio*. 2021. № 6 (57). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-ponyatiya-lichnogo-brenda-kak-aktualnoy-formy-prodvizheniya-v-usloviyah-razvitiya-digital-sredy> (дата обращения: 01.04.2026).
8. Радыгина Э.В. Социальные сети как часть современного медиaprostranstva // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2024. № 2-4 (89). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialnye-seti-kak-chast-sovremennogo-mediaprostranstva> (дата обращения: 01.04.2026).
9. Render.ru — первый CG форум в рунете. URL: <https://render.ru/xen/> (дата обращения: 01.04.2026).
10. Форум 3ddd.ru. URL: <https://3ddd.ru/forum/> (дата обращения: 01.04.2026).
11. Форум разработчиков игр / GameDev.ru. URL: <https://gamedev.ru/forum/> (дата обращения: 01.04.2026).

References

1. Gamedev (@gamedev) - soobshchestvo na DTF. URL: <https://dtf.ru/gamedev> [Gamedev (@gamedev) - community on DTF]. (date accessed: 01.04.2026).
2. Khamis S., Ang L., Welling R. Self-branding, ‘micro-celebrity’ and the rise of Social Media Influencers. *Celebrity Studies*. 2017. Vol. 8. No. 2. P. 191-208.
3. Peters T. The Brand Called You. *Fast Company*. 1997. № 10. URL: <https://www.fastcompany.com/28905/brand-called-you> (date accessed: 01.04.2026).
4. Dovzhik G.V. Teoretiko-metodologicheskie aspekty formirovaniya personal'nogo brenda v tsifrovoy srede. *Vestnik universiteta*. 2021. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoretiko-metodologicheskie-aspekty-formirovaniya-personalnogo-brenda-v-tsifrovoy-srede> [Theoretical and methodological aspects of personal brand formation in the digital environment]. (date accessed: 01.04.2026).
5. Zinov'eva N.A. Lichnyi brend v sotsial'nykh setyakh. *StudNet*. 2021. Vol. 4. № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/lichnyy-brend-v-sotsialnyh-setyah> [Personal brand in social networks]. (date accessed: 01.04.2026).
6. Piterova A.Yu. Prodvizhenie lichnogo brenda v sotsial'nykh setyakh. *Gumanitarnye nauki*. 2018. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prodvizhenie-lichnogo-brenda-v-sotsialnyh-setyah> [Promotion of a personal brand in social networks]. (date accessed: 01.04.2026).
7. Pogorevich A.V. Issledovanie ponyatiya lichnogo brenda kak aktual'noi formy prodvizheniya v usloviyakh razvitiya digital-sredy. *E-Scio*. 2021. № 6 (57). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-ponyatiya-lichnogo-brenda-kak-aktualnoy-formy-prodvizheniya-v-usloviyakh-razvitiya-digital-sredy> [Study of the concept of personal brand as a relevant form of promotion in the context of digital environment development]. (date accessed: 01.04.2026).
8. Radygina E.V. Sotsial'nye seti kak chast' sovremennogo mediaprostranstva. *Mezhdunarodnyi zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk*. 2024. № 2-4 (89). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialnye-seti->

kak-chast-sovremennogo-mediaprostranstva [Social networks as a part of the modern media space]. (date accessed: 01.04.2026).

9. Render.ru - pervyi CG forum v runete. URL: <https://render.ru/xen/> [Render.ru - the first CG forum in the Russian Internet]. (date accessed: 01.04.2026).
10. Forum 3ddd.ru. URL: <https://3ddd.ru/forum/> [3ddd.ru forum]. (date accessed: 01.04.2026)
11. Forum razrabotchikov igr / GameDev.ru. URL: <https://gamedev.ru/forum/> [Game developers forum / GameDev.ru]. (date accessed: 01.04.2026).

УДК 004.92

К.В. Красюков, Е.Н. Дроздова

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

ФОТОГРАММЕТРИЯ. СОЗДАНИЕ 3D-СКАНОВ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ

© К.В. Красюков, Е.Н. Дроздова, 2026

В статье рассматриваются особенности создания трёхмерных моделей посредством фотограмметрии. Обсуждается принципиальная разница подходов 3D-сканирования. Исследуется специфика технических устройств и программных пакетов. Описывается процесс разработки оптимизированного 3D-скана с использованием программ RealityScan, Blender, Substance Painter. По результатам проделанной работы проводится анализ итогов.

Ключевые слова: Фотограмметрия, 3D-сканирование, RealityScan, Blender, Substance Painter, оптимизация.

K.V. Krasjukov, E. N. Drozdova

Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18

PHOTOGRAMMETRY. CREATING 3D SCANS AT HOME

The article examines the specifics of creating three-dimensional models by means of photogrammetry. The fundamental differences between 3D scanning approaches are discussed. The specific characteristics of technical devices and software packages are investigated. The process of developing an optimized 3D scan using the software applications RealityScan, Blender, and Substance Painter is described. Based on results of the work performed, an analysis of the outcomes is conducted.

Keywords: Photogrammetry, 3D scanning, RealityScan, Blender, Substance Painter, optimization.

Введение. В современном мире технологии трёхмерного моделирования всё чаще переходят из разряда узкоспециализированных промышленных инструментов в категорию общедоступных средств визуализации и творчества. Если раньше для получения цифровой копии реального объекта требовалось иметь дорогостоящую технику и специально оборудованное помещение, то сегодня рост вычислительных мощностей и развитие алгоритмов компьютерного зрения позволяют решать подобные задачи, имея под рукой лишь смартфон с камерой. В этом контексте особую актуальность приобретает фотограмметрия – метод, благодаря которому становится возможным воссоздавать геометрию и текстуру предметов по набору обыкновенных фотографий.

Особый интерес представляет изучение возможностей фотограмметрии именно в контексте «домашних условий», где пользователю приходится сталкиваться с ограничениями по освещению, качеству исходных снимков и производительности оборудования. В данной статье рассматриваются ключевые особенности фотограмметрии как одного из наиболее доступных подходов к созданию цифровых копий объектов, проводится анализ отличий данного метода от других видов 3D-сканирования, а также описывается процесс разработки оптимизированного 3D-скана, пригодного для использования в игровых движках, дизайне и анимации.

1. Технология «Фотограмметрия»

Фотограмметрия представляет собой научно-техническую дисциплину, занимающуюся определением формы, размеров, положения и иных характеристик объектов по их фотографиям [1]. Фотограмметрия появилась практически одновременно с изобретением фотографии в середине XIX века. «Отцом фотограмметрии» считается французский учёный Эме Лосседа. В 1851 году Лосседа впервые предложил использовать фотографические снимки для составления топографических планов, а в 1861 году провёл первую в мире фотограмметрическую съёмку для создания карты. Разработанный Лосседой способ, основанный на принципе прямой пространственной засечки, был назван «метрофотографией», что означало «измерительная фотография». В связи с тем, что съёмка проводилась для топографических целей, в дальнейшем её называли фототопографической.

Термин «фотограмметрия» был введён в 1867 году прусским архитектором и основателем архитектурной фотограмметрии Альбертом Мейнденбауэром в его статье «Die Photometrographie» [2]. Мейнденбауэр поставил цель разработать метод измерения объекта по фотографиям без физического контакта с самим объектом. Данный метод мог снизить риск для жизни при ручном обмере фасада здания. В дальнейшем под руководством Мейнденбауэра в Германии был учреждён первый фотограмметрический институт и организован архив, содержащий фотоснимки памятников архитектуры и их числовые характеристики.

Основным принципом фотограмметрии является измерение параллакса – поиск разницы в видимом положении объекта в зависимости от точек наблюдения. Аналогичным образом строится стереоскопическое зрение человека: каждый глаз видит объект под своим углом, что позволяет мозгу оценивать глубину и объём. Для получения трёхмерных координат точек объекта необходимо иметь как минимум два перекрывающихся между собой снимка, по которым с помощью специальных математических моделей вычисляются пространственные координаты.

С течением времени фотограмметрия вошла в настолько широкий обиход, что была поделена на два основных направления:

- фототопография – создание карт и планов Земли и других космических объектов. В зависимости от положения фотографирующего устройства различают наземную фототопографическую, аэрофототопографическую и комбинированную съёмки [3];
- наземная прикладная фотограмметрия – решение прикладных задач в архитектуре, строительстве, медицине, криминалистике и прочих областях.

По мере развития вычислительной техники произошла эволюция от аналоговой фотограмметрии к аналитической, а затем и к цифровой фотограмметрии, в которой весь рабочий процесс происходит на компьютере. Ключевым алгоритмом современной цифровой фотограмметрии является «Structure from Motion» – метод, позволяющий одновременно восстанавливать трёхмерную структуру сцены и параметры движения камеры по набору перекрывающихся изображений, полученных с разных точек съёмки. Финальным этапом обработки является уравнивание методом связей – математическая процедура, одновременно уточняющая координаты всех точек модели, положения камер и параметры их оптических систем для достижения максимальной точности реконструкции.

2. Методы 3D-сканирования: классификация и сравнительный анализ

Говоря о фотограмметрии в контексте создания 3D-сканов, необходимо чётко определить место данной технологии среди других методов трёхмерного сканирования. В современной практике 3D-сканеры делятся на два основных типа по методу взаимодействия с объектом: контактные и бесконтактные, причём последние являются наиболее многочисленной группой, подразделяющейся на активные и пассивные. Отдельно рассматриваются специфичные методы, не вписывающиеся в данную классификацию. Понимание различий между этими подходами крайне важно, так как на практике часто происходит смешение понятий, и любой полученный 3D-скан могут ошибочно называть фотограмметрией.

2.1. Контактное сканирование

Метод контактного сканирования основан на физическом прикосновении щупа сканера к поверхности объекта, что позволяет измерять расстояние до определённых точек с последующей обработкой данных для формирования трёхмерной модели [4]. Данный метод отличается высокой точностью, но имеет ограничения по производительности и может деформировать хрупкие объекты.

Основные типы оборудования:

- контрольно-измерительные машины: стационарные системы, широко используемые в промышленности для сверхточной проверки геометрии деталей. Обеспечивают эталонную точность измерений, однако процесс сканирования достаточно длителен и требует транспортировки объекта в лабораторные условия, что может быть неприемлемо для серийного производства или крупногабаритных деталей [5];
- измерительные «руки»: портативные шарнирные манипуляторы с высокоточными энкодерами, которые оператор вручную перемещает по объекту. Современные модели могут оснащаться как контактными щупами, так и лазерными сканерами, обеспечивая гибкость применения [6]. Преимуществом является мобильность и возможность работы с крупногабаритными объектами непосредственно на производственной площадке, без необходимости транспортировки детали.

2.2. Бесконтактное активное сканирование

Бесконтактное активное сканирование основано на излучении сканером направленных волн и анализе их отражения от поверхности объекта.

Основные методы бесконтактного активного сканирования:

- лазерное триангуляционное сканирование: прибор проецирует лазерную линию или точку, а камера под фиксированным углом отслеживает смещение луча. На основе геометрической модели треугольника, образованного лазером, объектом и камерой, вычисляются координаты

точек поверхности. Метод подходит для сканирования мелких и средних деталей с высокой детализацией [7];

- технология структурированного света: на объект проецируется световой рисунок с помощью проектора [8]. Одна или несколько камер анализируют искажение узора на поверхности, а специальное ПО на основе триангуляции восстанавливает трёхмерную геометрию. Метод отличается высокой скоростью и плотностью получаемого облака точек, что особенно важно для сканирования объектов со сложной текстурой и мелкими деталями;
- лазерное дальномерное сканирование LIDAR: системы LIDAR измеряют время прохождения лазерного импульса до объекта и обратно. Зная постоянную скорости света и измеренное время, вычисляется расстояние. Сканирование осуществляется путём изменения направления лазерного луча с помощью вращающихся зеркал. Метод позволяет сканировать здания, ландшафт и крупные промышленных объектов, позволяя измерять от 10000 до 100000 точек в секунду [9];
- фазовое сканирование: разновидность лазерного сканирования, основанная на измерении сдвига фазы отражённого модулированного лазерного сигнала. Позволяет сканировать крупные объекты быстрее и с более высокой точностью, чем импульсные дальномеры.

2.3. Бесконтактное пассивное сканирование

Бесконтактное пассивное сканирование включает методы, которые не излучают собственную энергию, а анализируют отражённый от объекта свет.

Типы бесконтактного пассивного сканирования:

- фотограмметрия: метод, подробно рассмотренный в разделе 1 данной работы, основанный на анализе перекрывающихся фотоизображений объекта, полученных с разных ракурсов;
- видеogramметрия: технология, идентичная фотограмметрии по ключевому принципу работы, с тем отличием, что в качестве исходных данных используются кадры из видеопотока, а не статичные фотографии.

2.4. Специфичные методы

К специфичным методам относятся технологии, не вписывающиеся в стандартную классификацию «контактный/бесконтактный» или использующие иные физические принципы:

- Компьютерная томография: рентгеновский метод, создающий полное трёхмерное представление как внешней, так и внутренней структуры объекта. Объект просвечивается под разными углами, а множество проекций обрабатывается реконструкционными алгоритмами. КТ позволяет выявлять внутренние дефекты, что делает её незаменимой в медицине, аддитивном производстве и промышленном контроле качества [10].
- Магнитно-резонансная томография: метод, основанный на создании мощного магнитного поля и регистрации отклика атомов водорода в тканях. Используется преимущественно в медицине для построения детализированных 3D-изображений мягких тканей.

В контексте трёхмерного сканирования принципиально важно понимать эти различия, так как выбор конкретного метода зависит от требуемой точности, размера объекта, условий сканирования и доступного оборудования. Фотограмметрия, являясь пассивным бесконтактным методом, занимает особое положение благодаря своей доступности и возможности получения качественных результатов без дорогостоящего оборудования.

3. Анализ программных средств для фотограмметрии

Определив место фотограмметрии в ряду методов трёхмерного сканирования, перейдём к рассмотрению программных средств, позволяющих реализовать данный подход на практике. Поскольку одной из ключевых задач работы является исследование возможности создания 3D-сканов в «домашних условиях», основное внимание уделено решениям, доступным широкому кругу пользователей без необходимости приобретения дорогостоящих лицензий. В качестве объектов для сравнительного анализа выбраны две программы – MeshLab (в связке с VisualSFM) и RealityScan, – представляющие различные подходы к организации рабочего процесса.

3.1 MeshLab и VisualSFM

MeshLab представляет собой свободно распространяемую систему обработки и редактирования неструктурированных трёхмерных полигональных сеток, разработанную исследовательским центром ISTI-CNR. Программа распространяется под лицензией GNU GPL и доступна для операционных систем Windows, macOS и Linux. Несмотря на то что изначально MeshLab создавался как инструмент для постобработки данных, полученных с 3D-сканеров, он приобрёл популярность и в фотограмметрическом сообществе благодаря набору функций для работы с облаками точек и полигональными сетками.

MeshLab предоставляет пользователю обширный инструментарий для очистки, восстановления, инспектирования, рендеринга, текстурирования и конвертации полигональных сеток. Среди ключевых возможностей программы можно выделить:

- удаление дублированных вершин, нулевых граней и устранение многосвязных рёбер;

- упрощение полигональной сетки на основе квадратичной метрики ошибки с сохранением визуальной и структурной точности;
- реконструкцию поверхности по облаку точек;
- проецирование цветовой информации с набора изображений на 3D-модель;
- масштабирование, позиционирование и ориентирование моделей в пространстве.

Однако принципиально важным ограничением MeshLab является отсутствие встроенных средств для первичной обработки фотографий и построения облака точек по набору изображений. Для выполнения этого этапа требуется использование дополнительной программы, в частности VisualSFM.

VisualSFM – это приложение для трёхмерной реконструкции методом Structure from Motion, разработанное Чанчан Ву. Программа объединяет несколько проектов автора: SiftGPU, многопоточное уравнивание методом связок и алгоритм инкрементального восстановления структуры. VisualSFM отличается высокой скоростью работы благодаря использованию многоядерного параллелизма на этапах обнаружения признаков, сопоставления изображений и уравнивания. Для построения плотного облака точек программа интегрирует инструментарий CMVS/PMVS (Clustering Views for Multi-View Stereo / Patch-based Multi-View Stereo), разработанный Ясутакой Фурукавой.

Типовой рабочий процесс с использованием данной связки выглядит следующим образом: пользователь загружает набор фотографий формата «jpg» в VisualSFM, где выполняется реконструкция и построение облака точек. Важно отметить, что VisualSFM работает только с фотоснимками, изображения, полученные из кадров видео или предварительно обработанные, программа в работу не берёт. Затем полученные данные в формате «ply» или «pvm» импортируются в MeshLab для финальной реконструкции поверхности, очистки геометрии и наложения текстуры. Несмотря на гибкость и широкие возможности редактирования, такой подход требует от пользователя значительных временных затрат – как на освоение двух независимых программ, так и на выполнение многоэтапной обработки данных.

3.2. RealityScan

RealityScan – это приложение, разработанное компанией Epic Games на базе движка RealityCapture. В отличие от связки MeshLab и VisualSFM, RealityScan представляет собой единое решение, позволяющее создавать 3D-сканы как на основе фотографий, так и с использованием видеопотока. Приложение доступно в двух версиях: мобильной для смартфонов и настольной для ПК. Благодаря облачной обработке данных RealityScan не предъявляет высоких требований к вычислительным ресурсам пользовательского устройства, что делает его особенно привлекательным для использования.

Среди ключевых преимуществ RealityScan можно выделить:

- простоту освоения;
- высокую стабильность работы и скорость обработки;
- наличие мобильной версии, позволяющей выполнять сканирование непосредственно со смартфона.

В то же время существуют определённые ограничения. В частности, на территории Российской Федерации официальная загрузка приложения затруднена, но возможна. Кроме того, по сравнению с MeshLab, RealityScan предлагает существенно меньший набор инструментов для ручного редактирования геометрии, что может потребовать привлечения дополнительного программного обеспечения на этапе постобработки. В сравнительных тестах RealityScan демонстрирует хорошие результаты при работе с текстурированными объектами, однако может испытывать трудности при сканировании гладких или низкодетализированных поверхностей.

3.3. Альтернативные решения

Помимо рассмотренных программ, существует ряд других бесплатных инструментов, заслуживающих упоминания. Meshroom, разработанный организацией AliceVision, представляет собой среду визуального программирования с нодовым интерфейсом, ориентированную на фотограмметрию и 3D-реконструкцию. Благодаря открытому исходному коду и активному сообществу разработчиков Meshroom является достойной альтернативой коммерческим пакетам. Также популярным решением является COLMAP – инструмент с открытым исходным кодом, широко применяемый в научных исследованиях и представляющий пользователю полный контроль над параметрами реконструкции. Для мобильных устройств, помимо RealityScan, доступны такие приложения, как KIRI Engine и Scaniverse.

3.4. Сравнительная характеристика

Для наглядного сравнения рассмотренных программ их данные были сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Сравнение программных средств для фотограмметрии

Характеристика	Программные средства	
	MeshLab + VisualSFM	RealityScan
Тип лицензии	Открытая (GPL)	Проприетарная (бесплатная версия)
Платформы	Windows, macOS, Linux	Windows, iOS, Android

Таблица 1. Сравнение программных средств для фотограмметрии (окончание)

Характеристика	Программные средства	
	MeshLab + VisualSFM	RealityScan
Встроенная обработка фото	Нет (требуется VisualSFM)	Да (фото и видео)
Простота освоения	Высокий порог входа	Низкий порог входа
Возможности редактирования	Обширные	Ограниченные
Стабильность работы	Высокая (при корректной настройке)	Высокая
Доступность в РФ	Без ограничений	Ограничена

Выбор конкретного программного средства зависит от целей пользователя. Если приоритетом является гибкость и возможность глубокой постобработки модели, связка MeshLab и VisualSFM остаётся актуальным выбором. В тех же случаях, когда важнее скорость получения результата и простота рабочего процесса, RealityScan является более предпочтительным решением. Именно RealityScan будет использован в практической части данной работы.

4. Процесс создания 3D-скана

В процессе создания и обработки 3D-скана были задействованы программы Blender, Substance Painter и настольная версия RealityScan. Для съёмки использовался смартфон «realme 9 Pro 5G». В качестве объекта для сканирования было использовано кресло-мешок (рисунок 1).



Рис. 1. Объект для сканирования

4.1. Подготовка исходных фото

Для съёмки подойдёт любая цифровая камера или смартфон. В данном случае чем качественнее устройство делает снимки, тем лучше. Съёмку нужно производить в ручном режиме, так как значения светочувствительности, баланса белого и диафрагмы должны быть фиксированными. Использовать в качестве источника изображений кадры из видео нежелательно по той причине, что они могут быть смазаны и, как отдельные изображения, быть худшего качества, чем фото, сделанные вручную. При съёмке нужно избегать переэкспонирования или избыточного затемнения. Также снимать необходимо таким образом, чтобы перекрытие между кадрами было не менее 30%. Лучше всего снимать на широкоугольный объектив, так как с ним проще получить максимальную глубину резкости, необходимую для создания качественных исходников. Объект нужно снимать по спирали, начиная снизу и постепенно поднимаясь вверх. Также стоит учитывать окружающую среду. Снимки лучше всего делать на улице в пасмурную погоду, когда свет максимально рассеян, либо в студии, оборудованной специальными осветительными приборами. Материал объекта должен быть матовым и непрозрачным, иначе алгоритм отработает некорректно. Чтобы отсканировать глянцевый или прозрачный объект, его предварительно необходимо покрыть тальком, но в таком случае изначальная текстура будет утрачена.

Для данной статьи часть из вышеописанных требований была проигнорирована в целях показать возможные последствия допущенных ошибок и то, как их можно исправить.

В процессе подготовки исходных фотографий было создано 115 снимков объекта со всех сторон. Дальнейшая работа с фотографиями будет происходить в RealityScan.

4.2. Создание и первичная обработка 3D-скана

Открыв приложение RealityScan, первым делом необходимо указать папку с фотографиями. Для этого в панели «WORKFLOW» необходимо нажать кнопку «Add Folder». В появившемся окне нужно указать путь к папке с фотографиями. После этого в панели слева должны появиться названия файлов изображений. Загрузив фотографии в программу, необходимо связать их между собой. Для этого нужно открыть панель «ALIGNMENT» и выбрать функцию «Align Images». Завершив связывание, программа отобразит облако точек, по которым в дальнейшем будет построена полигональная сеть.

Далее необходимо отрегулировать зону выделения точек, которые будут задействованы в создании полигонального меша. Это можно сделать с помощью регуляторов, расположенных внутри и по сторонам белого параллелепипеда, находящегося в рабочей области. После этого нужно открыть панель «MESH & COLOR» и в пункте «Create Mesh» выбрать функцию «High Detail». Благодаря этой функции программа построит максимально детализированную полигональную модель. По завершении процесса можно увидеть обесцвеченную модель кресла-мешка. Для того чтобы раскрасить получившийся 3D-скан, необходимо нажать на кнопку «Texture» в пункте «Color & Texture», после чего начнется процесс переноса текстуры объекта с фотографий на виртуальную модель. Получившаяся модель выглядит следующим образом (рисунок 2).

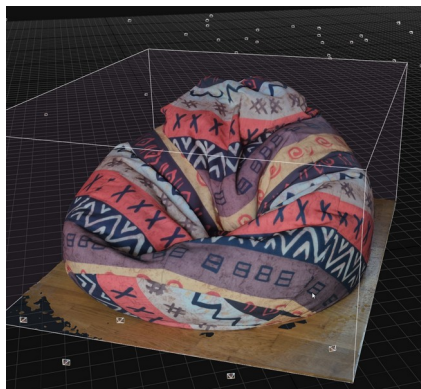


Рис. 2. Затекстурированный 3D-скан

Технически, на данный момент был описан базовый алгоритм по созданию 3D-скана, но важно отметить, что текущая 3D-модель непригодна для какого-либо использования, так как состоит из 37,5 миллионов сегментов. Для подобных случаев в RealityScan имеется функция «Simplify», позволяющая значительно сократить количество сегментов. Данная функция находится в пункте «Model & Texture» на панели «TOOLS». Активировав функцию, в панели слева появится окно с параметрами, где в пункте «Target triangle count» необходимо указать желаемое количество сегментов и нажать кнопку «Simplify». После выполнения операции будет создана модель, содержащая 1 миллион сегментов. На получившуюся модель нужно повторно наложить текстуру, так как из-за разницы в геометрии могут появиться артефакты. Дополнительно можно воспользоваться функцией «Correct Colors», данная функция призвана улучшать качество итоговой текстуры.

На данном этапе остаётся только экспортировать получившийся 3D-скан в целях дальнейшей оптимизации в программе Blender. Для этого следует выбрать «Model & Point Cloud» в пункте «Export». В появившемся окне нужно указать путь для сохранения, после чего откроется ещё одно окно с настройками экспорта. В данном окне нужно найти пункт «Rotate X» и выставить значение «-90». Это необходимо для корректного позиционирования меша в пространстве. Получившуюся модель уже можно использовать в различных программных пакетах, но на данный момент она всё ещё является сырой и нуждается в ретопологии.

4.3. Ретопология 3D-скана в Blender

Ретопология – это процесс оптимизации полигональной сетки. Данный процесс может быть направлен как на редактирование имеющейся геометрии, так и на создание новой полигональной сетки, повторяющей форму старой. В данном случае необходимо создание новой геометрии, так как текущая не располагает возможностью для какой-либо модификации. Для этого первым делом нужно импортировать модель в Blender. Это можно сделать, перетащив файл модели в окно рабочего пространства программы Blender.

Первым делом после добавления у модели нужно убрать нижнюю часть с полом. Это регулярная процедура, которая присутствует практически при каждой обработке 3D-скана. Для того чтобы её избежать, объекты перед съёмкой нужно либо подвешивать, либо располагать на прозрачной платформе. Для того чтобы убрать пол, можно удалить лишние вершины в «Edit Mode» или воспользоваться модификатором «Boolean» и буквально отрезать нижнюю часть. После этого нижние края объекта были скруглены, во избежание резкого стыка. Теперь модель готова для ретопологии.

Техник ретопологии существует огромное множество, и для каждой модели она своя. Данные техники различаются тем, насколько в ней задействован пользователь. Для одних моделей требуется исключительно ручная ретопология, в то время как для других будет достаточно автоматической. Ретопологию можно осуществлять: базовым созданием и перемещением вершин, с помощью модификаторов, скульптинга, автоматизированных алгоритмов, сторонних программ и многих других способов. В целях экономии времени ретопология для данной модели была выполнена с помощью

автоматизированных алгоритмов. Полученная модель на выходе имеет схожую с оригиналом форму, итоговое количество полигонов в получившейся модели составляет 5034.

Так как полигональная сетка оптимизированной модели сильно отличается от первоначальной, текстура не будет корректно отображаться на новой модели. Для решения этой проблемы необходимо создать UV-развёртку для новой модели и запечь под неё текстурные карты.

4.4. Запекание текстур в Blender

Запекание текстур – это процесс рендера текстурных карт под определённую UV-развёртку. Запечку текстур можно производить как в контексте одного объекта, когда нужно сохранить сложную процедурную текстуру в привычный формат изображения, так и с несколькими, когда необходимо перенести текстурные карты с одного объекта на другой.

UV-развёртка – это двумерная проекция трёхмерного объекта на плоскости. Прежде чем выполнять запечку, обязательно нужно создать UV-развёртку для получившейся модели.

Процесс создания UV-развёртки настолько же разнообразен, как и ретопологии. Для каждой модели нужны свои техники и подходы. В Blender имеется ряд возможных способов создания UV-развёртки, включающий как автоматические, так и требующие непосредственного участия пользователя. В случае с данной моделью на её основании был создан шов, по которому модель была развёрнута единичным объектом. При создании UV-развёртки главное убедиться, что её сегменты не перекрывают друг друга, иначе один и тот же узор будет повторяться не в тех местах, где нужно.

Завершив работу над UV-развёрткой, можно переходить к запечке. Для этого выделяется оптимизированная модель, для неё создаётся новый материал и в «Material Editor» добавляется нода «Image Texture», после чего нажимается кнопка «New» и в настройках новой текстуры вписываются её будущее название и разрешение. Разрешение итоговой текстуры подбирается в зависимости от цели дальнейшего использования модели. В данном контексте было задано разрешение 8K, так как оно позволяет дать лучшее качество. В дальнейшем все текстурные карты можно будет сжать под определённые требования и форматы.

После создания заготовки под будущую текстуру необходимо выделить ноду «Image Texture», после чего выбрать первоначальный объект и с зажатым клавишей «Ctrl» нажать на оптимизированную модель. После этого нужно зайти в настройки рендера, выставить режим «Cycles», пролистать вниз до пункта «Bake». В пункте «Bake» параметр «Bake Type» необходимо выставить на режим «Diffuse». Далее во вкладке «Influence» выбрать только «Color». Затем активировать вкладку «Selected to Active» и выставить параметр «Extrusion» на значение «0.2».

После этого остаётся нажать на кнопку «Bake» и запустить процесс запечки. В большинстве случаев представленные выше настройки работают корректно, но если возникают артефакты, то можно изменить значение ползунка «Extrusion». По завершении запечки получившуюся текстуру нужно сохранить как отдельное изображение.

Помимо текстуры цвета, изначальная модель обладает большей детализацией, благодаря чему её неровности лучше взаимодействуют с освещением. Для полной достоверности данные неровности нужно запечь в карту «Normal» и перенести на новую модель.

На этом этапе может возникнуть проблема, связанная с качеством первоначальных фотографий. Если на одном и том же участке снимков было мало информации для построения облака точек, то RealityScan мог отрисовать его с артефактами. В данном случае в затемнённых участках модели наблюдались сильные неровности, которые было необходимо убрать перед запечкой карты нормалей.

Мелкие неровности можно убрать с помощью модификатора «Smooth», в то время как крупные, используя скульптинг. Важно отметить, что убирать неровности нужно строго после запечки карты «Base Color», так как, если этим заняться в первую очередь, можно повредить положение текстуры на модели и сделать невозможным качественную запечку текстуры цвета.

Разгладив и исправив лишние неровности, можно приступить к процессу запечки карты нормалей. Данный процесс полностью аналогичен ранее описанному, за тем исключением, что в настройках запечки, в пункте «Bake Type» нужно выбрать режим «Normal».

На данный момент у модели остался единственный ключевой недостаток – пространственное затенение, запечённое в текстуру цвета. Из-за этого модель выглядит тёмной даже при ярком освещении. Для того, чтобы исправить это, нужно запечь карту пространственного затенения «Ambient Occlusion» и использовать её как осветлитель. Процесс запечки карты пространственного затенения такой же, как и в предыдущих случаях, только в настройках запечки нужно выбрать «Ambient Occlusion».

Важно заметить, что при запечке карты пространственного затенения все объекты, которые не используются в процессе, должны быть отключены на рендере, иначе на текстуре могут проявиться лишние тени или артефакты. Полученную карту нужно подключить следующим образом (рисунок 3). После этого необходимо запечь новую текстуру «Base Color». В отличие от предыдущих случаев, запечка

данной текстуры будет производиться в контексте одной модели. Для этого нужно выставить настройки как при первой запечке, но убрать галочку с пункта «Selected to Active».

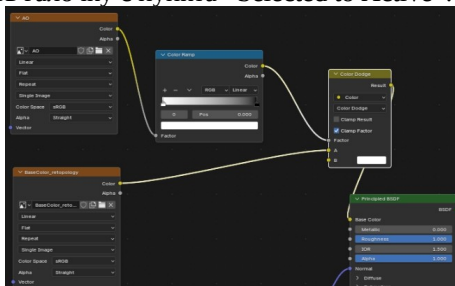


Рис. 3. Осветление излишнего затемнения на текстуре «Base Color»

Получив все текстурные карты, осталось только подключить их, и базовая оптимизация будет завершена.

На текущий момент был реализован общий алгоритм по созданию оптимизированного 3D-скана, и для большинства подобных результатов будет удовлетворителен, но для достижения максимального качества нужно переработать основную текстуру объекта. Это необходимо по той причине, что при съёмке свет падал на объект только спереди, из-за чего обратная сторона стала значительно темнее. Также после запечки текстур есть шанс столкнуться с артефактами, которые невозможно перезапечь. В подобных случаях нужно детально обрабатывать саму текстуру. Для этих целей далее будет использовано приложение Substance Painter, специализированное на создании и редактировании текстур.

4.5. Обработка текстур в Substance Painter

Данное приложение, в отличие от предыдущих, не распространяется бесплатно, но его можно свободно приобрести или оформить на него месячную подписку в сервисе Steam. Для редактирования текстур в Substance Painter нужно экспортировать оптимизированную модель в формат «fbx» или «obj».

Substance Painter поддерживает возможность запечки карт нормалей и пространственного затемнения в лучшем качестве, чем в Blender, поэтому желательно запечь данные карты в нём, во избежание лишней работы по устранению визуальных артефактов. Также Substance Painter удобен тем, что позволяет вносить изменения на поверхности объекта и в тот же момент видеть результат. Система слоёв и масок даёт возможность смешивать текстуры необходимым образом в конкретных местах, а фильтры для цветокоррекции помогают компенсировать недостаток освещённости и красочности. Помимо этого, в Substance Painter есть множество кистей с возможностью настройки, что позволяет точно взаимодействовать с текстурой.

В конечном итоге все артефакты на поверхности объекта были устранены, затемнённые участки скорректированы, температура всей текстуры выровнена. Карта нормалей стала более сглаженной, благодаря чему модель лишилась излишней неровности. В конечном итоге текстуры были перенесены и наложены в Blender.

Итоговое сравнение сырого 3D-скана с оптимизированной моделью представлено на рисунке 4.



Рис. 4. Кадры сравнения: а – засвеченная сторона; б – затемнённая сторона

Заключение. В работе были рассмотрены особенности фотограмметрии как доступного метода 3D-сканирования, проведён сравнительный анализ программ MeshLab + VisualSFM и RealityScan. Практическая часть демонстрирует полный цикл создания оптимизированного 3D-скана на примере объекта сложной формы: от съёмки на смартфон до финальной обработки текстур. Полученная модель с

полигонажем около 5 тысяч визуально неотличима от исходного высокополигонального скана, что подтверждает эффективность выбранной методики для применения в домашних условиях.

Список литературы

1. Фотограмметрия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Фотограмметрия> (дата обращения: 05.04.2026)
2. Основные события в истории фотограмметрии. URL: <https://bvkras.narod.ru/HistoryFGM/HistoryFGM5.htm> (дата обращения: 05.04.2026)
3. Конспект лекций по дисциплине «Прикладная фотограмметрия». URL: <https://vunivere.ru/work56995?screenshots=1> (дата обращения: 05.04.2026)
4. Анализ контактного и бесконтактного методов 3d-сканирования в рамках производства мастер-моделей. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-kontaktного-i-beskontaktного-metodov-3d-skanirovaniya-v-ramkah-proizvodstva-master-modeley> (дата обращения: 06.04.2026)
5. Метрологические 3D-сканеры: прорыв в контроле геометрии. URL: <https://industry3d.ru/metrologicheskie-3d-skanery-proryv-v-kontrole-geometrii/> (дата обращения: 06.04.2026)
6. Измерительные руки PMT: особенности, принцип работы и области применения. URL: <https://qualived.ru/tpost/1ijlzb181-izmeritelnie-ruki-pmt-osobennosti-prints> (дата обращения: 06.04.2026)
7. Что такое 3D -лазерное сканирование - Изучение мира 3D -лазерного сканирования. URL: <https://www.3d-scantech.com/ru/exploring-the-world-of-3d-laser-scanning/> (дата обращения: 06.04.2026)
8. 3D-сканеры с проецируемым или структурированным светом (Projected or Structured Light 3D Scanners). URL: <https://industry3d.ru/3d-skanery-s-proeciruемым-ili-strukturirovannym-svetom/> (дата обращения: 06.04.2026)
9. Времяпролетные сканеры. URL: <https://industry3d.ru/vremyaproletnye-skanery/> (дата обращения: 07.04.2026)
10. Промышленная компьютерная томография (Tomography). URL: <https://industry3d.ru/promyshlennaya-kompyuternaya-tomografiya-tomography/> (дата обращения: 07.04.2026)

References

1. *Fotogrammetriya*. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Fotogrammetriya> [Photogrammetry] (date accessed: 05.04.2026)
2. *Osnovnyye sobytiya v istorii fotogrammetrii*. URL: <https://bvkras.narod.ru/HistoryFGM/HistoryFGM5.htm> [Major Events in the History of Photogrammetry] (date accessed: 05.04.2026)
3. *Konspekt lektiy po distsipline «Prikladnaya fotogrammetriya»*. URL: <https://vunivere.ru/work56995?screenshots=1> [Lecture Notes on the Discipline «Applied Photogrammetry»] (date accessed: 05.04.2026)
4. *Analiz kontaktного i beskontaktного metodov 3d-skanirovaniya v ramkakh proizvodstva master-modeley*. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-kontaktного-i-beskontaktного-metodov-3d-skanirovaniya-v-ramkah-proizvodstva-master-modeley> [Analysis of contact and non-contact 3d scanning methods in the context of master model production] (date accessed: 06.04.2026)
5. *Metrologicheskiye 3D-skanery: proryv v kontrole geometrii*. URL: <https://industry3d.ru/metrologicheskiye-3d-skanery-proryv-v-kontrole-geometrii/> [Metrological 3D Scanners: A Breakthrough in Geometry Control] (date accessed: 06.04.2026)
6. *Izmeritel'nyye ruki PMT: osobennosti, printsip raboty i oblasti primeneniya*. URL: <https://qualived.ru/tpost/1ijlzb181-izmeritelnie-ruki-pmt-osobennosti-prints> [PMT Measuring Arms: Features, Operating Principle, and Applications] (date accessed: 06.04.2026)
7. *Chto takoye 3D-lazernoye skanirovaniye - Izucheniye mira 3D-lazernogo skanirovaniya*. URL: <https://www.3d-scantech.com/ru/exploring-the-world-of-3d-laser-scanning/> [What is 3D Laser Scanning – Exploring the World of 3D Laser Scanning] (date accessed: 06.04.2026)
8. *3D-skanery s proyetsiruyemym ili strukturirovannym svetom (Projected or Structured Light 3D Scanners)*. URL: <https://industry3d.ru/3d-skanery-s-proeciruемым-ili-strukturirovannym-svetom/> [Projected or Structured Light 3D Scanners] (date accessed: 06.04.2026)
9. *Vremyaproletnyye skanery*. URL: <https://industry3d.ru/vremyaproletnye-skanery/> [Time-of-Flight Scanners] (date accessed: 07.04.2026)
10. *Promyshlennaya komp'yuternaya tomografiya (Tomography)*. URL: <https://industry3d.ru/promyshlennaya-kompyuternaya-tomografiya-tomography/> [Industrial Computed Tomography (Tomography)] (date accessed: 07.04.2026)

УДК 655.2

Н.Н. КривцоваСанкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18**АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТОВ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕКСТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО НАСТРОЕНИЯ ПРИ ЧТЕНИИ ГРАФИЧЕСКОГО РОМАНА**

© Н.Н. Кривцова, 2026

Аннотация. В статье рассмотрены варианты использования различных элементов форматирования текста с целью создания у читателя определенного эмоционального настроения. Проведен анализ некоторых визуальных элементов на примере романа Дж.С. Фоера «Жутко громко и запредельно близко», а также их влияние на читателя.

Ключевые слова: Adobe InDesign, Дж.С. Фоер, верстка, элементы форматирования текста.

N.N. KrivtsovaSaint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18**ANALYSIS OF THE ELEMENTS OF TEXT FORMATION TO CREATE AN EMOTIONAL MOOD WHEN READING A GRAPHIC NOVEL**

Abstract: The article discusses the options for using various text formatting elements in order to create a certain emotional mood in the reader. The analysis of some visual elements is based on the example of J.S.Foer's novel "Extremely Loud and Incredibly Close", as well as their impact on the reader.

Keywords: Adobe InDesign, J.S. Foer, layout, text formatting elements..

В контексте современной литературы писатели обращаются не только к лексическим и грамматическим средствам оформления текста, но прибегают к другим вспомогательным элементам для более эффективной передачи авторской идеи, воздействуя на эмоциональное состояние читателя.

Благодаря тщательно спланированным визуальным элементам творчество автора становится более реалистичным и проникновенным. Такие приемы могут выражать интонацию, имитировать момент усиления эмоций, голосовой нажим, означающий логическое ударение, передавать момент особого эмоционального переживания героя, акцентировать внимание читателя на необходимом элементе текста.

Одним из таких средств являются различные параметры, которые используются для оформления текста. К таким параметрам относят гарнитуру, шрифт, его размер, способы выделения текста, тип начертания или подчеркивания, тип выравнивания абзаца, интерлиньяж, величина отступов и т.д.

Подобное использование элементов форматирования текста можно активно использовать, прежде всего, в текстах художественной литературы. Так, выделение курсивом можно использовать, выделяя события прошлого или воспоминания главных героев, курсивом также можно выделять речь человека на другом языке; использование курсива вместе с жирным выделением уместно применять, когда главный герой читает смс-сообщение, e-mail или обычное бумажное письмо. В этом случае уместно будет применять увеличенный абзацный отступ или выравнивание по центру. Выделение курсивом и/или жирным можно использовать для эпиграфа, авторских ремарок или каких-либо комментариев внутри главы.

Органично подобранный шрифт может усилить смысл сообщения и сделать его более запоминающимся. Одним из способов использования шрифтового многообразия становится выделение с помощью начертания – читатель воспринимает их как слова, произнесенные с изменением интонации, что, в свою очередь, влияет на эмоциональный фон воспринимаемого текста. Размер шрифта также является важным параметром. Используя градацию размера, автор может обращать внимание читателя на нужную ему часть текста. Таким образом, шрифт – не просто эстетическое решение, это инструмент, воздействующий на подсознание человека.

Цвет символов – инструмент, который способен влиять на эмоциональный фон читателя. «Всплеск» цвета, соответствующего контексту ситуации, способен настраивает читателя на нужный

эмоциональный лад.

Интерлиньяж напрямую влияет на читабельность текста, а значит и на его восприятие читателем.

Один из наиболее частых визуальных приёмов – использование символа «пробел». Его функция – создание эмоционального напряжения, передача эмоций, эмоциональной кульминации. Пробелы так же замедляют ритм восприятия текста с точки зрения физиологии, так как глаз вынужден делать паузы, переходя с одной строчки на другую. В оформлении печатного текста пробел выступает не только как символ, определяющий границы слова, но и как семантическая единица, обозначающая отсутствие чего-либо.

Другой прием – расположение текстового материала на странице, – важен благодаря нескольким особенностям построения повествования:

- использование переноса (каждое слово/предложение начинается с новой строки) меняет облик страницы: каждый такой текстовый элемент считывается с новой строки, что позволяет увеличить паузу и влияет на восприятие;

- организация текстовых вставок (имитация табличек на двери, визитных карточек) обособляет текст на странице.

Автор позволяет читателю увидеть текст так, как видит его сам, упорядочив его.

Расположение текста в узкой колонке, вытянутой большей частью по вертикали (рис. 1), переключает читателя с классически расположенного абзачного оформления. Такое решение напрямую влияет на его читабельность – воспринимать такой текст становится сложнее.

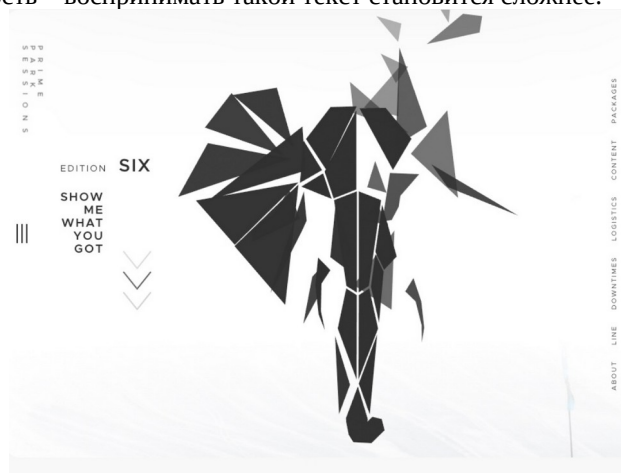


Рис. 1 Пример вертикальной ориентации текста

Подобное решение способно акцентировать внимание читателя на важном моменте текста. Отступы с правой стороны усиливают визуальный эффект. Использование нескольких отступов смещает ось страницы, позволяя разделить повествование, отделив одного персонажа от другого или выделяя отдельные предложения.

Фигурные приемы, такие как, например, «лесенка» смещают ось страницы и перестраивают восприятие читателя, делая акцент на самом фрагменте и том смысле, который в него заложил автор. В произведениях художественной литературы к этому приему можно прибегать, когда по сюжету герой вспоминает о чем-то, каждое такое воспоминание начинается с новой строки и имеет большой отступ, по сравнению с прошлым строкой.

Для раскрытия темы обратимся к произведению, в котором содержатся перечисленные элементы, а именно, к роману Дж.С. Фоера «Жутко громко и запредельно близко» [1]. Книга получила множество литературных наград, а также премию в области иллюстрации. В ней содержится множество элементов форматирования, каждый из которых не просто раздвигает границы сюжета, погружая в него читателя, но становится необходимой для понимания детали [2-4].

По мнению доктора филологических наук Ирины Владимировны Зыковой роман можно назвать романом-экспериментом, благодаря использованию различных художественных средств [5].

По сюжету девятилетний мальчик Оскар теряет отца во время теракта 11 сентября. Через год после его смерти в вещах отца мальчик находит ключ. Так начинаются приключения главного героя в поисках ответов о том, что же этот ключ открывает, в процессе которых, он не только познакомится с новыми людьми, но и столкнется с семейными тайнами.

В этой книге Дж.С. Фоер использует такие визуальные приемы организации текста как лесенка, обведение слов и фраз в тексте, изменение интерлиньяжа, использование заглавных букв, курсива, применение увеличенных отступов и пробелов и т.д. Автор обращается к этим элементам, чтобы

нормальности говорить не приходится, поэтому следующие предложения написаны заглавными буквами. Боль буквально разрывает Оскара изнутри. Использование заглавных букв создает ощущение, что мысли героя звучат громче, выражая эмоциональное состояние – одиночество, растерянность и глубокую тоску.

ЗАПРЕДЕЛЬНО ОДИНОКО
ВИДНО, Я УСНУЛ НА ПОЛУ, КОГДА
Я ПРОСНУЛСЯ, МАМА СТАСКИВАЛА
С МЕНЯ РУБАШКУ ЧЕРЕЗ ГОЛОВУ,
ЗНАЧИТ ЧТОБЫ ПЕРЕОДЕТЬ В ПИЖА-
МУ, И ЗНАЧИТ, ДОЛЖНА БЫЛА УВИ-
ДЕТЬ ВСЕ МОИ СИНЯКИ. Я ИХ ПЕРЕ-
СЧИТАЛ ВЧЕРА ПЕРЕД ЗЕРКАЛОМ, И
БЫЛО РОВНО СОРОК ОДИН. НЕКО-
ТОРЫЕ РАСПЬЛИЛИСЬ, НО БОЛЬШИН-
СТВО МАЛЕНЬКИЕ. Я ИХ НАСТАВИЛ
НЕ ДЛЯ НЕЕ, НО ВСЕ РАВНО ХОТЕЛ,
ЧТОБЫ ОНА СПРОСИЛА, ОТКУДА ОНИ
ВЗЯЛИСЬ (ХОТЯ ОНА, СКОРЕЕ ВСЕГО,
ЗНАЕТ), И ПОЖАЛЕЛА МЕНЯ (ПО-
НЯВ, НАКОНЕЦ, КАК МНЕ ТЯЖЕЛО),
И УСТЫДИЛАСЬ (ПОТОМУ ЧТО ОНА
В ЭТОМ ТОЖЕ ВИНОВАТА), И ПОО-
БЕЩАЛА, ЧТО НЕ УМРЕТ, ОСТАВИВ
МЕНЯ СИРОТОЙ. НО ОНА НИЧЕГО НЕ
СКАЗАЛА. А УВИДЕТЬ ВЫРАЖЕНИЕ
ЕЕ ГЛАЗ ПРИ ВИДЕ СИНЯКОВ Я ТОЖЕ
НЕ СМОГ, ПОТОМУ ЧТО ГОЛОВА ЗА-
СТРЯЛА В РУБАШКЕ, И ЛИЦО БЫЛО,
КАК В КАРМАНЕ ИЛИ ПОД ЧЕРЕПОМ.

Рис 4. Воспроизведенный пример зачеркивания и использования заглавных букв

Еще один оригинальный прием, использованный автором – обведение слов в тексте (рис. 5), таким образом написана целая глава.

дал слово, она извинилась и прикоснулась ко мне, доктора меня оперировали, они делали уколы и перевязки, но мою жизнь спасло только это прикосновение. В дни и недели после выписки я искал родителей, и Анну, и тебя. Под каждой грудой камней, что некогда были зданиями, кто-нибудь обязательно кого-нибудь искал, но все поиски были напрасны, я нашел наш старый дом, упрямая дверь болталась на прежнем месте, кое-что из мебели уцелело, печатная машинка, я вынес ее на руках, как младенца, перед отъездом в эвакуацию я написал на двери, что жив, и адрес лагеря беженцев. Ощущая, я ждал письма, но письмо не пришло. Поскольку погибших было так много и поскольку многие из них сторели долги, списков умерших не составляли, тысячи людей были обречены на пытку надеждой. Когда я решил, что умираю у подножия Лешвиттерского моста, в голове была единственная мысль: Думай. Мысли вернули меня к жизни. Но теперь я жив, и мысли меня убивают, я думаю, и думаю, и думаю. Я не перестаю думать о той ночи, гроздя красных сигнальных ракет, небо, похожее на черную воду и как всего за несколько часов до того, как все потерять, я все имел. Твоя тетя сказала мне, что беременна, я обрадовался до небес, нельзя было безоглядно этому отдаваться, сто лет радости могут быть перечеркнуты в одну секунду, я поцеловал ее живот, хотя в нем еще некого было целовать, я сказал: «Я люблю нашего

Рис. 5. Воспроизведение приема обведение слов в тексте

Впервые читатель встречается с таким оформлением текста, когда отец Оскара обводит красной ручкой слова в газете, чтобы тот продолжал искать клад. Этот же прием дублируется в эпистолярной главе от лица дедушки героя. Но если отец Оскара обводил фразы, чтобы привлечь к ним внимание сына, то дедушка обводил ошибки: недостающие и лишние запятые, орфографические и речевые недочеты. Подобное совпадение наталкивает читателя на мысль – смогли ли отец и сын встретиться перед смертью последнего, дошло ли хоть одно из писем деда до своего адресата. Фоер не дает ответы на эти вопросы, лишь оставляет их на суд читателей. Подобная недосказанность вызывает у читателя двойственные чувства: с одной стороны – радость и надежду, после стольких лет разлуки отец и сын смогли найти друг друга, а с другой – глубокую тоску, ведь мертвым слова уже не к чему.

Среди приемов, используемых автором, нельзя не выделить те, которые буквально препятствуют восприятию текста, нарушая возможность коммуникации между ним и читателем.

Первый из таких приемов - использование вместо букв сопоставленные им цифры. Такой прием появляется по сюжету, когда дедушка главного героя звонит своей жене. Трагизм ситуации в том, что он

1. Фоер Дж.С. «Жутко громко и запредельно близко». М.:Эксмо, 2016. 416 с.
2. Кузнецова Е.Г. Визуальность в художественной литературе: маркетинговый ход, или новая художественная форма// Вестник Московского университета. Серия 19. Лингвистика и межкультурная коммуникация. 2018. № 1. С. 164 – 168.
3. Рябцев Е.В., Бочегова Е.В. Способы выдвижения графического уровня в поликодовом тексте: новаторство романа «Жутко громко и запредельно близко»//Вестник Курганского университета. 2018. С. 17 – 20.
4. Смирнова А.Г. «Визуальное» в романе Дж.С. Фоера «Жутко громко и запредельно близко»// Преподаватель XXI век. 2023. №4. Часть 2. С. 499-509.
5. Зыкова И.В. Ноцицепция и ее лингвокреативный потенциал в художественно-эстетической репрезентация// Вестник Волгоградского государственного университета. 2023. Т. 22 № 1. Серия 2: Языкознание. С. 65 – 80.

References

1. Foer J.S. Zhutko gromko i zapredel'no blizko [Extremely Loud and Incredibly Close]. Moscow: Eksmo, 2016. 416 p. (in Rus.).
2. Kuznetsova E.G. Vizual'nost' v khudozhestvennoi literature: marketingovyi khod ili novaya khudozhestvennaya forma [Visuality in fiction: marketing strategy or a new artistic form]. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 19. Lingvistika i mezhkul'turnaya kommunikatsiya [Moscow University Bulletin. Series 19. Linguistics and Intercultural Communication]. 2018. No 1. 164–168 pp. (in Rus.).
3. Ryabtsev E.V., Bochegova E.V. Sposoby vydvizheniya graficheskogo urovnya v polikodovom tekste: novatorstvo romana «Zhutko gromko i zapredel'no blizko» [Ways of foregrounding the graphic level in a polycode text: innovation of the novel “Extremely Loud and Incredibly Close”]. Vestnik Kurganskogo universiteta [Kurgan State University Bulletin]. 2018. 17–20 pp. (in Rus.).
4. Smirnova A.G. «Vizual'noe» v romane J.S. Foera «Zhutko gromko i zapredel'no blizko» [The “visual” in J.S. Foer’s novel “Extremely Loud and Incredibly Close”]. Prepodavatel' XXI vek [Teacher of the 21st Century]. 2023. No 4. Part 2. 499–509 pp. (in Rus.).
5. Zyкова I.V. Notsitsepsiya i ee lingvokreativnyi potentsial v khudozhestvenno-esteticheskoi reprezentatsii [Nociception and its linguocreative potential in artistic-aesthetic representation]. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 2: Yazykoznanie [Volgograd State University Bulletin. Series 2: Linguistics]. 2023. Vol. 22, No 1. 65–80 pp. (in Rus.).

УДК 004.92

К.А. Кузнецова, Е.Н. ДроздоваСанкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18**РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ И ПРОТОТИПА 3D ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ХОРРОРА-ГОЛОВОЛОМКИ ОТ ПЕРВОГО ЛИЦА**

© К.А. Кузнецова, Е.Н. Дроздова, 2026

В статье рассматривается разработка целостной концепции, проектной документации и функционального прототипа видеоигры в жанре психологического хоррора-головоломки от первого лица. Обсуждается концепция игры. Разбирается архитектура проекта и реализация основных систем. Рассматривается построение игрового мира и логики головоломок. Описывается разработка пользовательского интерфейса и меню. Обсуждается интеграция и настройка взаимодействий систем. Приводятся результаты тестирования игры и обсуждается проверка гипотез.

Ключевые слова: прототипирование, видеоигра, Unity, геймплей, проверка гипотез

К.А. Kuznetsova, E.N. DrozdovaSaint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18**DEVELOPING A CONCEPT AND PROTOTYPE FOR A 3D FIRST-PERSON PSYCHOLOGICAL HORROR PUZZLE**

This article examines the development of a comprehensive concept, design documentation, and functional prototype for a first-person psychological horror puzzle video game. The game's concept is discussed, along with the project's architecture and implementation of key systems. The game world and puzzle logic are discussed. The user interface and menu development are described. Integration and system interaction configuration are discussed. Game testing results are presented, and hypothesis testing is discussed.

Keywords: prototyping, video game, Unity, gameplay, hypothesis testing.

Введение. Рынок видеоигр предлагает огромное разнообразие жанров, однако психологический хоррор, делающий ставку на атмосферу, нарратив и внутреннее напряжение, а не на шоковый контент, сохраняет устойчивую нишу среди искушенной аудитории. Успех в этом жанре определяется не бюджетом, а способностью разработчика создать глубокое чувство беспокойства, изоляции и паранойи, вовлекая игрока в интерактивный опыт.

Жанр психологического хоррора представляет собой одну из наиболее сложных и интеллектуально насыщенных областей игровой индустрии. В отличие от классического «слэшера» или «survival horror», где источником страха выступает прямая физическая угроза (монстры, убийцы, нехватка ресурсов), психологический хоррор атакует игрока на более глубоком, подсознательном уровне. Его цель — не напугать внезапным пугающим элементом, а вызвать продолжительное состояние тревоги, беспокойства, паранойи и экзистенциального дискомфорта.

Основная дихотомия лежит в оппозиции «страх» и «ужас». Если страх — это непосредственная реакция на конкретную угрозу («за мной гонится монстр»), то ужас — это предчувствие, нарастающее беспокойство от неопределенности, ощущение, что что-то принципиально не так. Психологический хоррор работает именно с ужасом. Он создает мир, в котором нарушены фундаментальные законы реальности, безопасности и приватности. Главным антагонистом здесь часто становятся не сущность, а само пространство (локация как персонаж), атмосфера или расстроенная психика протагониста.

Успешные представители жанра (такие как «Silent Hill 2», «P.T.», «Layers of Fear», «Anatomy») отказываются от пассивного восприятия ужаса игроком. Они используют интерактивность — ключевую особенность видеоигр — чтобы сделать игрока соучастником его собственного психологического давления. Чувство беспомощности усиливается не через отнятие оружия, а через манипуляцию восприятием, слом ожиданий и нарушение чувства контроля над ситуацией.

Создание напряжения в психологических хоррор-играх достигается через звуковой дизайн, визуальные искажения и геймплейные механики.

Звуковой дизайн как нарратив и триггер включает диэстетический звук, неслышимые частоты и психоакустику, а также тишину как инструмент.

Диэстетический звук: звуки, источник которых находится в мире игры (скрип половиц, шаги на этаж выше, далекий шепот из вентиляции). Их ключевая особенность — непредсказуемость и невидимость источника. Игрок вынужден догадывать угрозу в своем воображении, что всегда страшнее любой модели монстра.

Неслышимые частоты и психоакустика: использование инфразвука для создания беспричинного чувства тревоги или диссонансных, негармоничных музыкальных пассажей.

Тишина как инструмент: паузы в звуковом сопровождении, заставляющие игрока напряженно вслушиваться, ожидая угрозу.

Визуальные искажения и повествование через окружение включает нарушение пространства, пост-обработку и эффекты, рассказ через среду.

Нарушение пространства: двери, ведущие не туда; комнаты, меняющие планировку; бесконечные коридоры. Это атакует базовое человеческое чувство ориентации и безопасности.

Пост-обработка и эффекты: динамическое изменение цветовой гаммы (десатурация, сдвиг в синие/зеленые тона), виньетирование, эффекты искажения линз, мерцание света. Эти техники визуально сигнализируют об «отравленности» или «нестабильности» пространства.

Рассказ через среду: история не подается через кат-сцены, а реконструируется игроком из деталей: беспорядок в комнате, незаконченные письма, детские рисунки на стенах, следы борьбы. Это вовлекает игрока в активный процесс расследования и делает обнаруженный лор личным открытием, что усиливает эмоциональную связь и чувство беспокойства.

Геймплейные механики, усиливающие беспомощность, включают ограниченное взаимодействие, головоломки, динамические события.

Ограниченное взаимодействие: игрок может только смотреть, открывать, брать и читать. Отсутствие боевой системы смещает фокус с «победы» на «выживание и понимание».

Головоломки как метафора: загадки должны быть не просто логическими тестами, а отражать внутреннее состояние протагониста или суть происходящего кошмара. Их решение приносит не только прогресс, но и часто — болезненное озарение.

Динамические события: случайно срабатывающие звуки или визуальные аномалии (падение картины, хлопанье двери) разрушают чувство контроля и создают иллюзию того, что мир живет своей жизнью, враждебной игроку.

Таким образом, ниша психологического хоррора представляет собой уникальное пространство для творческих экспериментов, где глубокое понимание психологии игрока и мастерское владение ограниченным набором инструментов (звук, свет, нарратив в среде) важнее технологической мощи.

В данной статье рассматривается разработка целостной концепции, проектной документации и функционального прототипа игры «Room 302» в жанре психологического хоррора-головоломки от первого лица. Рассмотрим основные этапы разработки [1]-[4].

1. Разработка концепции игры

Описание продукта: платформа: PC (Windows); жанр: психологический хоррор, приключение (adventure), головоломка; модель монетизации: разовая покупка (premium).

Сеттинг: однокомнатная квартира в панельном доме конца 1990-х - начала 2000-х. Зброшенная, беззвучная обстановка. За окном — густой, неестественный туман.

Движок: Unity. Арт-стиль: Low-poly 3D-графика, позволяющая сфокусироваться на атмосфере и игровом дизайне при ограниченных ресурсах.

Рассмотрим целевую аудиторию. Сегмент: ценители атмосферных инди-хорроров, фанаты нарративных игр с упором на исследование. Демография: 18-35 лет, универсально. Поведение: любят погружаться в атмосферу, исследовать локации, собирать историю, решать логические загадки. Каналы: itch.io, Steam (инди-категории), тематические сообщества в социальных сетях. Референсы: игроки в P.T., Silent Hill 4: The Room, Layers of Fear.

USP: квартира как главный антагонист. Страх порождается не монстрами, а изменяющимся пространством, звуковыми галлюцинациями и чувством паранойи.

Игровой цикл: исследование квартиры и сбор предметов/подсказок; решение головоломок для прогресса и открытия новых зон; атмосферное давление через динамические звуковые (шаги, стуки) и визуальные (открывающиеся двери, тени) события, отвлекающие и пугающие игрока.

Референсы геймплея: P.T. (петля, звуковые триггеры), Silent Hill 4 (квартира-локация), классические «point-and-click» адвенчуры (логика головоломок).

Рассмотрим список гипотез. Гипотеза №1 (Атмосферная): динамические звуковые события (шаги, шепот) и визуальные аномалии (самооткрывающиеся двери) эффективно создают устойчивое чувство страха и паранойи, а не работают как разовые скримеры. Гипотеза №2 (Геймплейная): головоломки, основанные на поиске и комбинировании предметов, а также расшифровке записок,

являются для игрока интуитивно понятными, логичными и сохраняют баланс между сложностью и удовлетворением от решения.

2. Разработка прототипа игры

2.1. Архитектура проекта и реализация основных систем

Проект построен по модульному принципу. Рассмотрим основные управляющие скрипты. Скрипт `GameManager`: центральный координатор, управляет состоянием игры (`GameState`), сохраняет настройки, инициирует глобальные события. Скрипт `InteractionManager`: обрабатывает луч взаимодействия от камеры игрока, определяет объект класса `Interactable` под курсором и вызывает его метод `Interact()`. Скрипт `Inventory`: система инвентаря, отображает иконки предметов на UI-панели. Скрипт `AdvancedAtmosphericController&AudioManager`: система, управляющая фоновыми и триггерными звуками, а также случайными визуальными событиями через корутины и проверку состояний.

2.2. Построение игрового мира и логики головоломок

Локация «Прихожая»: создана из низкополигональных ассетов. Настроено динамическое освещение и добавлен пост-обработчик для создания мрачной цветовой гаммы и виньетирования (рисунок 1, а).

Интерактивные объекты (наследованы от `Interactable`): `Note`: при взаимодействии выводит текст записки на UI; `PickupableItem`: добавляет предмет (`Item`) в инвентарь; `Door`: имеет состояния (закрыта, открыта, заперта), проверяет наличие нужного предмета в инвентаре для открытия; `Drawer`: аналогично двери, но с анимацией выдвижения ящика.

Цепочка головоломки (реализована через проверки в коде дочерних классов `Interactable`): Входная дверь (`Door`): проверяет наличие предмета "Кусачки", без него выдает сообщение "Дверь заперта на массивную цепь. Нужны кусачки"; Комод (`Drawer`): проверяет наличие "Ключ от комода", без него сообщает "Ящик заперт"; Коврик (`Rug`): при взаимодействии деактивирует модель коврика и активирует модель ключа на полу.

2.3. Разработка пользовательского интерфейса и меню

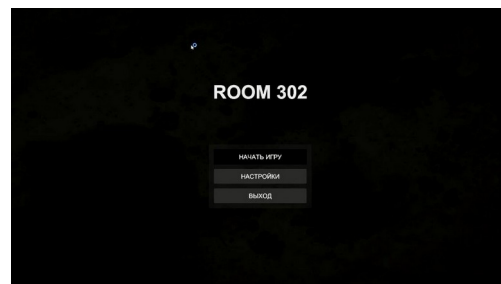
Главное меню (`MainMenuManager`): сцена с фоновым изображением, титульной надписью «Room 302», кнопками и фоновой музыкой. Реализовано плавное затемнение при переходе в игру (рисунок 1, б).

Меню паузы (`PauseMenuManager`): вызывается по `ESC`, активирует `Canvas` с кнопками и останавливает игровое время (`Time.timeScale = 0`). Реализованы слайдеры громкости и переключение разрешения (рисунок 1, в).

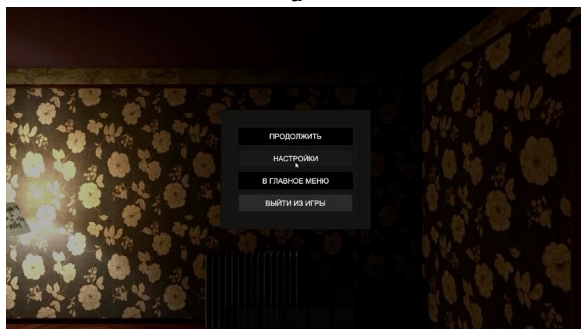
Игровой UI: в центре экрана выводится `interactText` текущего объекта (например, "Осмотреть", "Взять Ключ"); панель инвентаря: горизонтальная полоса внизу экрана, куда динамически добавляются иконки подобранных предметов (рисунок 1, г).



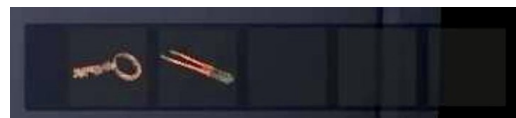
а



б



в



г

Рис. 1. Разработка прототипа игры: а — кадр из прототипа с локацией «Прихожая»; б — главное меню; в — меню паузы; г — панель инвентаря

2.4. Интеграция и настройка взаимодействий

Все системы связаны через менеджеров и события. Например, скрипт `InteractionManager` сообщает `UIManager` текст для подсказки. При подборе предмета скрипт `PickupableItem` вызывает метод `Inventory.AddItem()`, который, в свою очередь, обновляет UI инвентаря и может послать событие для скрипта `AtmosphericController` (триггер аномалии при подборе ключа). Скрипт `GameManager` обрабатывает завершение головоломки (открытие входной двери) и загрузку финальной сцены.

3. Тестирование и проверка гипотез

Для проверки выдвинутых гипотез было проведено фокус-тестирование с участием пяти человек из целевой аудитории проекта. Каждому участнику было предложено пройти прототип уровня и затем заполнить анкету, оценивая ключевые аспекты, связанные с гипотезами, по 5-балльной шкале (где 1 — совершенно неэффективно/неудобно, 5 — очень эффективно/удобно), а также оставить развернутые комментарии.

На основании результатов фокус-тестирования, можно сделать ряд содержательных выводов, характеризующих восприятие прототипа целевой аудиторией.

В первую очередь, подтверждается основное предположение о высокой эффективности атмосферных инструментов для создания психологического напряжения. Средняя оценка этого аспекта составляет 4.4 балла из 5, при этом тестировщики особенно отмечают мощное воздействие звукового дизайна — шаги вызвали у них наиболее сильные эмоциональные отклики. Однако выявлена и важная дифференциация восприятия: часть аудитории (особенно старшей возрастной группы) считает звуковые эффекты излишне резкими и тревожными, что указывает на необходимость введения адаптивных настроек интенсивности атмосферы для расширения аудиторного охвата.

Что касается геймплейной составляющей, оценка интуитивности и логичности головоломок также демонстрирует высокий средний балл (4), однако анализ отдельных комментариев раскрывает специфические проблемные зоны. Основная механическая цепочка взаимодействий в целом понятна пользователям, но показалась слишком простой для игроков. Кроме того, технические аспекты, в частности читаемость текста в записках, напрямую влияют на удобство решения. Это свидетельствует о том, что при общей продуманности концепции головоломок требуется дополнительная полировка их исполнения и юзабилити.

Таким образом, результаты опроса не только количественно подтверждают работоспособность ключевых механик, но и предоставляют ценную качественную обратную связь для их совершенствования.

Заключение. В ходе разработки был успешно создан функциональный прототип игры «Room 302», полностью соответствующий техническому заданию. Реализованы все запланированные системы: интерактивные объекты, инвентарь, сложная атмосферная система, полноценный UI. Тестирование прототипа подтвердило первоначальные гипотезы, доказав эффективность выбранного дизайнерского подхода к созданию атмосферы и проектированию головоломок. Практическим результатом работы стал стабильный, проходимый прототип, который не только реализует заявленные механики, но и успешно создаёт запланированное ощущение тревоги и паранойи. Готовый проект представлен в рамках выставки студенческих работ по геймдизайну, с которой можно ознакомиться по ссылке https://vk.ru/hspm_game_expo

Список литературы

1. Особенности прототипирования игр. URL: <https://habr.com/ru/company/vk/blog/573298/> (дата обращения: 31.03.2026)
2. Андреева К.Д. Визуальный нарратив в цифровых играх: теория и практика. СПб.: Алетейя, 2024. 176 с.
3. Прототипирование в геймдеве. URL: <https://spiiin.github.io/blog/2537188794/> (дата обращения: 31.03.2026)
4. Гарфилд Р. Искусство игры. Теория и практика создания игр. М.: Альпина Паблишер, 2018. 410 с.

References

1. *Osobennosti prototipirovaniya igr*. URL: <https://habr.com/ru/company/vk/blog/573298/> [Features of prototyping games]. (date accessed: 31.03.2026)
2. Andreyeva K.D. *Vizual'nyy narrativ v tsifrovyykh igrakh: teoriya i praktika*. [Visual narrative in digital games: theory and practice]. St. Petersburg. Aletheia, 2024. 176 pp. (in Rus.)
3. *Prototipirovanie v gejmdeve*. URL: <https://spiiin.github.io/blog/2537188794/> [Prototyping in Game Design]. (date accessed: 31.03.2026)
4. Garfield R. *Iskusstvo igr. Teoriya i praktika sozdaniya igr*. [The Art of Play: The Theory and Practice of Game Creation]. Moscow. Alpina Publisher, 2018. 410 pp. (in Rus.)

УДК 004.738 + 659.1

Е.С. Морозова, Е.В. Горина

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

ЦИФРОВАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РЕКЛАМНЫХ ПРОДУКТОВ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ И ВЫЗОВЫ

В статье рассматриваются современные подходы и перспективы развития цифровой визуализации рекламных продуктов. Анализируются ключевые технологии, такие как трехмерная графика, анимация, виртуальная и дополненная реальность, искусственный интеллект и облачные платформы, а также их практическое применение в маркетинге. Обозначены основные тренды, вызовы и возможности внедрения инновационных решений для повышения эффективности рекламных кампаний, увеличения вовлеченности потребителей и укрепления позиций брендов на рынке. Особое внимание уделяется будущим направлениям развития, включая автоматизацию, персонализацию и интеграцию с социальными платформами.

Ключевые слова: цифровая визуализация, 3D-графика, анимация, виртуальная реальность, дополненная реальность, искусственный интеллект, машинное обучение, облачные платформы, маркетинг, реклама, интерактивные технологии, инновации, цифровой контент, персонализация, будущее рекламных технологий

E.S. Morozova, E.V. Gorina

Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18

DIGITAL VISUALIZATION OF ADVERTISING PRODUCTS: MODERN APPROACHES, PROSPECTS AND CHALLENGES

This article discusses modern approaches and future prospects of digital visualization of advertising products. It analyzes key technologies such as 3D graphics, animation, virtual and augmented reality, artificial intelligence, and cloud platforms, along with their practical applications in marketing. The main trends, challenges, and opportunities for implementing innovative solutions to enhance advertising effectiveness, increase consumer engagement, and strengthen brand positions are outlined. Special attention is given to future directions, including automation, personalization, and integration with social platforms.

Keywords: digital visualization, 3D graphics, animation, virtual reality, augmented reality, artificial intelligence, machine learning, cloud platforms, marketing, advertising, interactive technologies, innovation, digital content, personalization, future of advertising technologies

Введение. В современную эпоху цифровых технологий и информационной революции роль визуальных коммуникаций в маркетинге приобретает все большее значение. Сегодняшний потребитель окружен огромным потоком информации, и для того чтобы привлечь его внимание, необходимо использовать передовые методы презентации товаров и услуг. Цифровая визуализация рекламных продуктов становится одним из ключевых инструментов, позволяя компаниям создавать яркий, запоминающийся образ бренда, выделяться на фоне конкурентов и формировать эмоциональную связь с аудиторией. Мощное развитие технологий, таких как трехмерная графика, виртуальная и дополненная реальность, искусственный интеллект и нейросети, открыло новые возможности для создания реалистичных, интерактивных и персонализированных материалов, способных максимально эффективно передавать ценности бренда и стимулировать потребительский интерес.

Сегодня цифровая визуализация перестает быть лишь средством демонстрации внешнего вида товара и превращается в мощное средство вовлечения, формирования доверия и повышения уровня взаимодействия с клиентами. Она помогает не только показывать особенности продукта, но и создавать уникальные пользовательские переживания, что особенно важно в условиях высокой конкуренции и быстрого технологического прогресса [1] Использование современных методов визуализации в маркетинге

позволяет компаниям адаптироваться к новым реалиям рынка, укреплять свои позиции и идти в ногу со временем, делая контент более креативным, инновационным и востребованным.

Основные тенденции и современные технологии в цифровой визуализации:

1. Трехмерная графика и анимация: реализм и динамика:

Использование трехмерной графики и анимации (3D-графика) стало стандартом в области визуализации. Современные программные продукты позволяют моделировать товары с высокой точностью и детализацией, показывать их под разными ракурсами и в движении. Это позволяет не только демонстрировать внешний вид продукта, но и показывать его функциональные возможности [2] Например, автопроизводители создают виртуальные шоу-румы, где клиент может "прогуляться" вокруг машины, выбрать цвет, интерьер или даже протестировать автомобиль в виртуальной среде. Аналогично, производители бытовой техники используют интерактивные 3D-демонстрации для повышения интереса и доверия покупателя. Такой подход помогает снизить издержки на фотосъемки и производство физических образцов, ускоряя цикл принятия решений.

2. Виртуальная и дополненная реальность: погружение и интерактивность

Технологии виртуальной реальности (VR – Virtual Reality) и дополненной реальности (AR – Augmented Reality) революционизируют подход к рекламе и маркетингу [3,4] Виртуальная реальность позволяет полностью погрузить пользователя в цифровую среду — например, совершить виртуальную экскурсию по музеям, отелям или даже городам. Дополненная реальность, в свою очередь, соединяет виртуальные объекты с реальным пространством — пользователь через смартфон или планшет может "примерить" мебель в своей квартире или протестировать одежду, не выходя из дома. Эти технологии повышают уровень вовлеченности, создают уникальный пользовательский опыт и помогают брендам выделиться среди конкурентов. В будущем ожидается расширение возможностей AR и VR в мобильных устройствах и социальных сетях, что сделает эти технологии более доступными и широко распространенными.

3. Искусственный интеллект и машинное обучение: автоматизация и персонализация

Искусственный интеллект (AI — Artificial Intelligence) и машинное обучение (ML — Machine Learning) стали мощными инструментами для автоматизации создания и оптимизации визуального контента [5] Они позволяют быстро генерировать индивидуальные изображения, адаптированные под предпочтения конкретного пользователя, а также автоматизировать подготовку рекламных материалов. Например, онлайн-магазины используют AI для анализа покупательского поведения и автоматического подбора визуальных рекомендаций. В результате каждая реклама становится более релевантной и эффективной. Кроме того, искусственный интеллект помогает выявлять новые тренды и стили, что позволяет дизайнерам быстрее реагировать на изменения рынка и создавать более актуальные решения.

4. Генеративный дизайн и нейросети: творчество без границ

Генеративные алгоритмы и нейросети (нейронные сети) значительно расширяют творческие возможности дизайнеров. Они помогают создавать уникальные концепции, экспериментировать со стилями, цветами и формами, быстро получать прототипы и визуальные решения [6] Такой подход ускоряет цикл разработки рекламных материалов и позволяет создавать более оригинальный и запоминающийся контент. Например, нейросети могут предложить сотни вариантов дизайна за считанные минуты, что существенно сокращает время на поиск идеального решения и стимулирует инновационные идеи.

5. Облачные платформы и системы управления контентом

Облачные технологии (cloud computing) позволяют командам работать над рекламными материалами совместно и быстро обмениваться файлами. Облачные системы управления контентом (Content Management Systems, CMS) обеспечивают гибкое управление большим объемом мультимедийных файлов и рекламных материалов [1,3] Они позволяют быстро редактировать, тестировать и распространять контент по различным каналам — сайтам, социальным сетям, мобильным приложениям. Это особенно важно для крупных компаний и агентств, где требуется оперативное реагирование и масштабируемость. Внедрение таких систем повышает производительность, снижает издержки и обеспечивает централизованный контроль качества и актуальности контента.

Практическое применение технологий в бизнесе

Современные предприятия активно внедряют новые технологии в свою маркетинговую деятельность. Это позволяет повышать уровень взаимодействия с клиентами, снижать затраты и увеличивать доходы. Вот несколько примеров:

- ☞ Автопроизводители создают виртуальные шоу-румы и используют AR для тест-драйвов, что позволяет клиентам выбрать модель, цвет и опции без посещения салона.
- ☞ Ритейл использует AR-приложения для примерки одежды, обуви или мебели в домашних условиях.
- ☞ Образовательные учреждения применяют VR для проведения виртуальных экскурсий, лекций и симуляций.

- ☞ Туристические компании разрабатывают виртуальные туры по достопримечательностям мира, что стимулирует желание путешествовать.
- ☞ Производственные компании создают интерактивные каталоги и демонстрационные стенды с помощью 3D-моделей.

Эти технологии помогают повысить доверие к бренду, увеличить вовлеченность аудитории и снизить издержки на физические образцы и промо-материалы. Важно отметить, что внедрение современных решений способствует ускорению реагирования на изменения рынка, что особенно актуально в условиях динамичного экономического окружения [6]

Перспективы и вызовы развития цифровой визуализации

1. Интеграция с новыми технологиями

В будущем ожидается усиление роли искусственного интеллекта для автоматического создания и оптимизации визуальных решений, а также расширение возможностей AR и VR [4] Внедрение 5G-сетей (пятое поколение мобильных сетей) обеспечит быструю передачу больших объемов данных, что сделает возможным использование высококачественной визуализации в мобильных приложениях и социальных сетях. Это открывает новые горизонты для реализации интерактивных и динамичных рекламных кампаний.

2. Реальное время и динамичные материалы

Развитие технологий позволит создавать рекламные материалы, которые адаптируются под поведение пользователя или изменяются в реальном времени. Например, баннеры и видеоролики смогут менять содержание в зависимости от времени суток, погодных условий или индивидуальных предпочтений. Такой подход повысит уровень персонализации и увеличит эффективность маркетинговых коммуникаций.

3. Новые платформы и каналы коммуникации

Интеграция цифровых визуализаций в социальные сети, мобильные приложения и мессенджеры откроет дополнительные возможности для взаимодействия с клиентами, увеличит охват и повысит результативность маркетинга. В будущем ожидается активное развитие геймификации, виртуальных событий и интеграции с платформами интернета вещей (Internet of Things, IoT).

4. Технические и этические вызовы

Несмотря на огромный потенциал, внедрение новых технологий сопровождается рядом проблем: высокая стоимость оборудования и программного обеспечения, нехватка квалифицированных специалистов, сложности в стандартизации и вопросы защиты персональных данных. Для их решения необходимы инвестиции в обучение кадров, развитие международных стандартов и нормативных актов, а также этическое регулирование.

Заключение

Современные технологии и методы цифровой визуализации играют важнейшую роль в формировании эффективных маркетинговых стратегий и укреплении позиций компаний на конкурентном рынке. Использование передовых инструментов, таких как трехмерная графика, виртуальная и дополненная реальность, позволяет создавать не только привлекательные визуальные образы, но и интерактивный опыт, который значительно повышает вовлеченность потребителей и способствует формированию долгосрочной лояльности к бренду. В условиях быстрого технологического прогресса и постоянных изменений в потребительском поведении, способность адаптироваться и внедрять инновационные методы визуализации становится ключевым фактором успеха для любой компании.

Внедрение современных технологий в маркетинг открывает широкие возможности для демонстрации продукта, повышения его узнаваемости и улучшения коммуникации с целевой аудиторией. Это позволяет не только выделяться среди конкурентов, но и создавать уникальные пользовательские переживания, вызывая эмоциональный отклик и укрепляя доверие. В будущем роль цифровой визуализации будет только расти, развиваясь в направлении еще большей реалистичности, интерактивности и персонализации. Поэтому для компаний, стремящихся оставаться на передовой рынка и максимально эффективно использовать свои ресурсы, освоение современных методов визуализации становится неотъемлемой частью стратегического развития и ключевым конкурентным преимуществом.

Научный руководитель: доцент кафедры информационных и управляющих систем, Горина Е.В.

Список литературы

1. Голубев, Н.В. Роль информационных технологий в маркетинге // 13-я Международная научно-практическая конференция "Современные подходы к трансформации концепции государственного регулирования и управления в социально-экономических системах". Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. — С. 186-190.
2. Григорьева, А.А. Реклама в маркетинговой деятельности. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/reklama-v-marketingovoy-deyatelnosti>(дата обращения: 01.03.2026)

3. Донской, Д.А. Эволюция маркетинга в эпоху цифровых технологий. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/evolyutsiya-marketinga-v-epohu-tsifrovyyh-tehnologiy> (дата обращения: 02.03.2026).
4. Шинкаренко, Р.Ю. Перспективы использования технологий виртуальной реальности в маркетинге. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-ispolzovaniya-tehnologiy-virtualnoy-realnosti-v-marketinge> (дата обращения: 01.03.2026).
5. Яковлева, Е.А. Влияние информационных технологий и искусственного интеллекта на современный маркетинг и маркетинговые исследования. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-informatsionnyh-tehnologiy-i-iskusstvennogo-intellekta-na-sovremennyy-marketing-i-marketingovye-issledovaniya> (дата обращения: 02.03.2026).
6. Щелик С.Ю., Солдатова А.В. Использование нейросетей и возможностей генеративного дизайна в брендинге // Практический маркетинг. 2024. №7. С. 78-84.

References

1. Golubev, N.V. Rol` informacionny`x texnologij v marketinge. [The Role of Information Technology in Marketing]. 13-ya Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya Sovremennyye podhody` k transformacii koncepcii gosudarstvennogo regulirovaniya i upravleniya v social`no-e`konomicheskix sistemax. [13th International Scientific and Practical Conference "Modern Approaches to Transforming the Concept of State Regulation and Management in Socio-Economic Systems"]. Kursk: 2024. - 186-190 pp (in Rus.).
2. Grigorieva, A.A. Reklama v marketingovoj deyatel`nosti. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/reklama-v-marketingovoy-deyatelnosti> [Advertising in Marketing Activities]. (date of access: 01.03.2026)
3. Donskoy, D.A. E`volyuciya marketinga v e`poxu cifrovyy`x texnologij. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/evolyutsiya-marketinga-v-epohu-tsifrovyyh-tehnologiy> [Evolution of Marketing in the Digital Age]. (date of access: 02.03.2026).
4. Shinkarenko, R. Yu. Perspektivy` ispol`zovaniya texnologij virtual`noj real`nosti v marketinge. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-ispolzovaniya-tehnologiy-virtualnoy-realnosti-v-marketinge> [Prospects for Using Virtual Reality Technologies in Marketing]. (date of access: 01.03.2026).
5. Yakovleva, E. A. Vliyanie informacionny`x texnologij i iskusstvennogo intellekta na sovremennyy`j marketing i marketingovy`e issledovaniya. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-informatsionnyh-tehnologiy-i-iskusstvennogo-intellekta-na-sovremennyy-marketing-i-marketingovye-issledovaniya> [The Impact of Information Technologies and Artificial Intelligence on Modern Marketing and Marketing Research]. (date of access: 02.03.2026).
6. Shchelik, S. Yu., Soldatova, A. V. Ispol`zovanie nejrosetej i vozmozhnostej generativnogo dizajna v brendinge. [Using neural networks and generative design capabilities in branding]. Prakticheskij marketing. [Practical Marketing]. 2024. No. 7. 78-84 pp(in Rus.).

УДК 655.262

А.В. МурылеваСанкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18**ОСОБЕННОСТИ ОФОРМЛЕНИЯ ПРАВИЛ НАСТОЛЬНЫХ ИГР**

© А.В. Мурылева, 2026

*Статья посвящена особенностям оформления правил настольных игр жанра «игры для вечеринок». Автор рассматривает текст и дизайн правил с точки зрения объёма, логики изложения, понятности и доступности, сеттинга или оформления.***Ключевые слова:** игры для вечеринок, дизайн правил, художественное оформление, гейм-дизайн.**A.V. Murylyova**Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18**RULES DESIGN FEATURES FOR PARTY GAMES***This article explores the specifics of rule design for party board games. The author examines the text and design of rules in terms of length, logic, clarity and accessibility, and setting/design.***Keywords:** party games, rule design, art direction, game design

Игры для вечеринок, или *party games* – жанр настольных игр для компаний игроков разного возраста. Сейчас они являются популярным развлечением на мероприятиях разного уровня: семейных праздниках, корпоративных встречах, дружеских посиделках [1]. Настольные игры для вечеринок направлены на социальное взаимодействие, поэтому главная цель в них – общение игроков, совместный отдых, создание дружеской атмосферы и приятное времяпрепровождение [2].

Как правило, такие игры предполагают спонтанное участие: в них должен сразу же включиться новичок или тот, кто опоздал к началу мероприятия. Такая возможность на практике во многом определяется грамотно разработанными правилами. Знакомство с правилами любых игр должно проходить легко, понимание – наступать быстро. Грамотно составленные правила способствуют качественному освоению игры, повышают её привлекательность и создают позитивный игровой опыт.

Актуальность обсуждаемой темы подтверждается высоким спросом на настольные игры. Игра начинается с правил, и в современных настольных играх без них не обойтись (пожалуй, только классические настольные игры вроде нард или шахмат сегодня выпускаются без правил). От того, насколько продуманно и логично, качественно и ярко оформлены правила настольных игр для вечеринок, зависит не только общее впечатление от игры, но и успех мероприятия, на котором в неё играют. А значит, и покупательский интерес к продукту издательства, выпускающего настольные игры.

На текущий момент ГОСТы и систематизированные рекомендации по оформлению правил к настольным играм отсутствуют, правила настольных игр относят к категории информационно-справочных или методических материалов. Правила выполняют роль инструкции, объясняющей условия и порядок действий участников, помогают разобраться в сути игры и обеспечивают единообразие игрового процесса [3].

Оформление правил настольной игры для вечеринки имеет ряд особенностей, направленных на удобство восприятия, привлечение внимания игроков и создание атмосферы праздника. Исходя из этого, можно выделить основные принципы, которые характеризуют оформление – это краткость, логика и стиль. Сформулируем основные требования, которым должны соответствовать правила настольных игр:

- краткость и понятность формулировок;
- логическая структура изложения, сопровождающаяся дополнительными рисунками и схемами;
- стиль оформления, соответствующий стилю оформления игры.

Правила настольной игры для вечеринки должны быть максимально краткими, компактными и лаконично оформленными, чтобы быстро донести до игроков всю суть и увлечь в игровой процесс. Наиболее распространёнными форматами правил для данного типа игр являются листовка, буклет, брошюра, электронная версия документа либо даже мобильное приложение, сопровождающее игру.

Большинство игр этого жанра сопровождаются брошюрами объёмом 4-6 страниц. Принцип краткости и доступности диктует издателям уменьшение числа страниц в правилах, а порой и вовсе отказ от буклетов и брошюр в пользу текста на коробке или пары карточек с целью и ходом игры.

Во-вторых, текст правил следует сформулировать просто, логично и понятно, чтобы избежать двойных трактовок и недопониманий. Лучше всего организовать текст правил таким образом, чтобы к непонятному месту можно было быстро вернуться и получить разъяснение. Наиболее целесообразно следовать следующей структуре правил:

- Об игре (цель игры или погружение в тему)
- Компоненты
- Подготовка к партии
- Порядок игры
- Порядок хода
- Конец игры
- Условия победы
- Примеры игровых ситуаций

Придерживаясь этого порядка, автор игры шаг за шагом донесёт до читателя ее суть. При этом в зависимости от специфики игры возможна вариативность структуры. В частности, примеры игровых ситуаций могут быть даны не в конце правил, а по ходу текста, в соответствующих местах. Так, сухой и чёткий текст правил сразу подкрепляется в сознании читателя ярким визуальным образом. Пример, в котором текст сопровождается иллюстрациями непосредственно по ходу объяснений правил игры, представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Фрагмент правил настольной игры «Зелёный цвет победы»

Логика изложения часто достигается также удачно выбранным способом расположения отдельных элементов текста. Дизайнеры и авторы часто прибегают к размещению текста в колонках (это могут быть этапы игры или разные игровые режимы). Такой способ облегчает чтение и особенно оправдан, если правила складываются в «гармошку», а потом разворачиваются так, что их удобно читать по столбцам.

Чтобы сделать правила доступными и предельно понятными человеку с любым игровым опытом, понадобится не только грамотная структура и логика изложения, но и наглядность. Каждый пункт должен быть максимально подробно раскрыт, проиллюстрирован в схемах, продемонстрирован в примерах. Нередко большой объём текста можно заменить одним изображением.

Примером логично и наглядно структурированных правил могут служить правила к настольной игре «Взрывные котятка» на рисунке 2. Они оформлены в колонки и собираются гармошкой в буклет по линиям сгиба. Текст краткий, понятный и сопровождается наглядными иллюстрациями.



Рис. 2. Фрагмент правил настольной игры «Взрывные котятка»

В-третьих, говоря о стилистике в оформлении правил, следует особое внимание уделить типографике. При разработке текстового наполнения правил важно учитывать возраст аудитории и освещение места, где будет проходить игра. Для основного текста, как правило, обычно используются разборчивые, контрастные гарнитуры без засечек (Arial, Roboto). Для художественных вставок выбирают классические (тематические) гарнитуры с засечками (Garamond, Caslon), чтобы обеспечить читабельность, передать атмосферу и при этом не отвлекать от игрового процесса [4]. Часто используют шрифты, адаптированные для игровой индустрии в целом, например, Trade Gothic, Frutiger или специализированные гарнитуры типа Numbers, Deuse для карт [5]. Основной текст набирать кеглем большего значения, а дополнения или тематические вставки можно делать кеглем меньшего размера, чтобы не отвлекать от главного. Примеры и пояснения стоит выделять курсивом, заголовки – полужирным начертанием и возможно прописными буквами. Визуально отделить смысловые блоки в тексте помогает увеличенный интервал между абзацами. На рисунке 2 мы видим пример качественной работы со шрифтами: гарнитура без засечек, контрастный чёрный шрифт на белом фоне, крупные заголовки, важные детали выделены жирным шрифтом.

Если в условиях ограниченного пространства, помня о принципе краткости и лаконичности, авторы настольных игр вынуждены поместить в правила только текст, то именно он становится главным средством выразительности, и в этом случае критически важно следить за согласованностью друг с другом разных элементов текста.

Игры для вечеринок часто рассчитаны на эмоциональное восприятие, поэтому оформление должно привлекать внимание и вызывать положительные эмоции. Это достигается использованием красочной палитры, оригинальных иллюстраций персонажей, игровых элементов и предметов. Чтобы подчеркнуть досуговый формат издания, игровой характер текста, дизайнеры могут применять смелые цветовые решения, ведь они не ограничены требованиями ГОСТ или другими стандартами оформления правил. Яркий текст на цветном фоне, контраст, цветные вставки, полноцветные изображения, схемы, рисунки, таблицы, карты – всё это может присутствовать в правилах в различных вариантах [6].

В общем полотне текста необходимо выделять главное, акцентировать внимание игроков цветом или начертанием, чтобы при чтении они обращали внимание на определённые слова из потока информации. Например, в оформлении правил для игры «Зелёный цвет победы» выделение ещё и согласуется с текстом по смыслу, что придаёт оформлению законченный вид (рис 1.). Но в акцентировании цветом следует придерживаться идеи гармоничного дизайна, следить за соотношением выделенных и фоновых элементов. Если весь текст правил пестрит разноцветными словами и шрифтами, смысл выделения теряется, а игрокам сложно в них ориентироваться.

Цветовое решение правил должно соответствовать общему стилю игры. Если оформление игры подразумевает отказ от какого-либо цвета, правила тоже лучше оформить в монохромных цветах. Примером лаконичного оформления, которое при этом полностью отвечает стилю игры, может служить настольная игра на социальную дедукцию «Дэни. Голоса в голове». Она выполнена в духе чернильных рисунков на белой бумаге, у неё небольшая чёрно-белая коробка, в комплект входят чёрно-белые карты. В правилах используется та же цветовая палитра, тот же шрифт, примеры игровых ситуаций даны минималистично, а выделение главной информации достигается за счёт полужирного начертания. Однако, встречаются ситуации, когда перенос стиля игры на правила приводит к излишнему обилию цветовых сочетаний и мешает восприятию текста. Вместо позитивного подкрепления текста атмосферными образами и эмоциями складывается ощущение лоскутного одеяла из разных стилей оформления.

Интересно включение в общую канву структурированного текста художественных деталей, соответствующих по стилю общему оформлению игры. Такой вариант оформления даёт визуальный отдых, позволяя эмоционально перейти от одного смыслового блока к другому. При этом стиль самих

иллюстраций в правилах может повторять или копировать изображения компонентов самой игры, будь то карточки, поле, планшет игрока или другие элементы. Художественные элементы в оформлении обязательно нужны, но требуют соблюдения баланса.

Детальный обзор правил настольных игр для вечеринок показал, что далеко не все авторы, дизайнеры и издатели этой продукции уделяют должное внимание особенностям оформления. В большинстве случаев это не скажется негативно на впечатлении потребителя, но в отдельных ситуациях может и привести снижению качества настольных игр и, как следствие, разочарованию покупателей. Рынок настольных игр для компаний сегодня настолько широк, что игрок всегда может сделать выбор в пользу другого производителя или жанра. Это касается как локализованных игр, так и произведённых в нашей стране, но хочется верить, что отечественные издатели смогут улучшить сложившуюся ситуацию.

На основании вышеуказанных требований и рассмотренных примеров можно сформулировать следующие рекомендации в оформлении правил настольных игр для вечеринок:

- минимум текста, больше наглядных изображений;
- имеющийся текст должен быть логически структурирован;
- шрифт должен помогать чтению;
- художественное оформление правил должно соответствовать стилю игры;
- цветовое решение должно отвечать правилам гармонии и минимализма.

Следуя этим рекомендациям, разработчики смогут создавать понятные и привлекательные инструкции, способствующие повышению популярности настольных игр для вечеринок и улучшению качества игрового опыта.

Научный руководитель: доцент кафедры Информационных и управляющих систем, доцент, кандидат физико-математических наук Жихарева А.А.

Список литературы

1. Настольные игры. Как весело провести время с семьёй и друзьями. URL: <https://zvetnoe.ru/club/poleznye-stati/nastolnye-igry-kak-veselo-provesti-vremya-s-semey-i-druzyami/> (дата обращения 06.12.2025).
2. Роджерс С. Твой ход! Руководство по созданию настольных игр. – М.: Бомбора, 2025. – 486 с.
3. Булычева Е.С., Каткова А.А., Каткова А.Л. Влияние настольных игр на социализацию подростков // Наука о человеке: гуманитарные исследования, Т. 16, № 2, Педагогические науки. – 2022. – С. 137-143.
4. Дизайн детской полиграфической продукции в развитии визуальной культуры детей // Белова И.Л., Удалова А.А., Козлова И.С. // Науки об образовании. – ФГА ОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского». Проблемы современного педагогического образования, 2022 – С. 53-56.
5. Алфёров Д.А. Сравнительный анализ графических особенностей текстов в настольных, видео и карточных играх / Вопросы науки образования, № 7 (179). – 2024. – С. 15-19.
6. Жигарев Е.Г., Замостьянов А.А. Всеобщая история игр. От фараона до смартфона. М.: Родина. – 2024. – 290 с.

References

1. Nastolnye igry. Kak veselo provesti vremya s sem'ei i druz'yami [Board games: How to have fun with family and friends]. URL: <https://zvetnoe.ru/club/poleznye-stati/nastolnye-igry-kak-veselo-provesti-vremya-s-semey-i-druzyami/> (date accessed: 06.12.2025). (in Rus.).
2. Rogers S. Tvoi khod! Rukovodstvo po sozdaniyu nastolnykh igr [Your move! Guide to creating board games]. Moscow: Bombora, 2025. 486 p. (in Rus.).
3. Bulycheva E.S., Katkova A.A., Katkova A.L. Vliyanie nastolnykh igr na sotsializatsiyu podrostkov [The influence of board games on adolescent socialization]. Nauka o cheloveke: gumanitarnye issledovaniya [Human science: Humanities studies]. 2022. Vol. 16, No 2. 137–143 pp. (in Rus.).
4. Belova I.L., Udalova A.A., Kozlova I.S. Dizain detskoj poligraficheskoi produktsii v razvitii vizual'noi kul'tury detei [Design of children's printed products in the development of visual culture of children]. Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya [Problems of modern pedagogical education]. 2022. 53–56 pp. (in Rus.).
5. Alfyorov D.A. Sravnitel'nyi analiz graficheskikh osobennostei tekstov v nastolnykh, video- i kartochnykh igrakh [Comparative analysis of graphic features of texts in board, video and card games]. Voprosy nauki obrazovaniya [Issues of education science]. 2024. No 7 (179). 15–19 pp. (in Rus.).
6. Zhigarev E.G., Zamostyanov A.A. Vseobshchaya istoriya igr. Ot faraona do smartfona [Universal history of games: from the pharaoh to the smartphone]. Moscow: Rodina, 2024. 290 p. (in Rus.).

УДК 004.92:004.032.26

Нгуен Минь Хоанг, Е.В. ГоринаСанкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ СЖАТИЯ ДАННЫХ В СОВРЕМЕННОЙ ТРЕХМЕРНОЙ ГРАФИКЕ**

@ Нгуен Минь Хоанг, Е.В. Горина 2026

Статья посвящена анализу современных технологий сжатия данных, применяемых в конвейере производства трехмерной графики. Рассматриваются ключевые типы данных (геометрия, текстуры, анимация), их специфические проблемы и методы оптимизации. Проведен сравнительный анализ популярных алгоритмов и стандартов сжатия, таких как Draco, ASTC и ETC2, по критериям коэффициента сжатия, скорости обработки и визуального качества. На основе экспериментальных данных сформулированы практические рекомендации по выбору оптимальных методов сжатия для различных платформ и типов 3D-контента.

Ключевые слова: сжатие данных, 3D-графика, оптимизация, геометрические данные, текстуры, производительность, VR/AR.

Nguyen Minh Hoang, E.V. GorinaSaint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18**APPLICATION OF DATA COMPRESSION TECHNOLOGIES IN MODERN 3D GRAPHICS**

The article is devoted to the analysis of modern data compression technologies used in the 3D graphics production pipeline. The key data types (geometry, textures, animation), their specific problems and optimization methods are considered. A comparative analysis of popular compression algorithms and standards, such as Draco, ASTC and ETC2, is carried out according to the criteria of compression ratio, processing speed and visual quality. Based on experimental data, practical recommendations are formulated for selecting optimal compression methods for different platforms and types of 3D content.

Keywords: data compression, 3D graphics, optimization, geometric data, textures, performance, VR/AR.

Введение.

Стремительное развитие областей, связанных с трехмерной графикой, таких как кинематограф, видеоигры, виртуальная и дополненная реальность (VR/AR), а также промышленный дизайн, приводит к экспоненциальному росту объемов данных. Современные 3D-сцены, состоящие из сложных полигональных моделей, текстур высокого разрешения и анимаций, создают значительную нагрузку на системы хранения, обработки и, что особенно критично, передачи данных. Это становится ключевым вызовом для потоковых сервисов, мобильных и встраиваемых систем с ограниченными ресурсами [1, 2].

В этом контексте технологии сжатия данных выступают не просто инструментом оптимизации, а необходимым условием практической реализуемости многих проектов. Однако, ввиду разнообразия типов данных в 3D-графике и специфики их использования, не существует универсального метода сжатия, подходящего для всех случаев [3].

Целью работы является определение оптимальных методов сжатия данных для различных типов 3D-контента, обеспечивающих баланс между качеством, скоростью декодирования и степенью компрессии.

Существуют ключевые типы данных и методы их сжатия. Современный конвейер работы с 3D-графикой оперирует тремя фундаментальными типами данных, каждый из которых требует специфического подхода к сжатию.

Геометрические данные

Геометрические данные представляют собой каркас объекта — полигональную сетку (меш), состоящую из вершин, нормалей и индексов. Рост детализации моделей, достигающий миллионов полигонов, является основным фактором, увеличивающим объем данных [4].

Для сжатия геометрии применяются следующие методы:

- **Квантование вертексов:** Снижение точности координат вершин, что дает значительное сокращение объема с минимальными визуальными потерями (например, с 64-битного числа с плавающей

запятой до 16-битного целого числа). Это простейший метод, приводящий к незначительным потерям, но дающий существенное сокращение объема.

- **Сжатие на основе индексов:** Последовательности индексов вершин, формирующих полигоны, часто содержат избыточность. Алгоритмы, подобные кодированию длин серий (RLE) или более сложные методы, позволяют эффективно сжимать эти данные. Они устраняют избыточность в последовательностях индексов.

- **Вейвлет-сжатие и сжатие на основе меш-упрощения:** Более сложные методы, которые позволяют представлять модель в виде иерархии детализации (LOD - Level of Detail), передавая сначала базовую форму, а затем уточняющие данные.

- **Пециализированные алгоритмы:** такие как Draco от Google, который использует комбинацию квантования, предсказания положения вершин и энтропийного кодирования для достижения высоких коэффициентов сжатия [5].

Текстурные данные

Текстуры — это растровые изображения, отвечающие за визуальную детализацию поверхности. Зачастую именно текстуры занимают основной объем в 3D-сцене, особенно в разрешениях 4K и выше. Для их эффективного сжатия были разработаны аппаратно-ориентированные форматы [6]:

- **Блочное сжатие текстур (например, S3TC/DXT, ASTC, ETC):** Эти алгоритмы сжимают текстуры с потерями, но оптимизированы для быстрой декомпрессии непосредственно графическим процессором (GPU). Они разбивают текстуру на блоки и кодируют их в компактном формате, что позволяет значительно сократить объем видеопамати и пропускной способности.

- **Адаптивное скалярное квантование (ASTC - Adaptive Scalable Texture Compression):** Современный и гибкий формат, поддерживающий широкий диапазон битрейтов и типов текстур, что делает его особенно популярным для мобильных и разнородных платформ.

Анимационные данные

Данные скелетной анимации содержат последовательности преобразований для костей скелета во времени. Эти данные обладают временной избыточностью, также хорошо поддаются сжатию. Основные методы сжатия анимации:

- **Квантование ключевых кадров (Keyframe Quantization):** Уменьшение точности значений поворота, позиции и масштаба костей.

- **Ключевое кадрирование (Keyframe Reduction):** Удаление избыточных ключевых кадров, которые не вносят значительного вклада в итоговую анимацию, с использованием алгоритмов, подобных алгоритму Дугласа-Пекера. Методы Редукции Ключевых Кадров (Keyframe Reduction) и Квантования Ключевых Кадров (Keyframe Quantization) различаются по своей сути. Квантование Ключевых Кадров — это равномерное сжатие каждой точки данных, тогда как Редукция Ключевых Кадров — это селективное удаление избыточных точек данных. Тем не менее, их объединяет общая конечная цель - снижение объёма данных, и зачастую они применяются совместно для достижения оптимальной эффективности при хранении и передаче трёхмерной анимации, что особенно важно в играх или приложениях, работающих в реальном времени.

- **Линейно-квантуемое прогнозирование (LQP):** Метод, предсказывающий значения анимации на основе предыдущих кадров и кодирующий только разницу (дельту), которая затем квантуется.

Методология исследования.

Для оценки эффективности методов сжатия была разработана методология, включающая три этапа:

- **Аналитический обзор:** Будет проведен систематический анализ существующих научных публикаций, технической документации и стандартов в области сжатия 3D-данных (например: glTF, OpenCTM, Draco).

- **Сравнительный анализ:** Ключевые алгоритмы сжатия (Draco для геометрии, ASTC/ETC2 для текстур) будут проанализированы по ряду критериев, включая коэффициент сжатия, скорость кодирования/декодирования и визуальное качество результата.

- **Практический эксперимент:** Для верификации теоретических выкладок планируется создание тестового набора 3D-моделей различной сложности. Будут применены выбранные алгоритмы сжатия, а затем проведены замеры производительности при рендеринге на различных платформах (ПК, мобильное устройство). Для оценки качества будет использоваться как визуальное сравнение, так и метрики типа PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) для текстур и метрики геометрических ошибок для мешей.

Предполагается, что исследование позволит выявить оптимальные комбинации методов сжатия для различных сценариев использования в современном конвейере производства 3D-графики.

Результаты исследования и практические рекомендации.

Результаты проведенного анализа позволили сформулировать практические рекомендации по выбору методов сжатия для различных сценариев.

- Для геометрических данных алгоритм Draco показал наилучший баланс между степенью сжатия и скоростью декодирования. При уровне сжатия 8-9 достигается сокращение объема данных на 80-90% при незначительных геометрических искажениях, незаметных для наблюдателя в реальном времени (Таблица 1, 2). Данный метод рекомендуется для использования в веб-приложениях и мобильных проектах.

Таблица 1. Сравнительные характеристики алгоритмов сжатия геометрии

Тестовая модель (кол-во полигонов)	Исходный размер (МБ)	Draco (уровень 6)		Draco (уровень 9)		OpenCTM (MRM)	
		Сжатый размер (МБ)	Коэф. сжатия	Сжатый размер (МБ)	Коэф. сжатия	Сжатый размер (МБ)	Коэф. сжатия
Персонаж (500 тыс.)	48.5	9.1	5.33	5.2	9.33	7.8	6.22
Архитектура (250 тыс.)	22.1	4.8	4.60	2.9	7.62	4.1	5.39
Скульптура (1.5 млн)	145.3	21.7	6.70	12.5	11.62	28.4	5.12
Автомобиль (800 тыс.)	78.6	13.2	5.95	7.8	10.08	15.9	4.94
Органическая форма (100 тыс.)	9.8	2.5	3.92	1.6	6.13	2.9	3.38
Среднее значение	60.9	10.3	5.30	6.0	9.36	11.8	5.01

1. Абсолютный лидер — Draco (уровень 9):

1. Показывает самое высокое среднее сжатие — в 9.36 раза.
2. Наиболее эффективен на сложных высокополигональных моделях. Например, для «Скульптуры» (1.5 млн полигонов) коэффициент достигает **11.62**, что позволяет уменьшить файл со 145.3 МБ до 12.5 МБ.

2. Эффективность OpenCTM (MRM):

1. Этот алгоритм стабилен, но в среднем уступает Draco, сжимая данные в 5 раз.
2. Интересная аномалия: на модели «Персонаж» OpenCTM (6.22) сработал лучше, чем Draco уровня 6 (5.33), что может быть связано со спецификой топологии сетки персонажа.

3. Зависимость от сложности модели:

1. Чем больше полигонов в исходной модели, тем выше коэффициент сжатия. У «Скульптуры» (1.5 млн) он максимальный, а у «Органической формы» (100 тыс.) — минимальный для всех алгоритмов.
2. **Draco (уровень 6)** является «золотой серединой», обеспечивая стабильное сжатие в ~5.3 раза при, вероятно, меньших затратах времени на декомпрессию, чем уровень 9.

4. Типы объектов:

1. **Техногенные формы** (Автомобиль, Архитектура) хорошо сжимаются Draco 9 (коэф. 10.08 и 7.62 соответственно), что указывает на эффективную оптимизацию повторяющихся или четких геометрических структур.

На диаграммах представлены сравнительные характеристики алгоритмов (Рисунок1, 2)

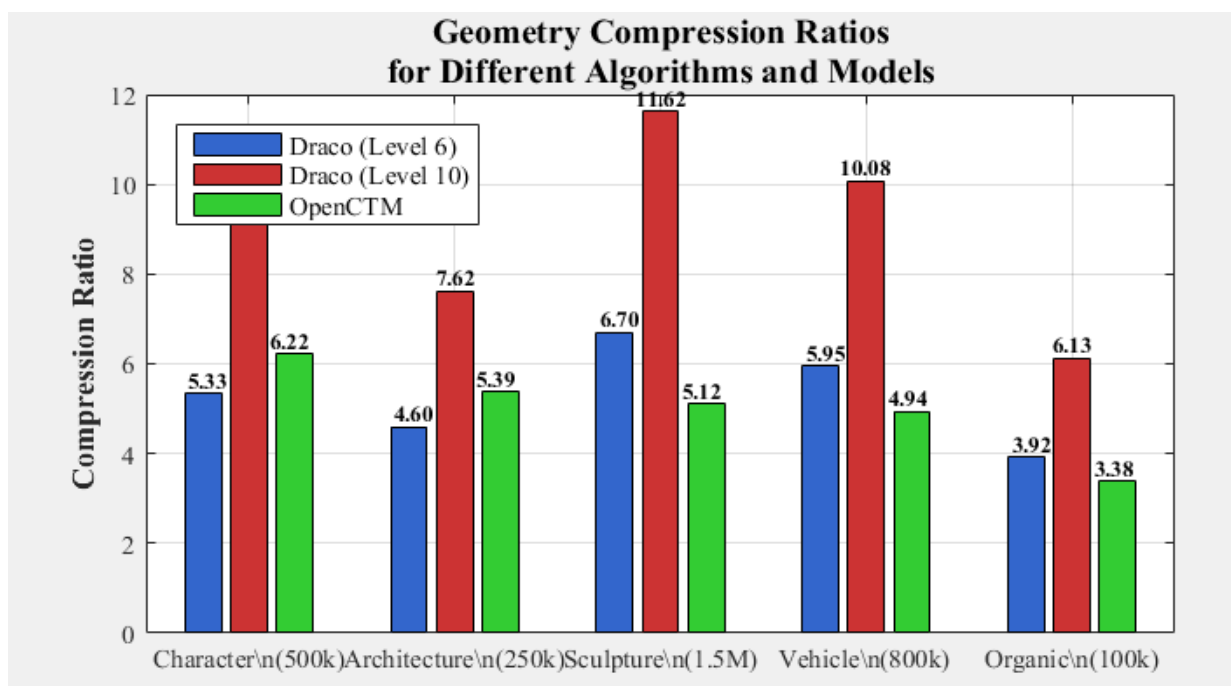


Рис. 1. Сравнительные характеристики алгоритмов сжатия геометрии

Таблица 2. Время декодирования геометрии на различных платформах (мс)

Алгоритм / Уровень сжатия	ПК (среднее)	ПК (станд. отклонение)	Мобильное уст-во (среднее)	Мобильное уст-во (стан. отклонение)
Без сжатия (референс)	0.5	0.05	4.2	0.3
Draco (ур. 6)	1.8	0.15	18.2	1.5
Draco (ур. 9)	2.1	0.18	23.4	1.8
OpenCTM	3.7	0.25	41.2	3.2

Анализ данных по времени декомпрессии (распаковки) выявляет критическую разницу в производительности между платформами и алгоритмами:

Ключевые выводы:

Колоссальный разрыв между ПК и Мобильными устройствами:

Скорость распаковки на мобильных устройствах в 10–11 раз медленнее, чем на ПК.

Если на ПК разница между Draco 6 и 9 почти не ощутима (0.3 сек), то на мобильном устройстве она составляет 5.2 секунды, что критично для пользовательского опыта (UX).

Эффективность Draco vs OpenCTM:

Draco (ур. 6) — явный фаворит для кроссплатформенных решений. Он работает в 2.2 раза быстрее, чем OpenCTM (18.2 мс против 41.2 мс на мобильных устройствах).

OpenCTM — самый ресурсозатратный алгоритм. Его использование на мобильных устройствах дает самую высокую задержку (41.2 мс) и нестабильность (высокое станд. отклонение 3.2), что может приводить к «фризам» интерфейса.

Цена максимального сжатия (Draco 9):

Переход с 6-го на 9-й уровень Draco на мобильных устройствах увеличивает время ожидания на ~28% (с 18.2 до 23.4 мс). При этом, согласно предыдущим таблицам, выигрыш в размере файла там значительный.

Стабильность (Стандартное отклонение):

Алгоритмы сжатия делают процесс загрузки менее предсказуемым. У Draco отклонение в 3–6 раз выше, чем у сырых данных («Без сжатия»), что нужно учитывать при настройке тайм-аутов загрузки.

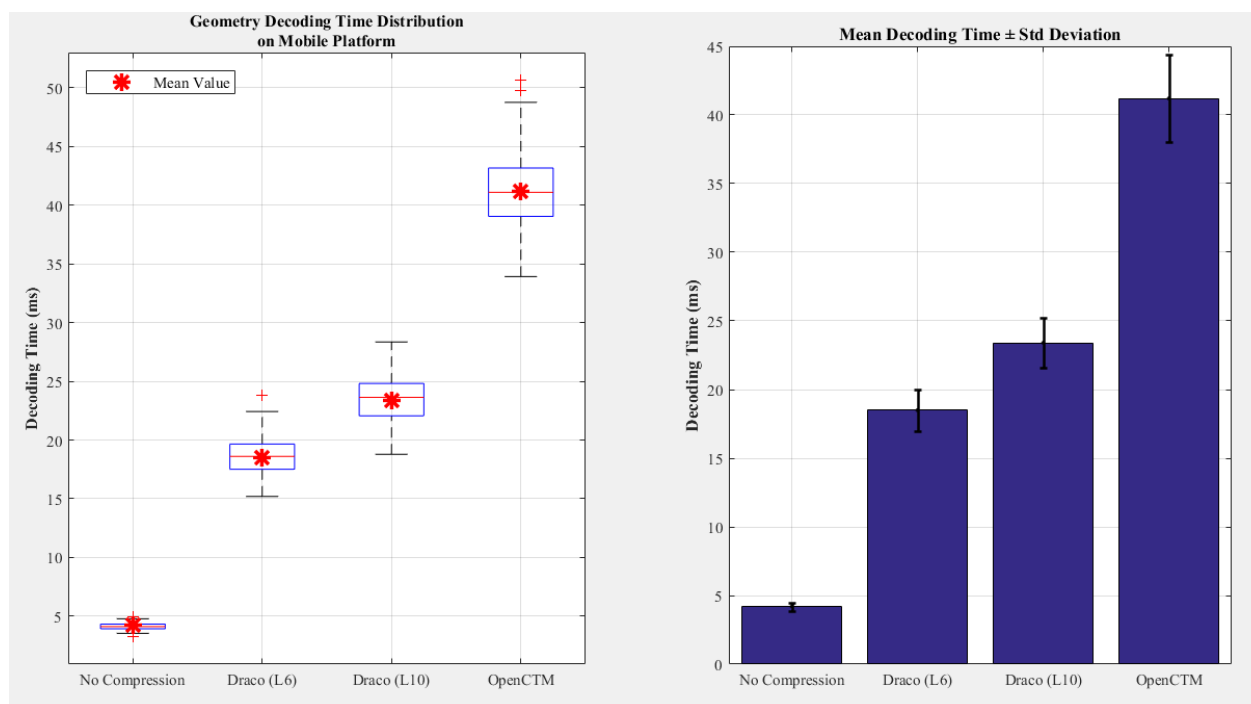


Рис. 2. Время декодирования геометрии на различных платформах (мс)

- Для текстур выбор оптимального формата зависит от платформы:
 - Для ПК и VR-устройств формат ASTC демонстрирует превосходное качество при высоких битрейтах и является предпочтительным выбором благодаря своей гибкости.
 - Для мобильных платформ с широкой поддержкой аппаратного ускорения, ETC2 (обязательный для OpenGL ES 3.0) обеспечивает хорошее качество и высокую скорость декодирования, являясь безопасным выбором для кроссплатформенной разработки под Android.

Рассмотрим таблицу 3, где представлены результаты сжатия, объективные метрики качества наглядно представлены на рисунке 3

Таблица 3. Результаты сжатия текстур

Исходная текстура (разрешение, тип)	Исходный размер (МБ)	ASTC 8x8		ASTC 6x6		ETC2	
		Сжат. размер (МБ)	PSNR (dB)	Сжат. размер (МБ)	PSNR (dB)	Сжат. размер (МБ)	PSNR (dB)
Диффузная карта (2K)	16.0	8.0	38.5	5.3	35.2	8.0	36.8
Нормальная карта (2K)	16.0	8.0	42.1	5.3	39.8	8.0	40.5
Набор тайлов (4K)	64.0	32.0	40.2	21.3	37.0	32.0	38.1
Спекулярная карта (1K)	4.0	2.0	41.8	1.3	39.5	2.0	40.0
Среднее значение	25.0	12.5	40.7	8.3	37.9	12.5	38.9

Анализ таблицы показывает эффективность различных алгоритмов сжатия текстур (ASTC и ETC2) по критериям размера и качества (PSNR).

Ключевые выводы:

Эффективность сжатия:

ASTC 6x6 — самый экономичный формат. Он сжимает исходный файл примерно в 3 раза (средний размер 8.3 МБ против 25.0 МБ исходных).

ASTC 8x8 и ETC2 показывают идентичные результаты по весу файлов, сжимая данные ровно в 2 раза (до 12.5 МБ в среднем).

Качество изображения (PSNR):

ASTC 8x8 обеспечивает наилучшее визуальное соответствие оригиналу. Его средний показатель PSNR самый высокий — 40.7 dB.

ETC2 уступает формату ASTC 8x8 по качеству (38.9 dB) при том же занимаемом объеме памяти.

ASTC 6x6 имеет самый низкий PSNR (37.9 dB), что является логичной платой за максимальную экономию места.

Особенности типов карт:

Нормальные карты (Normal Maps) лучше всего сохраняют качество при сжатии ASTC 8x8 (пик 42.1 dB). Это критически важно, так как артефакты на картах нормалей сильно портят освещение модели.

Диффузные карты наиболее чувствительны к агрессивному сжатию ASTC 6x6 (минимальный PSNR 35.2 dB), что может быть заметно на текстуре.

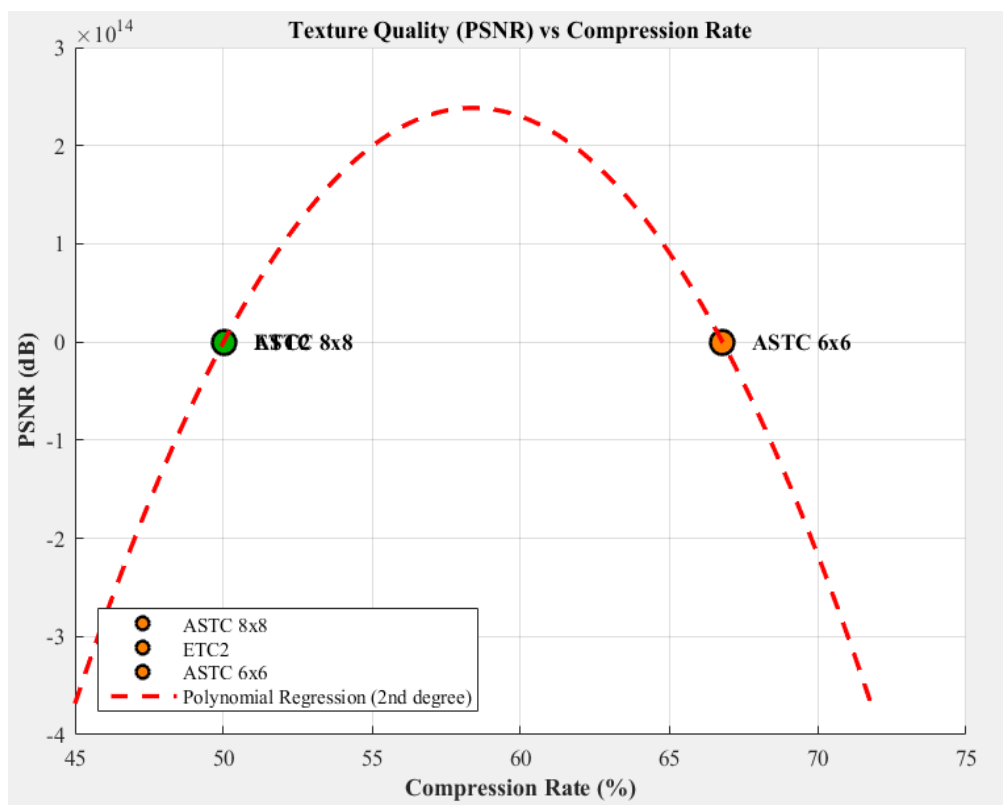


Рис. 3. Результаты сжатия текстур: объективные метрики качества

Заключение.

Проведенное исследование подтвердило ключевую роль технологий сжатия данных в современном конвейере производства 3D-графики. Установлено, что ни один универсальный метод не может быть оптимальным для всех типов данных и платформ. Однако комбинация специализированных алгоритмов, таких как Draco для геометрии и ASTC/ETC2 для текстур, позволяет достичь наилучшего баланса между степенью компрессии, производительностью и визуальным качеством.

Практическая значимость работы заключается в сформулированных рекомендациях, которые могут быть непосредственно применены разработчиками для оптимизации своих проектов, особенно в контексте ресурсоемких приложений виртуальной и дополненной реальности, а также для распространения контента через сети с ограниченной пропускной способностью.

Перспективными направлениями для дальнейших исследований являются разработка адаптивных алгоритмов, динамически подстраивающих параметры сжатия под возможности конечного устройства, а также более глубокий анализ нейросетевых методов сжатия для 3D-данных.

Список литературы

1. *Росиньяк Я.* Сжатие трехмерных геометрических данных: обзор методов [Compression of 3D geometric data: a review of methods] // Компьютерная графика и визуализация [Computer Graphics and Visualization]. 2019. № 4. С. 45-60.
2. *Коэн-Ор Д., Манн Я., Флейшман С.* Глубокое сжатие для потоковой передачи анимаций с интенсивным использованием текстур [Deep Compression for Streaming Texture Intensive Animations] // Труды конференции ACM SIGGRAPH [Proceedings of the ACM SIGGRAPH Conference]. 1999.
3. The Draco 3D Data Compression Library [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/google/draco> (дата обращения: 25.10.2025).
4. *Khronos Group.* Спецификация glTF 2.0 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.khronos.org/glTF/specs/2.0/glTF-2.0.pdf> (дата обращения: 21.10.2021).
5. *Khronos Group.* Сжатие ASTC [Электронный ресурс]. URL: <https://www.khronos.org/astc> (дата обращения: 25.10.2025).
6. *Оквин-Мёллер Т., Хейнс Э., Хоффман Н.* Сборник методов рендеринга в реальном времени для трехмерной графики [A Survey of Real-Time Rendering Techniques for 3D Graphics] // Real-Time Rendering. – 4-е изд. – CRC Press, 2018.
7. *Кристманн Э., Виммер М., Шютц М.* Сжатие текстур с переменным битрейтом: рендеринг в реальном времени с JPEG [Variable-Rate Texture Compression: Real-Time Rendering with JPEG] // Компьютерная графика Форум (Труды Eurographics) [Computer Graphics Forum (Proceedings of Eurographics)]. 2024. Т. 43. № 2.

References

1. Rossignac J. *Szhatie trehmernyh geometricheskikh dannyh: obzor metodov* [Compression of 3D geometric data: a review of methods]. *Komp'yuternaya grafika i vizualizaciya* [Computer Graphics and Visualization]. 2019. No 4. 45-60 pp. (in Rus.).
2. Cohen-Or D., Mann Y., Fleishman S. Deep Compression for Streaming Texture Intensive Animations. Proceedings of the ACM SIGGRAPH Conference. 1999
3. *The Draco 3D Data Compression Library*. URL: <https://github.com/google/draco> [The Draco 3D Data Compression Library] (date accessed: 25.10.2025)
4. *Khronos Group.* GLTF 2.0 Specitification. URL: <https://www.khronos.org/glTF/specs/2.0/glTF-2.0.pdf> [Khronos Group. GLTF 2.0 Specitification] (date accessed: 21.10.2021)
5. *Khronos Group.* ASTC Compression. URL: <https://www.khronos.org/astc> [Khronos Group. ASTC Compression] (date accessed: 25.10.2025)
6. *Oquin-Möller, T., Haynes, E., Hoffman, N.* A Survey of Real-Time Rendering Techniques for 3D Graphics // Real-Time Rendering. – 4th ed. – CRC Press, 2018.
7. Kristmann E., Wimmer M., Schütz M. Variable-Rate Texture Compression: Real-Time Rendering with JPEG. Computer Graphics Forum (Proceedings of Eurographics). 2024. Vol. 43. No 2.

УДК 004.925.83

Приматов М.Л., Горина Е.В.Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18**ОЦЕНКА ГЕНЕРАЦИИ БЕСШОВНЫХ ПАТТЕРНОВ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

© Приматов М.Л., Горина Е.В. 2026

В статье рассматривается качество генерации бесшовных паттернов на основе искусственного интеллекта. Сравнивались три сервиса для генерации бесшовных паттернов на основе одного созданного запроса. Оценка проводилась по критериям: затраченное время, точность границ паттерна, ошибки генерации и готовность изображений для использования в дальнейшем.

Ключевые слова — искусственный интеллект; генерация изображений; бесшовные паттерны; текстуры; дизайн

Primatov M.L., Gorina E.V.Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18**ASSESSMENT OF SEAMLESS PATTERN GENERATION USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

The article discusses the quality of generating seamless patterns based on artificial intelligence. Three services were compared for generating seamless patterns based on a single created request. The evaluation was based on the following criteria: time spent, accuracy of pattern boundaries, generation errors, and the readiness of images for further use.

Keywords — artificial intelligence; image generation; seamless patterns; textures; design

Введение

В современном мире искусственный интеллект занял свое место в сфере цифрового дизайна и игровой индустрии. Одной из наиболее трудоемких задач в цифровом дизайне остается генерация высококачественных бесшовных текстур и паттернов, требующая от художника не только художественного мастерства, но и соблюдения строгих технических требований к повторяемости элементов.

Традиционные процедурные и алгоритмические методы, основанные на ручном создании элементов и их последующей трансформации, являются стандартом благодаря предсказуемости результата. Однако они обладают существенными ограничениями: высокой степенью трудоемкости, низкой вариативностью визуальных структур и сложностью достижения хорошей детализации без привлечения узкопрофильных специалистов. Появление генеративных моделей на основе нейронных сетей открыло новые возможности для автоматизации данного процесса, позволяя создавать визуально сложные, уникальные паттерны на основе текстовых описаний или референсных изображений в сжатые сроки.

Методы генерации бесшовных паттернов базируются на принципах растровой и векторной геометрии, включая операции трансформаций и алгоритмы попиксельного смешивания, реализуемые в профессиональном программном обеспечении. Ключевым преимуществом данных подходов является обеспечение «pixel-perfect» точности и абсолютной целостности изображения, что гарантирует отсутствие артефактов и искажений элементов композиции. Однако, несмотря на высокую предсказуемость и контроль, традиционные методы характеризуются зависимостью временных затрат от сложности визуальных структур, что существенно ограничивает их вариативность и продуктивность в сравнении с современными генеративными моделями.

Цель работы — на примере трех сервисов оценить пригодность генерации для профессионального создания бесшовных паттернов и их дальнейшего использования. Сравнение проводилось по критериям: затраченное время, точность границ паттерна, ошибки генерации и готовность изображений для использования в дальнейшем.

Как ИИ генерирует бесшовные изображения

Современные инструменты генерации изображений принимают на вход текстовое описание (prompt) и генерируют объекты на основе обученных нейронных сетей. Для создания бесшовных текстур эти инструменты требуют дополнительной настройки. Архитектурная адаптация включает использование

циклических сверток (circular convolutions), которые позволяют модели воспринимать края изображения как топологически связанные. В процессе обучения модели внедряются специализированные критерии потерь (tiling loss), которые штрафуют генератор за любые различия между противоположными краями изображения. После базовой генерации паттерна система выполняет сдвиг (offset) изображения, выявляя потенциальные зоны проблем, и запускает вторичный проход нейросети для их устранения. Кроме того, могут применяться алгоритмы градиентного смешивания, которые на финальном этапе математически сглаживают яркостные и цветовые переходы в зонах стыка. Таким образом, современные инструменты ИИ-генерации изображений сочетают архитектурные адаптации, оптимизацию обучения и пост-обработку. Это позволяет создавать высококачественные текстуры с минимальными временными затратами, сохраняя при этом контроль над конечным результатом.

Эксперимент

В ходе эксперимента в первую очередь были выбраны сервисы, специализирующиеся на генерации бесшовных паттернов: patterned.ai, patternful.ai и phot.ai. Данные платформы были отобраны на основе их заявленной способности к автоматическому обеспечению бесшовности и доступности интерфейса для ввода текстовых промтов.

Для стандартизации эксперимента был составлен единый запрос, четко расписывающий нейросетям процесс работы. Запрос был сформулирован следующим образом: «A seamless repeating pattern of cute hand-drawn cats, various cat breeds, playful poses, soft pastel background, vector illustration style, flat design, high quality, balanced composition, infinite tiling, no gaps, clean lines, professional surface design –tile».




Данный промт включает в себя следующие ключевые компоненты:

1. Семантическая спецификация: описание стиля (векторная графика, плоский дизайн), тематики (коты, различные породы, игривые позы) и цветовой гаммы (пастельные тона).
2. Технические требования: указание на бесшовность («seamless», «infinite tiling»), качество («high quality») и чистоту линий («clean lines»).
3. Активационный параметр: включение ключевого слова «–tile» в конце запроса, которое должно активировать встроенный режим автоматического тайлинга в соответствующих сервисах.

Использование единого промта для всех платформ позволило обеспечить сопоставимость результатов и выявить как общие тенденции, так и специфические особенности работы каждого сервиса в контексте генерации бесшовных паттернов.

Результат генерации бесшовных паттернов представлен в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение сгенерированных паттернов

patterned.ai	patternful.ai	phot.ai
		



Результаты работы сервиса Patterned.ai демонстрируют неоднозначную картину. С одной стороны, система успешно справилась с обеспечением бесшовности паттерна: визуальный осмотр не выявил выраженных артефактов на границах изображения, что свидетельствует об эффективной реализации алгоритмов бесшовности.

Однако качество наполнения паттерна имеет существенные недостатки. Сгенерированные объекты содержат множественные ошибки в проработке: наблюдаются искажения анатомических пропорций, несоответствие стилистической целостности, а также общая низкая детализация. Эти дефекты значительно снижают применимость полученного паттерна в профессиональной практике.

Сервис Patternful.ai продемонстрировал удовлетворительную эффективность в обеспечении бесшовности паттерна. Визуально изображение не имеет выраженных разрывов или артефактов на границах изображения, что свидетельствует об успешной реализации алгоритмов тайлинга.

Однако детальное изучение композиции выявило существенные недостатки в целостности. Наиболее критичными оказались угловые зоны паттерна, где наблюдается сильное искажение объектов. Вместо ожидаемых изображений котов в этих областях присутствуют большие артефакты — нечеткие, неузнаваемые формы, не соответствующие данному стилистическому направлению. Этот результат указывает на неспособность модели поддерживать связность объектов при их распределении по плоскости паттерна, особенно в зонах, подверженных наибольшему воздействию алгоритмов бесшовности.

Таким образом, Patternful.ai демонстрирует среднюю эффективность в технической части задачи, но показывает низкое качество в художественной составляющей, что ограничивает его использование в качестве самостоятельного инструмента для создания бесшовных паттернов.

Сервиса Phot.ai справился хуже остальных сервисов в решении поставленной задачи. Визуальный анализ выявил существенные недостатки как в технической, так и в художественной составляющих паттерна.

Наиболее критичными оказались зоны границ изображения, где наблюдаются значительные разрывы — явные артефакты, нарушающие эффект бесшовности. Эти дефекты свидетельствуют об неэффективной реализации алгоритмов тайлинга, что является основным требованием для создания бесшовных текстур.

Кроме того, семантический анализ выявил серьезные ошибки в проработке объектов. Вместо ожидаемых изображений котов в некоторых зонах паттерна присутствуют неузнаваемые формы, в том числе объект, визуально напоминающий грызуна. Это указывает на неспособность модели поддерживать целостность и стилистическую согласованность объектов при их распределении по плоскости паттерна.

Таким образом, Phot.ai демонстрирует низкую эффективность как в технической, так и в художественной составляющей задачи, что делает его непригодным для использования в качестве самостоятельного инструмента.

Оценка работы сервисов представлены в виде таблицы 2.

Таблица 2. Оценка работы сервисов

Критерий	Patterned.ai	Patternful.ai	phot.ai
Затраченное время	< 60 секунд	> 60 секунд	> 60 секунд
Точность границ паттерна	Приемлемо	Приемлемо	Неудовлетворительно
Ошибки генерации	Да	Да	Да

Готовность к использованию	Нет	Нет	Нет
----------------------------	-----	-----	-----

По итогам проведенного эксперимента можно сделать вывод о том, что ни один из исследованных сервисов не смог обеспечить одновременно высокое качество проработки объектов и решение задачи бесшовности. Каждая из платформ продемонстрировала определенный компромисс между этими двумя важными аспектами.

Patterned.ai показал хороший результат в обеспечении бесшовности, но допустил существенные ошибки в проработке объектов. Patternful.ai продемонстрировал средний результат в технической части, но допустил ошибки в угловых зонах паттерна. Phot.ai показал худший результат как в технической, так и в художественной составляющей задачи.

Заключение

Проведенный эксперимент показал, что на текущем этапе развития технологий генерации бесшовных изображений нейросетевыми сервисами не обеспечивает должного уровня качества для дальнейшего использования. Все три исследованные платформы (Patterned.ai, Patternful.ai, Phot.ai) допустили серьезные ошибки как в технической, так и в художественной составляющих задачи, что делает их непригодными для создания финальных продуктов.

Однако высокая скорость генерации (несколько минут против часов традиционных методов) делает ИИ-сервисы полезным инструментом в сфере производства бесшовных паттернов и текстур. Их эффективность особенно проявляется на этапе быстрого прототипирования, где оперативность визуализации концептов приоритетнее финальной художественной чистоты. Это позволяет значительно сократить время на поиск творческих решений.

Список использованных источников

- 1) Барташевич А.П., Милеева Е.С. Использование искусственного интеллекта в дизайне: преимущества и ограничения // УО «ВГТУ». Витебск: 2023. Т. 2. С. 163-164.
 - 2) Фостер Д. Генеративное глубокое обучение. Творческий потенциал нейронных сетей. П.: Книга, 2020. 336 с.
 - 3) Ho J., Jain A., Abbeel P. Denoising Diffusion Probabilistic Models. Advances in Neural Information Processing Systems. 2020. Vol. 33. 6840-6851 pp.
- References
- 1) Bartashevich A.P., Mileeva E.S. Ispol'zovanie iskusstvennogo intellekta v dizajne: preimushhestva i ogranichenija [The use of artificial intelligence in design: advantages and limitations] // УО «ВГТУ». Витебск: 2023. Vol. 2. 163-164 pp. (in Rus.).
 - 2) Foster, D. Generativnoe glubokoe obuchenie. Tvorcheskij potencial nejronnyh setej [Generative Deep Learning: Teaching Machines to Paint]. Saint-Petersburg. Kniga, 2020. 336 pp. (in Rus.).
 - 3) Ho J., Jain A., Abbeel P. Denoising Diffusion Probabilistic Models. Advances in Neural Information Processing Systems. 2020. Vol. 33. 6840-6851 pp.

УДК 67.017(679.7)

Г.К. Семенов, Е.В. Горина

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

ПРОЦЕДУРНАЯ АНИМАЦИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ОПТИМИЗАЦИИ АНИМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

© Г.К. Семенов, Е.В. Горина 2026

В статье рассматривается эффективность применения процедурной анимации при создании визуального контента. Анализируются основные подходы к анимации, включая покадровую анимацию, анимацию трансформации движения и процедурную анимацию. Особое внимание уделяется использованию выражений в программном обеспечении Adobe After Effects в качестве инструмента автоматизации и оптимизации анимационных процессов. В статье рассматриваются преимущества и ограничения различных методов анимации, а также проводится сравнение их эффективности с точки зрения трудоемкости и гибкости редактирования.

Ключевые слова: анимация, анимация трансформации, процедурная анимация, Adobe After Effects, выражения, ключевые кадры, моушн-дизайн.

G.K. Semenov, E.V. Gorina

Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18

EFFICIENCY OF PROCEDURAL ANIMATION: ADVANTAGES OVER TRADITIONAL ANIMATION METHODS

The article examines the efficiency of using procedural animation in the creation of visual content. The main approaches to animation are analyzed, including frame-by-frame animation, motion transformation animation, and procedural animation. Particular attention is paid to the use of expressions in Adobe After Effects as a tool for automating and optimizing animation processes. The paper discusses the advantages and limitations of various animation methods and compares their effectiveness in terms of labor intensity and editing flexibility.

Keywords: animation, motion transformation animation, procedural animation, Adobe After Effects, expressions, keyframes, motion design.

Введение.

За более чем столетнюю историю своего существования анимация прошла долгий путь развития — от полностью ручной покадровой отрисовки до сложных алгоритмических решений, ставших возможными благодаря колоссальному технологическому прогрессу. Сегодня специалисты в области компьютерной графики располагают широким спектром инструментов, позволяющих существенно ускорить производственные процессы. Программное обеспечение предоставляет возможности для работы как с двумерной, так и с трехмерной графикой, а внедрение технологий автоматизации и искусственного интеллекта упрощает создание анимационного контента.

Современные компьютерные технологии предоставляют множество технологий для реализации анимации. Среди них можно выделить покадровую анимацию, анимацию трансформации движения и процедурную анимацию [1]. При покадровой анимации каждый кадр создаваемого фильма рисуется отдельно, а движение получается при последовательном воспроизведении нарисованных кадров. Такой способ анимации обеспечивает высокий уровень художественной выразительности и до сих пор пользуется большим спросом в современной киноиндустрии.

Другим подходом является метод анимации трансформации движения. Он основывается на использовании ключевых кадров — точек на временной шкале, в которых задаются значения параметров различных свойств анимируемого объекта [2]. Объект может иметь пространственные свойства (положение, масштаб, поворот), а также свойства эффектов, наложенных на объект. Промежуточные значения между ключевыми кадрами рассчитываются автоматически с помощью интерполяции — процесса заполнения неизвестных данных между двумя известными значениями [3]. Данный метод активно применяется в сфере моушн-дизайна. Специалисты в данной сфере работают с движением различных графических элементов (геометрических фигур или изображений). Использование ключевых

кадров позволяет быстро и эффективно создавать анимацию для подобных элементов, исключая необходимость отдельной работы с каждым кадром.

Процедурная анимация — это метод анимации, при котором поведение объекта описывается сценарием (скриптом), созданным с помощью языка программирования. Используя данный способ можно создавать движение без использования ключевых кадров или покадровой анимации.

Рассмотренные подходы к созданию анимации различаются не только по принципу реализации, но и по степени эффективности в условиях реального производства, что особенно важно при работе над коммерческими проектами. В условиях коммерческого производства важным фактором является оптимизация рабочих процессов. Несмотря на высокий уровень выразительности, покадровая анимация требует значительных временных затрат. Даже с современными технологиями данный способ все еще является самым трудоемким в производстве. Анимация трансформации движения имеет достаточно узкую направленность и не всегда позволяет эффективно реализовать комплексное движение. Процедурный метод же в данном случае может значительно оптимизировать процесс анимации.

В рамках данной статьи для рассмотрения принципов работы процедурной анимации было использовано программное обеспечение Adobe After Effects. В After Effects инструментом для реализации процедурной анимации служат выражения (expressions). Выражение — это фрагмент кода на языке JavaScript, привязанный к конкретному параметру слоя или эффекта, который автоматизирует его изменение [4]. Оно позволяет задать правило, по которому программа рассчитывает анимацию, даже если слой изначально не был анимирован.

Язык выражений базируется на принципах объектно-ориентированного программирования, включающих в себя такие понятия как объект, свойства и методы. В рамках этой системы все элементы композиции интерпретируются как объекты, обладающие собственными характеристиками и функциями. Так, например, композиция (рабочая сцена, содержащая в себе слои и анимацию) представляется объектом «thisComp», а слой — объектом «layer». Параметры эффектов и трансформации (например, положение или масштаб) выступают вложенными элементами этих объектов. Обращение к ним осуществляется через последовательность ссылок, разделенных точками [5].

Главным достоинством применения выражений в анимации является значительное упрощение работы с комплексным движением. Сложные сцены могут требовать десятков и даже сотен ключевых кадров, что усложняет навигацию по временной шкале и процесс редактирования анимации. Любые изменения скорости или длительности анимации требуют ручной корректировки всех ключевых кадров. Применение выражений позволяет сократить количество ключей до минимума или отказаться от них вовсе, заменив программной логикой. При этом для внесения изменений достаточно отредактировать параметры в коде или исходные значения связанных слоев.

Кроме того, выражения открывают возможность создавать анимацию на основе математических зависимостей и случайных величин. Например, с помощью функции «sin» можно задать периодическое движение по синусоиде, а функция «wiggle» используется для имитации естественного покачивания с настраиваемой интенсивностью. Функции, основанные на вероятностных моделях, такие как «random» и «gaussRandom», позволяют генерировать случайные значения в заданных пределах, добавляя анимации элемент непредсказуемости. Подобные эффекты можно реализовать и вручную, однако это потребует значительно больше времени и усилий, поэтому использование выражений в данном случае является более рациональным решением. Таким образом, возможности языка выражений покрывают все задачи, которые возможно реализовать в рамках After Effects.

Для оценки эффективности процедурной анимации в процессе создания анимации был поставлен эксперимент. Используя метод анимации трансформации движения и процедурный метод была создана одна и та же анимация — отскок мяча от поверхности. Вводные данные для каждого метода одинаковые — в композиции создан белый круг, представляющий собой мяч (рис. 1). Главными критериями, показывающими эффективность того или иного способа, будут гибкость редактирования анимации и затраченное на ее создание время.

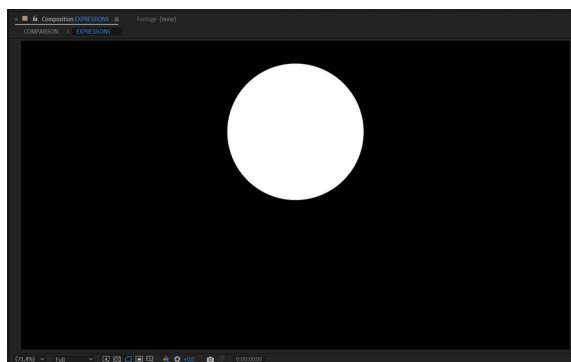


Рис. 1. Вводные данные для эксперимента

При создании анимации отскока мяча в рамках метода анимации трансформации, в первую очередь необходимо вручную создать все состояния мяча, в которых он пребывает в процессе отскока от поверхности. Всего для этого потребовалось 11 ключевых кадров. Поскольку по умолчанию движение между ключевыми кадрами линейно, необходимо индивидуально проработать каждый ключ, настроив между ними интерполяцию. В After Effects данный процесс осуществляется при помощи редактора диаграмм — инструмента для настройки скорости и характера анимации через графики.

В результате, для создания анимации отскока мяча от поверхности с помощью ключевых кадров потребовалось 15 минут 11 секунд. Очевидно, что полученное значение нельзя считать универсальным, поскольку оно может уменьшаться или увеличиваться в зависимости от опытности аниматора. Тем не менее, необходимость вручную создавать и настраивать ключевые кадры неизбежно замедляет процесс анимации и требует значительных временных затрат.

Поскольку время выполнения во многом зависит от индивидуальных навыков, целесообразно рассмотреть другой критерий — гибкость редактирования анимации. В отличие от временных затрат, этот показатель более объективен, т.к. определяется возможностями программного обеспечения. Хотя изменение скорости анимации реализуется достаточно просто (путем смещения всех ключевых кадров на временной шкале), при этом нарушаются физические характеристики движения объекта. Поведение мяча зависит от высоты и продолжительности падения. Чем выше мяч и меньше время падения — тем сильнее он отскакивает от поверхности. Чем мяч ниже и время падения больше — тем отскок меньше. При работе с ключевыми кадрами фактически задается лишь одно фиксированное состояние, параметры которого определяются заранее. В дальнейшем анимация строго следует этим исходным условиям, без возможности гибкой адаптации под новые условия. Именно поэтому при анимации объектов с выраженными физическими свойствами использование ключевых кадров оказывается менее эффективным.

Для создания анимации отскока мяча процедурным методом был использован специально написанный для этого код, предоставленный образовательной платформой School of Motion [6]. Полный код выражения представлен на рисунке 2.

```

1  e = .7; //elasticity
2  g = 5000; //gravity
3  nMax = 5; //number of bounces allowed
4
5  n = 0;
6  if (numKeys > 0){
7    n = nearestKey(time).index;
8    if (key(n).time > time) n--;
9  }
10 if (n > 0){
11   t = time - key(n).time;
12   v = -velocityAtTime(key(n).time - .001)*e;
13   vl = length(v);
14   if (value instanceof Array){
15     vu = (vl > 0) ? normalize(v) : [0,0,0];
16   }else{
17     vu = (v < 0) ? -1 : 1;
18   }
19   tCur = 0;
20   segDur = 2*vl/g;
21   tNext = segDur;
22   nb = 1; // number of bounces
23   while (tNext < t && nb <= nMax){
24     vl *= e;
25     segDur *= e;
26     tCur = tNext;
27     tNext += segDur;
28     nb++;
29   }
30   if(nb <= nMax){
31     delta = t - tCur;
32     value + vu*delta*(vl - g*delta/2);
33   }else{
34     value
35   }
36 }else
37 value

```

Рис. 2. Код выражения для отскока мяча

Для запуска выражения достаточно задать два ключевых кадра: начальное положение мяча и точку его соприкосновения с поверхностью. В начале кода инициализируются три основные переменные — e , g и $nMax$, определяющие характер движения. Переменная e задает коэффициент упругости и

отвечает за степень потери энергии при каждом отскоке — чем меньше значение, тем менее выражен отскок. Параметр g описывает силу тяжести и влияет на скорость падения объекта. Переменная $nMax$ ограничивает количество отскоков, предотвращая бесконечное повторение анимации.

Основная логика кода разбита на несколько этапов. Сначала (в строках 5-13) определяется фаза движения объекта и рассчитывается его скорость после столкновения с поверхностью с учетом коэффициента упругости. Далее (в строках 19-29) моделируется последовательность отскоков с постепенным уменьшением их амплитуды и длительности, что имитирует потерю энергии. На завершающем этапе (строки 30-37) вычисляется текущее положение объекта во времени. После достижения заданного числа отскоков движение прекращается и параметр возвращается к исходному значению.

Создание анимации с использованием данного кода заняло всего 25 секунд — от установки начального и конечного положения мяча до получения финальной анимации. Это показывает высокую эффективность процедурного метода с точки зрения временных затрат. При сравнении полученных результатов было замечено, что анимации, созданные с помощью рассматриваемых методов, визуально идентичны. Различия между методами проявляются именно на этапе разработки и в дальнейшей возможности редактировать созданную анимацию.

Применение выражений обеспечивает высокую гибкость последующего редактирования. Для изменения длительности анимации пользователю необходимо изменить на временной шкале положение всего двух ключевых кадров. При этом физическое поведение объекта автоматически пересчитывается на основе заданных параметров. Помимо этого пользователь может настраивать физические характеристики мяча, что позволяет аниматору еще более точно добиваться требуемого результата. В совокупности это делает выражения более эффективными по сравнению со стандартным подходом, основанном на ключевых кадрах.

Стоит отметить, что зафиксированная экономия времени обусловлена тем, что код был разработан предварительно. При создании аналогичного выражения с нуля процедурный метод может оказаться менее эффективным на начальном этапе с точки зрения временных затрат. Однако в долгосрочной перспективе выражения обеспечивают более устойчивый рабочий процесс. Несмотря на необходимость владения синтаксисом выражений и базовыми навыками программирования, впоследствии такие решения могут быть многократно использованы в других проектах.

Благодаря широкому распространению Adobe After Effects, в интернете существует большое количество открытых ресурсов и готовых решений для различных анимационных задач. Таким образом аниматоры не обязаны обладать глубоким знанием языка выражений для того, чтобы автоматизировать свои рабочие процессы. Использование готовых выражений является распространенной практикой в сфере моушн-дизайна, что подтверждает целесообразность применения данного подхода при создании комплексных анимаций.

Тем не менее, несмотря на преимущества процедурного метода, он не способен заменить традиционную ключевую анимацию полностью. Простые движения, такие как перемещение объекта из одной точки кадра в другую, зачастую быстрее и рациональнее реализовать с помощью ключевых кадров. Кроме того, создание сложных выражений требует уверенного владения их синтаксисом, что предполагает дополнительное обучение или временные затраты, связанные с поиском готового решения. В связи с этим эффективность процедурной анимации во многом определяется уровнем подготовки специалиста и спецификой конкретной задачи.

Заключение. Таким образом, выбор метода анимации должен основываться на сложности задачи и опыте аниматора. Использование выражений оправдано в тех случаях, когда они существенно упрощают процесс создания и последующего редактирования анимации. При решении простых задач применение автоматизации может быть избыточным. Умение корректно выбирать инструмент под конкретные условия повышает общую эффективность работы и профессиональную ценность специалиста.

Список литературы

1. Батенькина О.В. Технологии анимации : учеб. пособие. Омск : Изд-во ОмГТУ, 2015. 116 с.
2. Интерполяция ключевого кадра // Adobe. Сан-Хосе, 1986. URL: <https://helpx.adobe.com/ru/after-effects/using/keyframe-interpolation.html> (дата обращения: 19.03.2026).
3. Основы работы с выражениями // Adobe. Сан-Хосе, 1986. URL: <https://helpx.adobe.com/ru/after-effects/using/expression-basics.html> (дата обращения: 19.03.2026).
4. Понимание языка выражений // Adobe. Сан-Хосе, 1986. URL: <https://helpx.adobe.com/ru/after-effects/using/expression-language.html> (дата обращения: 20.03.2026).
5. Установка, выбор и удаление ключевых кадров // Adobe. Сан-Хосе, 1986. URL: <https://helpx.adobe.com/ru/after-effects/using/setting-selecting-deleting-keyframes.html> (дата обращения: 20.03.2026).
6. How to Use the Bounce Expression in After Effects // School of Motion. Сан-Хосе, 2013. URL:

<https://www.schoolofmotion.com/blog/bounce-expression-after-effects> (дата обращения: 20.03.2026).

References

1. Baten'kina O.V. *Tekhnologii animacii : ucheb. posobie* [Animation Technologies: a textbook]. Omsk: Izd-vo OmGTU, 2015. 116 p. (in Rus.).
2. Interpolyaciya klyuchevogo kadra [Keyframe interpolation]. *Adobe*. San Jose, 1986. URL: <https://helpx.adobe.com/ru/after-effects/using/keyframe-interpolation.html> (date accessed: 19.03.2026).
3. Osnovy raboty s vyrazheniyami [Basics of working with expressions]. *Adobe*. San Jose, 1986. URL: <https://helpx.adobe.com/ru/after-effects/using/expression-basics.html> (date accessed: 19.03.2026).
4. Ponimanie yazyka vyrazhenij [Understanding the expression language]. *Adobe*. San Jose, 1986. URL: <https://helpx.adobe.com/ru/after-effects/using/expression-language.html> (date accessed: 20.03.2026).
5. Ustanovka, vybor i udalenie klyuchevyh kadrov [Setting, selecting, and deleting keyframes]. *Adobe*. San Jose, 1986. URL: <https://helpx.adobe.com/ru/after-effects/using/setting-selecting-deleting-keyframes.html> (date accessed: 20.03.2026).
6. How to Use the Bounce Expression in After Effects. *School of Motion*. San Jose, 2013. URL: <https://www.schoolofmotion.com/blog/bounce-expression-after-effects> (date accessed: 20.03.2026).

УДК 004.9

М.И. Смирнова

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

КИБЕРСПОРТ В РОССИИ: ТРАНСФОРМАЦИЯ, ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ В НОВОЙ РЕАЛЬНОСТИ

© М.И. Смирнова, 2026

Статья посвящена развитию киберспорта в России в условиях геополитических и технологических изменений. Рассмотрены ключевые этапы становления киберспорта в России. Проанализированы основные дисциплины, эволюция трансляций и медиа, а также роль Федерации компьютерного спорта и российских корпоративных инвесторов. Особое внимание уделено адаптации индустрии после ухода западных спонсоров и платформ, развитию отечественных игр, фиджитал-формату и сотрудничеству со странами БРИКС и Китаем. Показано, что киберспорт в России превращается в многоуровневую систему, включающую образовательные программы, социальные лифты и новые карьерные траектории для молодёжи.

Ключевые слова: киберспорт, игры, Россия, Федерация компьютерного спорта, мобильный киберспорт, фиджитал, «Игры Будущего», адаптация, спонсорство, образовательные программы.

M.I. Smirnova

Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18

CYBERSPORT IN RUSSIA: TRANSFORMATION, CHALLENGES, AND DEVELOPMENT PROSPECTS IN THE NEW REALITY

The article is devoted to development of esports in Russia in the context of geopolitical and technological changes. The key stages of the development of esports in Russia are considered. The main disciplines, the evolution of broadcasts and media, as well as the role of the Computer Sports Federation and Russian corporate investors are analyzed. Special attention is paid to the adaptation of the industry after the departure of Western sponsors and platforms, the development of domestic games, the phygital format and cooperation with the BRICS countries and China. It has been shown that e-sports in Russia is turning into a multi-level system that includes educational programs, social elevators, and new career paths for young people.

Keywords: eSports, games, Russia, Computer Sports Federation, mobile eSports, phygital, Future Games, adaptation, sponsorship, and educational programs.

Введение. Видеоигры занимают ключевое место в цифровой индустрии развлечений и стали неотъемлемой частью досуга и культуры людей во всём мире. Их функции многогранны:

- игровой сектор - это миллиардный бизнес, охватывающий разработку, дистрибуцию, маркетинг и киберспорт. Особую роль здесь играют цифровые магазины, позволяющие покупать игры удалённо. Всё больше проектов используют модель free-to-play, т.е. бесплатный доступ при наличии платного контента (скины, персонажи, валюта);
- для развлечения существует большой спектр видеоигр от простых головоломок до динамичных экшенов, командных шутеров и пошаговых стратегий;
- онлайн-игры дают возможность общения с другими игроками, формируя сообщества и виртуальные миры;
- многие проекты строятся на исторических событиях, научных концепциях или логических задачах, что делает их полезными для образования и развития мышления.

Причины появления киберспорта коренятся в самой соревновательности, заложенной в многопользовательские игры. В 1972 году в Стэнфордском университете прошёл первый турнир по видеоигре Spacemar! с участием двух десятков студентов, а победитель получил годовую подписку на журнал Rolling Stone. Этот эпизод стал прологом к глобальному движению, которое сегодня собирает миллионы зрителей онлайн. Однако путь от локальных соревнований до признания на государственном уровне был долгим, и Россия сыграла в этом процессе уникальную роль. Ключевой импульс развитию дало распространение интернета в 1990-е годы, т.к. появилась возможность соревноваться не с сидящим рядом другом, а с незнакомцем из другого города или даже страны. Этот эффект «стирания границ» и стал той самой средой, в которой киберспорт обрёл свои современные черты [1].

1. Знаковые события киберспорта. Киберспорт сегодня - это не просто игры. а полноценная

отсчёт истории российского киберспорта ведётся с 24 марта 2000 года, когда состоялся учредительный съезд Федерации компьютерного спорта (ФКС) России. Знаковым событием стало признание киберспорта официальным видом спорта в 2001 году - Россия стала первой страной в мире, сделавшей этот шаг. Хотя в 2006 году его исключили из реестра, в 2016 году он был восстановлен на федеральном уровне, что открыло дорогу для создания региональных отделений и получения спортивных разрядов.

Среди знаковых мировых событий, повлиявших на российскую сцену, можно выделить:

1. Турнир The International 2011 стал первым турниром с призовым фондом в 1 млн долларов, который показал, что киберспорт может быть сверхприбыльным. Российская команда Natus Vincere (с украинскими и российскими игроками) заняла второе место, завоевав сердца миллионов болельщиков на постсоветском пространстве.

2. Победа Team Spirit на турнире The International 10 (2021), где российско-украинский состав выиграл рекордные 18,4 млн долларов, а финал посмотрели 2,7 млн зрителей на пике только на русскоязычной трансляции. Этот момент стал пиком признания киберспорта в России.

3. Чемпионат мира по CS:GO 2018 в Лондоне, в котором победа команды Gambit Esports (с российскими игроками) подтвердила лидерство России в дисциплине, которая исторически является одной из самых популярных в стране [5].

2. Основные направления киберспорта. Современная киберспортивная культура охватывает множество жанров, и их структура постоянно меняется, при этом ключевыми дисциплинами остаются:

- МОБА (многопользовательские боевые арены), прежде всего Dota 2. В России и СНГ – это самый титулованный жанр, в котором получены три победы на турнире The International (2011, 2021, 2023) и огромная фанатская база. Особенностью Dota 2 является высочайший порог входа и сложность для зрителя, что, однако, не мешает турнирам собирать стадионы;

- шутеры от первого лица CS:GO/CS2 остаются «народной» дисциплиной. Простота правил, динамика и зрелищность делают их самыми понятными для случайного зрителя. Россия долгое время была кузницей кадров для мировых топ-клубов (NaVi, Gambit, Virtus.pro).

- стратегии в реальном времени (StarCraft II) стали более нишевой, но престижной дисциплиной, в которой традиционно сильны такие российские игроки, как Алексей «White-Ra» Крупник и Илья «Reynor» Иванов из Узбекистана, долгое время живший и тренировавшийся в России.

- файтинги (Street Fighter, Super Smash Bros, Mortal Kombat) является жанром, который в России менее популярен, чем в США или Японии, но имеет свой преданный комьюнити и локальные турниры.

Последние годы ознаменовались настоящим бумом мобильного киберспорта. Такие игры, как PUBG Mobile, Standoff 2 и Brawl Stars, стали самыми быстрорастущими сегментами индустрии, особенно среди подростковой и региональной аудитории. Это связано с доступностью смартфонов по сравнению с мощными игровыми ПК.

Появляются гибридные форматы вроде «Игр Будущего», где соревнования проходят в формате фиджитал (physical + digital): сначала команды играют в симуляторе, а затем выходят на реальное поле. Например, футбольная команда сначала играет в FIFA, а затем играет в мини-футбол. Этот синтез классического спорта и киберспорта рассматривается как одно из главных перспективных направлений.

Визуальная составляющая киберспорта также претерпела колоссальную эволюцию. От трансляций из наскоро оборудованных подвалов и компьютерных клубов индустрия пришла к масштабным шоу на стадионах. В Москве на VK Play Арене регулярно проходят турниры с участием звёздных блогеров и профессиональных команд, а трансляции собирают десятки тысяч зрителей онлайн. Сегодня стандартом студийной трансляции являются:

- профессиональные комментаторы, прошедшие аккредитацию;
- графика в реальном времени с отображением статистики, откатов и карты действий;
- VIRTUAL-студии с 3D-декорациями и дронами-камерами;
- постматчевые аналитические шоу с участием бывших игроков.

Развитие платформ вроде WASD.TV (российский аналог Twitch) и VK Play, а также интеграция с TikTok Live Studio изменили способы потребления контента. Зрители всё чаще смотрят не только сами турниры, что требует больших временных затрат - до 4-5 часов, но и так называемые хайлайты (от англ. highlight «основной момент»), нарезки лучших моментов, нарезки с весёлыми моментами от стримеров, аналитические шоу (например, «Анализ Клана» или «Взгляд с вышки»), а также тематические подкасты. Формируется плотное медиа-пространство, где киберспортсмены становятся полноценными медийными личностями, сравнимыми по узнаваемости с эстрадными звёздами. Например, комментатор и аналитик Ярослав «NS» Кузнецов или стример Илья «Maddyson» Давыдов собирают многотысячные аудитории даже вне турниров [2].

3. Развитие киберспорта в России. Развитие киберспорта в России неразрывно связано с деятельностью Федерации компьютерного спорта, которая за 25 лет провела более 10 000 турниров, объединив свыше 2,5 миллиона участников. Сегодня в России функционирует разветвлённая многоуровневая система соревнований:

- Школьная лига. Турниры для учащихся 7-11 классов, целью которых является выявление талантов и пропаганда здорового образа жизни (киберспорт признан видом спорта, а значит имеет воспитательную

- Студенческая лига. Соревнования между вузами, в которых победители получают возможность представлять страну на международных студенческих играх (например, FISU);
- Чемпионат России. Главный турнир, проводимый по 5-8 дисциплинам, где победители получают звание «Мастер спорта»;
- Кубок России. Серия турниров в регионах, дающая возможность попасть в национальную сборную;
- Киберспортивная премьер-лига (КСПЛ). Профессиональный турнир с участием ведущих клубов (Team Spirit, Virtus.pro, Gambit, NAVI, в составе которых есть российские игроки), призовой фонд которого может быть до 25 млн рублей.

Знаковыми событиями стали победы российских и СНГ-команд на турнире The International по Dota 2, когда призовые исчислялись десятками миллионов долларов. Однако не менее важны и внутренние турниры, такие как «Кубок Сбера» или «VK Play Чемпионат», которые формируют конкуренцию и дают зарплаты игрокам среднего уровня.

Следует отметить отечественные разработки в жанре киберспорта. Долгое время считалось, что Россия умеет только играть, но не делать игры. Однако последние годы показали обратное. Среди разработок можно выделить следующие:

1. Standoff 2 - мобильный шутер от российской студии Azerion (ранее - AGaming+). Игра стала одной из самых популярных мобильных киберспортивных лидеров в Восточной Европе и СНГ. Здесь проводятся регулярные турниры с призовыми фондами в миллионы рублей, а аудитория игры превышает 100 миллионов установок. Эта разработка является ярким примером того, как российская игра стала флагманом в своём сегменте, потеснив западных конкурентов.

2. Caliber - тактический шутер от студии 1C Game Studios. Игра активно развивает киберспортивное направление, в ней проводятся турниры с участием профессионалов. Особенностью игры являются персонажи в виде оперативников спецподразделений разных стран, что даёт уникальный геймплей.

3. Warface - разработка Grytek при участии российских студий (ныне права принадлежат MY.GAMES). Долгое время была одной из главных киберспортивных дисциплин в России и проводила собственные лиги с миллионными призовыми.

4. «Игры Будущего» - это не игра, а уникальный российский спортивно-технологический проект, который предложил новую концепцию киберспорта в жанре фиджитал. Этот формат уже признан на международном уровне, и его развитие курируется государством.

Помимо этого, в разработке находятся совершенно новые игры, которые в будущем могут стать киберспортивными дисциплинами: симулятор русской лапты, хоккея с мячом, городков, а также фэнтезийные стратегии от российских студий. Однако пока что эти проекты находятся на начальном этапе и не могут конкурировать с монстрами вроде Dota 2 или CS2 [6].

С 2022 года индустрия столкнулась с серьёзными вызовами, которые можно разделить на три больших блока:

1. Геополитические и санкционные проблемы. Уход западных брендов (например, спонсоров вроде Red Bull, Intel), блокировка трансляций на глобальных платформах, а также невозможность участия в международных турнирах под российским флагом. Российские клубы вынуждены выступать в нейтральном статусе, без гимна и флага. Некоторые организации (например, Virtus.pro) релоцировались в Сербию или Армению, чтобы сохранить возможность играть в международных лигах (например, ESL Pro League). Студии трансляций (Maincast, RuHub) переориентировались на внутреннюю аудиторию, потеряв значительную часть международной.

2. Технические и инфраструктурные проблемы. Уход Valve (владельца Steam) и других платформ из России не произошёл полностью, но возникли сложности с пополнением счёта, покупкой игр, участием в квалификации через российские IP-адреса. Пинг до европейских серверов вырос, что критично для шутеров. Кроме того, в России до сих пор нет закона, приравнивающего киберклубы к спортивным площадкам. Из-за этого они платят налог по ставке 20% (как развлекательные заведения) вместо возможных 6% (как спортивные объекты). Это значительно снижает рентабельность бизнеса.

3. Проблемы игроков (карьера и психология). Киберспортсмены в России сталкиваются с высоким уровнем стресса, отсутствием системы пенсионного обеспечения (спортивная карьера заканчивается в 25-27 лет), необходимостью переезда в другие страны для участия в турнирах, а также с риском потерять визу или аккаунт. Кроме того, существует проблема признания киберспорта в обществе: многие люди более старшего возраста до сих пор считают игры «бесполезным времяпрепровождением», а не полноценной профессией. Хотя ситуация меняется, стереотипы всё ещё сильны в регионах.

Тем не менее, адаптация прошла успешно. Аудитория киберспортивных трансляций в России достигла 11 миллионов человек в 2025 году, что в полтора раза больше, чем в 2020-м. На смену западным инвесторам пришли крупные российские корпорации. Сбер стал титульным партнёром ФКС России, увеличив призовой фонд соревнований до 64,5 млн рублей и подписав соглашение о сотрудничестве на 2026 год. «Яндекс» создал собственную киберспортивную команду (Yandex Esports) и проводит турниры по Dota 2 и CS2. Astrum Entertainment (издатель) проводит турниры при поддержке «Ростелекома» и «Билайна». VK через свою платформу VK Play инвестирует в развитие студий и трансляций [3].

развитием локальной экосистемы и поиском новых точек роста на мировой арене. Прямой выход на глобальный рынок в прежнем формате (выступления клубов под российским флагом на западных турнирах с западными спонсорами) сейчас затруднён. Тем не менее российские игроки и тренеры сохраняют высокий спрос за рубежом: их приглашают в европейские и китайские команды, платят зарплаты в криптовалюте или через иностранные банки. Российские аналитики и комментаторы работают на международных турнирах удалённо.

Кроме того, отечественный бизнес активно инвестирует в развитие «мягкой силы» через проведение международных турниров на своей территории. Ярким примером является Чемпионат стран БРИКС (Бразилия, Россия, Индия, Китай, ЮАР, а также новые члены вроде Египта и Эфиопии), который проводится при поддержке Сбера и ФКС России. Это альтернатива западным лигам, где соревнуются команды именно из стран «мирового большинства».

«Игры Будущего» в Казани стали знаковым событием, они объединили классический спорт и киберспорт (фиджитал), собрали участников из 116 стран. Суммарный охват составил 3,2 миллиарда просмотров. Это показало, что Россия может претендовать на роль одного из центров формирования новой киберспортивной культуры, особенно в сотрудничестве со странами глобального Юга и Востока. Уже анонсированы следующие «Игры Будущего» в 2026 году в Москве.

Также активно развивается сотрудничество с Китаем, который является крупнейшим киберспортивным рынком в мире (450 млн игроков). Российские команды и разработчики (например, студия Wargaming, работающая с китайскими партнёрами) организуют совместные турниры по мобильным играм и стратегиям. Это направление может стать основным выходом на мировой рынок в обход западных санкций.

Перспективным направлением становится интеграция киберспорта в систему образования. Сегодня при поддержке государства развиваются школьные и студенческие лиги, а вузы начинают готовить не только игроков, но и менеджеров, аналитиков, тренеров, комментаторов и даже AI-специалистов (специалист по искусственному интеллекту) для киберспорта. Примеры: Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК) открыл кафедру компьютерного спорта. Московский государственный технический университет им. Баумана проводит факультативы по игровой аналитике. НИУ ВШЭ запустил магистерскую программу «Менеджмент в игровой индустрии и киберспорте».

Формируется целый пласт профессий: от комментаторов и сценариев матчей (киберспортивная журналистика) до AI-аналитиков, которые с помощью нейросетей разбирают игровые тактики. Это превращает киберспорт из хобби в полноценное развитие карьеры для молодёжи, особенно в регионах, где традиционная экономика не предлагает таких возможностей.

Заключение. Российский киберспорт прошёл путь от подпольных турниров за периферию для компьютера в конце 1990-х до официально признанного вида спорта с государственной поддержкой и многомиллионными инвестициями. После геополитических изменений 2022 года (уход спонсоров, блокировки, санкции), индустрия трансформировалась в новые формы существования такие как локальные лиги, мобильные дисциплины, фиджитал-форматы и интеграция в образовательную среду.

Выход на мировой рынок сегодня осуществляется не столько через участие отдельных клубов в западных турнирах (что стало практически невозможным), сколько через организацию международных турниров на своей территории (БРИКС, «Игры Будущего»), экспорт образовательных стандартов (российские тренеры и методики востребованы в Китае и Индии), а также развитие отечественных игр (примером чего является выход игры Standoff 2 на мобильный рынок).

Главный вывод: киберспорт в России окончательно сформировался как сложная, адаптивная экосистема, которая способна к саморегуляции, генерации кадров и созданию уникальных форматов, которые в дальнейшем распространяются в мире. В условиях цифровой экономики и геймификации повседневной жизни киберспорт становится не просто развлечением, а одним из столпов новой молодёжной культуры.

Научный руководитель: доцент кафедры информационных и управляющих систем, кандидат технических наук Шефер Е.А.

Scientific supervisor: Associate Professor of the Department of Information and Management Systems, candidate of Technical sciences Shefer Elena Alexandrovna

Список литературы

1. Мингалева Н. Киберспорт в России: как превратить хобби в доход. Инк, 2025. URL: <https://incrussia.ru/learn/cybersport-v-rossii-kak-prevratit-hobbi-v-dohod/> (дата обращения: 08.04.2026).
2. Федоров И. Киберспорт в России: от детского увлечения к прибыльной карьере и вызовам для общества. СургутИнформ, 2026. URL: <https://surgutinform.ru/news/sport/kybersport-v-rossii-ot-detskogo-uvlechenija-k-pribylnoj-karere-i-vyzovam-dlja-obschestva/> (дата обращения: 08.04.2026).
3. Киберспорт: что это, как туда попасть и сколько зарабатывают киберспортсмены по всему миру. Афиша Daily, 2025. URL: <https://daily.afisha.ru/poleznye-stati/30547-kybersport-chto-eto-kak-tuda-popast-i-skolko-zarabatyvayut-kybersportsmeny-po-vsemu-miru/> (дата обращения: 08.04.2026).
4. Псатий В. История Киберспорта Российского. «От миллениума до признания». Cybersport.ru,

(дата обращения: 08.04.2026).

5. Как живёт киберспорт в России. DTF, 2025. URL: <https://dtf.ru/games/3860565-kibersport-v-rossii-2025> (дата обращения: 08.04.2026).

References

1. Mingaleeva N. Kibersport v Rossii: kak prevratit hobbi v dohod. URL: <https://incrussia.ru/learn/cybersport-v-rossii-kak-prevratit-hobbi-v-dohod/> [Ink]. 2025. (date accessed: 08.04.2026).

2. Fedorov I. Kibersport v Rossii: ot detskogo uvlecheniya k pribylnoj karere i vyzovam dlya obshhestva. URL: <https://surgutinform.ru/news/sport/kibersport-v-rossii-ot-detskogo-uvlecheniya-k-pribylnoj-karere-i-vyzovam-dlja-obschestva/> [SurgutInform]. 2026. (date accessed: 08.04.2026).

3. Kibersport: chto eto, kak tuda popast i skolko zarabatyvayut kibersportsmeny po vsemu miru. URL: <https://daily.afisha.ru/poleznye-stati/30547-kibersport-chto-eto-kak-tuda-popast-i-skolko-zarabatyvayut-kibersportsmeny-po-vsemu-miru/> [Afisha Daily]. 2025. (date accessed: 08.04.2026).

4. Psatij V. Istoriya Kibersporta Rossijskogo. «Ot milleniuma do priznaniya». URL: <https://www.cybersport.ru/tags/other/istoriya-kibersporta-rossijskogo-ot-milleniuma-do-priznaniya/> [Cybersport.ru]/ 2016. (date accessed: 08.04.2026).

5. Как zhiviot kibersport v Rossii. URL: <https://dtf.ru/games/3860565-kibersport-v-rossii-2025>. [DTF]. 2025 (date accessed: 08.04.2026).

УДК 004.9

К.А. Сотников, Ю.Л. ПигичкаВысшая школа печати и медиатехнологий
191180, Санкт-Петербург, пер. Дзямбула, 13**ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ДОПЕЧАТНОЙ ПОДГОТОВКЕ**

© К.А. Сотников, Ю.Л. Пигичка, 2026

Аннотация. В статье рассматривается применение технологий искусственного интеллекта в допечатной подготовке полиграфической продукции. Анализируются основные направления использования ИИ, включая автоматическую проверку макетов, управление цветом, оптимизацию рабочих процессов и поддержку верстки. Отмечаются преимущества внедрения интеллектуальных систем, такие как повышение скорости обработки заказов, снижение количества ошибок и улучшение качества печати. Также рассматриваются ограничения и проблемы внедрения ИИ, связанные с необходимостью качественных данных и интеграцией в существующие производственные системы. Делается вывод о перспективности дальнейшего развития ИИ в полиграфии и его роли в повышении эффективности отрасли.

Ключевые слова: искусственный интеллект, допечатная подготовка, полиграфия, автоматизация, цветокоррекция, управление цветом, workflow, цифровая печать, верстка, обработка изображений

K.A. Sotnikov, Y.L. PigichkaHigher School of Printing and Media Technologies
191180, St. Petersburg, Dzhabula Lane, 13**APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PREPRINT PREPARATION**

Abstract. The article examines the application of artificial intelligence technologies in prepress preparation of printed products. The main areas of AI implementation are analyzed, including automated file checking, color management, workflow optimization, and layout support. The advantages of using intelligent systems are highlighted, such as increased processing speed, reduced errors, and improved print quality. The study also addresses the challenges of AI adoption, including data requirements and integration with existing production systems. It concludes that AI has significant potential for further development in the printing industry and plays an important role in improving overall efficiency.

Keywords: artificial intelligence, prepress preparation, printing industry, automation, color correction, color management, workflow, digital printing, layout design, image processing

Введение

Современная полиграфическая отрасль сегодня находится на этапе глобальной и необратимой трансформации, вызванной стремительным развитием цифровых технологий. Если на протяжении десятилетий основным драйвером прогресса выступало совершенствование механической части, то есть самих печатных машин, их скорости и точности позиционирования, то в нынешних реалиях фокус сместился в сторону интеллектуального программного обеспечения. В эту эпоху ключевую роль начинают играть не только производственные мощности, но и алгоритмы, способные управлять сложными процессами с минимальным участием человека. Одним из наиболее перспективных и обсуждаемых направлений развития полиграфии стало внедрение технологий искусственного интеллекта и машинного обучения. Эти инновации проникают во все сферы деятельности предприятия: от логистики и закупок расходных материалов до финишной отделки готовой продукции [1–2]. Однако наиболее критичным и в то же время благодатным полем для применения искусственного интеллекта является этап допечатной подготовки, который специалисты чаще называют препрессом. Именно здесь происходит превращение творческой идеи дизайнера в технологически выверенный цифровой макет, полностью готовый к тиражированию.

Допечатная подготовка по праву считается фундаментом всего полиграфического процесса, поскольку именно от качества входящих файлов напрямую зависит конечный результат. Можно инвестировать огромные средства в покупку новейших печатных машин, но если макет подготовлен некорректно, все эти вложения окажутся бесполезными. Ошибки на этапе препресса обходятся типографиям чрезвычайно дорого, ведь это не только испорченная бумага, краска и другие расходные

материалы, но и потерянное машинное время, сорванные графики отгрузки и серьезные репутационные риски. Традиционно допечатная подготовка включает в себя целый комплекс сложных операций, таких как проверка файлов на соответствие техническим требованиям, цветокоррекция, настройка параметров треппинга, спуск полос и подготовка данных для систем управления цветом [3–5]. Сложность заключается в том, что в современную типографию ежедневно поступают десятки и сотни заказов от самых разных клиентов. Макеты создаются в различных графических редакторах, причем часто людьми, не имеющими специального полиграфического образования, что порождает огромное количество технических ошибок. В условиях классического подхода нагрузка на инженеров препресса становится колоссальной, а риск пропустить критический дефект из-за естественной усталости или невнимательности растет в геометрической прогрессии.

Необходимость внедрения искусственного интеллекта в процесс подготовки файлов обусловлена несколькими объективными факторами, которые сегодня определяют конкурентоспособность предприятия. Прежде всего, наблюдается стремительный рост доли цифровой печати и запроса на глубокую персонализацию продукции. Если раньше типография могла печатать один многотысячный тираж в течение недели, то сегодня она вынуждена обрабатывать сотни мелких заказов ежедневно. Каждый такой заказ требует индивидуальной проверки и подготовки, и человек физически не способен справиться с таким потоком данных без потери качества. Кроме того, значительно сократился жизненный цикл заказа: клиенты ожидают получения готовой продукции в кратчайшие сроки, иногда в день обращения. Автоматизация препресса позволяет сократить время подготовки макета с нескольких часов до считанных минут. Также нельзя игнорировать проблему дефицита квалифицированных кадров. Специалист по допечатной подготовке — это редкая профессия на стыке технического инженера и цветокорректора, требующая многолетнего опыта. Искусственный интеллект позволяет частично делегировать рутинные задачи алгоритмам, освобождая время экспертов для решения действительно сложных и нестандартных творческих задач.

Одним из наиболее эффективных направлений применения искусственного интеллекта является интеллектуальная проверка файлов перед печатью, известная как префлайт. В отличие от стандартных систем, работающих по жестко заданным правилам, нейросети способны на более гибкий и глубокий анализ. Например, система может самостоятельно оценить визуальное качество изображения и уровень шумов [6]. Если фотография имеет недостаточное разрешение, но при этом выглядит четко и не содержит артефактов, искусственный интеллект может принять обоснованное решение допустить её в печать, в то время как обычный софт выдал бы ошибку. Более того, современные системы на базе машинного обучения способны не только находить дефекты, но и автоматически их исправлять. К примеру, они могут «дорисовывать» недостающие вылеты под обрез, используя алгоритмы контентно-зависимого заполнения, или восстанавливать детализацию размытых логотипов и мелких шрифтов. Это избавляет сотрудников от необходимости бесконечных переписок с заказчиком по поводу мелких правок, что существенно ускоряет производственный цикл.

Цветопередача остается самой субъективной и сложной областью в полиграфии, и именно здесь искусственный интеллект демонстрирует свои впечатляющие возможности. Интеллектуальные системы обучаются на огромных массивах данных о том, как конкретные цвета ведут себя на различных типах запечатываемых материалов, будь то мелованная бумага, картон или пленка. Алгоритмы могут в автоматическом режиме подбирать оптимальные цветовые профили, минимизируя визуальное различие между изображением на мониторе дизайнера и реальным отрисовом. Важным аспектом является также оптимизация расхода чернил. Искусственный интеллект способен пересчитать макет таким образом, чтобы заменить часть дорогих цветных красок на более бюджетную черную краску без малейшей потери качества изображения. Такая технология, известная как глубокая оптимизация состава красок, позволяет типографиям экономить до двадцати процентов расходных материалов, что в масштабах крупного производства дает колоссальный экономический эффект.

Еще одной важной областью применения является автоматизация спуска полос и раскладки макетов на листе, особенно в производстве упаковки и этикетки. Здесь часто возникает задача оптимального размещения объектов сложной, прямоугольной формы. Традиционные математические алгоритмы справляются с этим с определенными погрешностями, но нейросети, вдохновленные задачами топологической оптимизации, находят более плотные варианты раскладки. Они учитывают не только геометрию, но и направление волокон бумаги, а также технические требования к последующей вырубке или плоттерной резке. Максимально плотное заполнение печатного листа ведет к существенному сокращению бумажных отходов, что крайне важно не только с точки зрения прибыли, но и в контексте современных экологических стандартов и заботы об окружающей среде [7].

Искусственный интеллект также открывает новые горизонты в области генеративного дизайна и массовой персонализации. Сегодня становится возможным создание тысяч уникальных макетов на основе заданных параметров без участия дизайнера в каждом отдельном случае. Например, система может автоматически генерировать уникальные фоновые узоры для каждой единицы упаковки в тираже или

подбирать иллюстрации на основе анализа предпочтений конкретного покупателя из базы данных. Это превращает печатную продукцию из массового товара в персонализированный инструмент маркетинга. Кроме того, искусственный интеллект активно используется для прогнозирования качества и предотвращения брака. Анализируя исторические данные о прошлых заказах и технические параметры текущего макета, система может предупредить оператора о потенциальных проблемах еще до начала процесса печати. Например, она может указать на риск перетискивания краски при использовании определенного сочетания бумаги и плотности заливки, что позволяет внести коррективы заранее и избежать порчи материалов.

Преимущества от внедрения таких технологий носят комплексный и долгосрочный характер. Прежде всего, это радикальное увеличение скорости обработки заказов. Время сегодня является самым дорогим ресурсом, и автоматизация позволяет типографии работать в режиме реального времени, принимая заказы через интернет и мгновенно отправляя их в производство. Это идеальная почва для развития бизнес-модели печати по требованию. Вторым важным фактором является стабильность качества. Человеческий фактор всегда несет в себе элемент непредсказуемости, в то время как алгоритм работает всегда с одинаковой точностью, обеспечивая повторяемость результата от тиража к тиражу. С экономической точки зрения снижение затрат на персонал, уменьшение процента брака и рациональное использование ресурсов делают предприятие более устойчивым к рыночным колебаниям.

Однако процесс внедрения искусственного интеллекта в реальное производство сопряжен с рядом серьезных вызовов и барьеров. Одной из основных проблем является качество данных для обучения алгоритмов. Чтобы нейросеть работала эффективно, ей нужны тысячи примеров правильно подготовленных макетов, а архивы многих типографий зачастую хранятся в несистематизированном виде. Также существует проблема интеграции новых интеллектуальных платформ с уже существующим парком оборудования, которое может быть выпущено разными производителями в разные годы. Совмещение современного софта и старых печатных машин требует участия высококвалифицированных ИТ-специалистов и серьезных финансовых вложений. Нельзя забывать и о психологическом аспекте: сотрудники преппресса могут воспринимать автоматизацию как угрозу своим рабочим местам, что порождает внутреннее сопротивление инновациям. Кроме того, остается открытым вопрос юридической и профессиональной ответственности за ошибки, допущенные искусственным интеллектом в ходе подготовки сложных и дорогостоящих заказов [8, 9].

Несмотря на эти трудности, будущее полиграфической отрасли неразрывно связано с дальнейшим развитием искусственного интеллекта. Мы движемся к концепции полностью автономных производств, где участие человека будет сведено к стратегическому контролю и творческому планированию. Ожидается появление так называемого когнитивного преппресса, который будет не просто проверять файлы, но и понимать контекст и цели заказчика, выступая в роли интеллектуального ассистента. В ближайшие годы можно прогнозировать еще более тесную интеграцию допечатных процессов с облачными технологиями и интернетом вещей, что позволит создать единую цифровую экосистему управления производством. Искусственный интеллект станет тем связующим звеном, которое объединит творчество, технологию и коммерческую эффективность в единый и отлаженный механизм.

В завершение стоит отметить, что искусственный интеллект перестал быть чем-то из области научной фантастики и превратился в реальный рабочий инструмент, определяющий облик современной полиграфии. Переход от ручного труда на этапе допечатной подготовки к использованию интеллектуальных систем — это не просто дань моде, а необходимое условие выживания и успеха на высококонкурентном рынке. Применение этих технологий позволяет типографиям трансформироваться, становиться более гибкими, быстрыми и экологичными. Для будущих специалистов отрасли понимание принципов работы алгоритмов машинного обучения становится обязательной компетенцией, столь же важной, как и знание основ колориметрии или устройства печатных машин. Полиграфия будущего — это синергия человеческого интеллекта и вычислительной мощности машин, где технологии берут на себя рутину, оставляя человеку пространство для творчества и стратегического развития. Искусственный интеллект в преппрессе — это ключ к новому уровню качества и эффективности, который открывает перед отраслью перспективы, казавшиеся недостижимыми еще десятилетие назад. Типографии, которые первыми смогут успешно интегрировать эти решения в свои производственные цепочки, получат неоспоримое преимущество и смогут задавать стандарты качества для всего рынка в ближайшие годы. Таким образом, внедрение искусственного интеллекта является не только технологическим вызовом, но и стратегической возможностью для качественного рывка всей полиграфической индустрии в цифровую эпоху. Данный процесс требует вдумчивого подхода, готовности к постоянному обучению и значительных усилий по трансформации бизнес-процессов, но результат в виде высокоэффективного и современного производства, безусловно, оправдывает все затраченные ресурсы. В конечном итоге выигрывают все: типографии получают рост прибыли и лояльность клиентов, сотрудники избавляются от изнурительной рутины, а потребители получают качественную и доступную полиграфическую продукцию в кратчайшие сроки. Перспективы внедрения искусственного интеллекта в преппресс выглядят многообещающе, и

именно это направление будет определять вектор развития полиграфии на десятилетия вперед. Если мы проанализируем текущую динамику, станет очевидно, что автоматизация затронет даже те участки работы, которые ранее считались исключительно прерогативой человеческого вкуса и интуиции. Развитие технологий обработки естественного языка и компьютерного зрения позволит системам препресса взаимодействовать с заказчиком напрямую, уточняя детали макета и предлагая улучшения в режиме диалога. Это не только снимет нагрузку с менеджеров, но и значительно повысит прозрачность всех производственных этапов. Интеграция с системами управления предприятием позволит искусственному интеллекту не просто готовить файлы, но и учитывать текущую загрузку оборудования, наличие красок на складе и даже прогноз погоды, влияющий на сушку тиража, для выбора оптимальных параметров подготовки. Таким образом, допечатная подготовка превращается из изолированного этапа в центральный узел управления интеллектуальной типографией. Важно понимать, что технологии искусственного интеллекта постоянно совершенствуются, становясь более доступными и легкими в эксплуатации. То, что сегодня доступно только лидерам рынка, завтра станет отраслевым стандартом для небольших цифровых салонов печати. Подготовка квалифицированных кадров, способных управлять такими системами и интерпретировать результаты их работы, становится приоритетной задачей для профильных учебных заведений. Будущее уже наступило, и оно требует от нас готовности к изменениям, гибкости мышления и смелости в освоении новых инструментов, которые представляет нам эпоха искусственного интеллекта. Резюмируя все вышесказанное, можно с уверенностью утверждать, что роль искусственного интеллекта в препрессе будет только расти, становясь фундаментом для инноваций и залогом устойчивого развития всей полиграфической отрасли в долгосрочной перспективе. Каждое новое поколение алгоритмов приносит с собой более глубокое понимание процессов печати, что в конечном итоге ведет к совершенствованию визуальной культуры и доступности качественной печатной продукции для каждого человека. Интеллектуальный препресс — это не просто автоматизация, это новая философия производства, где технологии служат инструментом для достижения совершенства в каждом оттиске.

Сноски к иностранным терминам

1. Artificial Intelligence (AI) — искусственный интеллект; технологии, позволяющие системам выполнять задачи, требующие человеческого интеллекта.
2. Prepress — допечатная подготовка; этап подготовки макета к печати.
3. Workflow — рабочий процесс; последовательность операций при выполнении задачи.
4. Automation — автоматизация; выполнение процессов без участия человека.
5. Color Management — управление цветом; система контроля цветопередачи между устройствами.
6. Color Correction — цветокоррекция; процесс изменения цветовых характеристик изображения.
8. PDF (Portable Document Format) — формат электронных документов, используемый в полиграфии.
9. CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, Black) — цветовая модель, используемая в печати.
10. Layout — макет, расположение элементов на странице.
11. Web-to-Print — технология заказа печати через интернет.
12. Machine Learning — машинное обучение; раздел ИИ, основанный на обучении алгоритмов на данных.

Список литературы

1. Adobe Systems. Print production tools (Preflight). URL: <https://helpx.adobe.com/acrobat/using/analyzing-documents-preflight-tool-acrobat.html> (дата обращения: 02.04.2026).
2. Artificial Intelligence in the Printing Industry: A Systematic Review of Industrial Applications, Challenges and Benefits // ResearchGate. URL: <https://www.researchgate.net> (дата обращения: 02.04.2026).
3. CIP4 Organization. JDF & workflow automation. URL: <https://www.cip4.org> (дата обращения: 02.04.2026).
4. Fogra Research Institute. Prepress technology and color management. URL: <https://fogra.org> (дата обращения: 02.04.2026).
5. HP Inc. Commercial printing industry trends. URL: <https://www.hp.com> (дата обращения: 02.04.2026).
6. Kipphan H. Handbook of Print Media: Technologies and Production Methods. — Berlin: Springer, 2022.
7. Printing United Alliance. AI in the printing industry report. URL: <https://www.printing.org> (дата обращения: 02.04.2026).
8. Sappi. Automation, digitalisation and AI in print industry. URL: <https://www.sappi.com> (дата обращения: 02.04.2026).
9. Лапин А. В. Управление цветом в печатных технологиях. — М.: БХВ-Петербург, 2021.

References

1. Adobe Systems. Print production tools (Preflight). URL: <https://helpx.adobe.com/acrobat/using/analyzing-documents-preflight-tool-acrobat.html> (date of access: 02.04.2026).
2. Artificial Intelligence in the Printing Industry: A Systematic Review of Industrial Applications, Challenges and Benefits // ResearchGate. URL: <https://www.researchgate.net> (date of access: 02.04.2026).
3. CIP4 Organization. JDF & workflow automation. URL: <https://www.cip4.org> (date of access: 02.04.2026).
4. Fogra Research Institute. Prepress technology and color management. URL: <https://fogra.org> (date of access: 02.04.2026).
5. HP Inc. Commercial printing industry trends. URL: <https://www.hp.com> (date of access: 02.04.2026).
6. Kipphan H. Handbook of Print Media: Technologies and Production Methods. — Berlin: Springer, 2022.
7. Printing United Alliance. AI in the printing industry report. URL: <https://www.printing.org> (date of access: 02.04.2026).
8. Sappi. Automation, digitalisation and AI in print industry. URL: <https://www.sappi.com> (date of access: 02.04.2026).
9. Lapin A. V. Color Management in Printing Technologies. — Moscow: BHV-Petersburg, 2021.

УДК 004.4:794

В.А. Таранина, Е.В. ГоринаСанкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18**ИГРОВЫЕ МЕХАНИКИ, ОСНОВАННЫЕ НА СЛУЧАЙНОСТИ**

© В.А. Таранина, Е.В. Горина 2026

Статья посвящена исследованию игровых механик, основанных на случайности, в контексте современного геймдизайна. Рассматривается роль случайности как инструмента расширения пространства решений, повышения вариативности и реиграбельности игрового процесса. Анализируются теоретические основы вероятностных систем, особенности их реализации в цифровых и настольных играх, а также влияние на восприятие игрока. Особое внимание уделяется вопросам баланса, управляемости случайности и методам её интеграции, включая использование генераторов случайных чисел, кубиков, карточных систем и многослойных вероятностных моделей. Предлагаются подходы к контролю случайных факторов, направленные на предотвращение негативного игрового опыта и обеспечение справедливости. Делается вывод о необходимости комбинирования детерминированных и случайных элементов для создания гармоничного и стратегически насыщенного игрового процесса.

Ключевые слова: геймдизайн, игровые механики, случайность, теория вероятностей, баланс игры, генераторы случайных чисел, вариативность, пространство дизайнера, игровые системы, управление случайностью, реиграбельность.

V.A. Taranina, E.V. GorinaSaint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18**GAME MECHANICS BASED ON RANDOMNESS**

This article examines game mechanics based on randomness in the context of modern game design. It explores the role of randomness as a tool for expanding decision-making space and enhancing the variability and replayability of gameplay. It analyzes the theoretical foundations of probabilistic systems, the specifics of their implementation in digital and board games, as well as their impact on player perception. Particular attention is paid to issues of balance, controllability of randomness, and methods of its integration, including the use of random number generators, dice, card systems, and multi-layered probabilistic models. Approaches to controlling random factors are proposed, aimed at preventing negative gameplay experiences and ensuring fairness. The conclusion is drawn that it is necessary to combine deterministic and random elements to create a harmonious and strategically rich gameplay experience.

Keywords: game design, game mechanics, randomness, probability theory, game balance, random number generators, variability, design space, game systems, randomness management, replayability.

Введение. В последние десятилетия игровые механики, основанные на случайности, заняли центральное место в дизайне как цифровых, так и настольных игр. В контексте современного геймдизайна игра рассматривается как система принятия решений, что отражено в известном определении Сиды Мейера: «Игра – серия интересных решений, принимаемых игроком» [6]. Включение случайных факторов существенно влияет на характер этих решений, изменяя как условия выбора, так и их последствия.

Теоретическую основу исследования составляют положения теории вероятностей [2], [3]. В игровой индустрии разнообразие реализуется через генераторы случайных чисел и различные вероятностные механики. Вопросы его применения частично освещаются в работах, посвященных геймдизайну и анализу игровых систем. Вместе с тем значительная часть существующих исследований носит либо прикладной, либо описательный характер и редко предлагают целостную модель интеграции случайности в пространство игрового дизайна.

Актуальность работы обусловлена широким распространением и усложнением игровых механик, основанных на случайности. Современные игровые проекты активно используют вероятностные системы, однако их некорректная реализация может приводить к неудовлетворенности игроков, нарушению баланса и снижению качества игрового опыта. Практическая значимость работы заключается в выработке принципов ее управляемого применения.

Научная новизна заключается в комплексном подходе к случайности как элементу пространства дизайна, включая методы ее контролируемой модификации и комбинирования различных генераторов случайных событий.

Проблема исследования заключается в отсутствии универсальных принципов проектирования игровых механик, которые одновременно обеспечивали бы баланс, управляемость и разнообразие. В частности, недостаточно изучены вопросы влияния распределения вероятностей на игровой опыт в краткосрочной перспективе, а также способы компенсации негативных эффектов.

Целью данной работы является выявить и обосновать принципы проектирования игровых механик, основанных на случайности, обеспечивающих баланс и вариативность игрового процесса. Для достижения поставленной цели предполагается решить следующие задачи:

- проанализировать существующие подходы к использованию случайности в игровом дизайне;
- определить ключевые параметры вероятностных систем;
- разработать методы управления случайностью в игровых механиках.

Объектом исследования являются игровые механики, использующие случайные числа и вероятностные распределения.

В качестве основной гипотезы выдвигается предположение о том, что эффективное использование случайности в играх возможно только при условии ее управляемости через комбинирование различных механизмов генерации случайных событий и инструментов балансировки.

Понятие случайности и ее роль в игровом процессе. Случайность является фундаментальным понятием, широко применяемым в различных областях науки, включая теорию вероятностей, где она рассматривается как инструмент описания неопределенности и моделирования вероятностных процессов [2].

В цифровых и настольных играх случайность реализуется через генерацию случайных чисел, использование кубиков, карточных колод и других инструментов. При этом важно различать истинную случайность и псевдослучайность [3]. В большинстве цифровых систем применяется псевдослучайная генерация, основанная на детерминированных алгоритмах, однако с точки зрения игрока она воспринимается как случайная.

Роль случайности в играх не ограничивается лишь генерацией событий. Она непосредственно влияет на структуру игрового процесса, определяя степень неопределенности и вариативности доступных решений. В этом смысле игра может рассматриваться как система, в которой она модифицирует условия принятия решений, создавая уникальные игровые ситуации даже при повторении одних и тех же действий. Таким образом, одним из ключевых подходов к анализу игр является рассмотрение их как систем принятия решений. Игрок в данном контексте выступает как активный субъект, способный анализировать ситуацию, прогнозировать последствия и выбирать оптимальные действия на основе имеющейся информации.

Игровой процесс может быть разделен на две основные фазы: фазу планирования и фазу реализации [6]. На этапе планирования игрок принимает стратегические решения, определяющие дальнейшее развитие событий, тогда как на этапе реализации происходит непосредственное выполнение выбранных действий. В зависимости от типа игры акцент может смещаться в сторону одной из этих фаз.

Также выделяются два типа игрового взаимодействия: проактивный и реактивный [6]. В проактивном игровом процессе игрок выступает инициатором игровых событий. Реактивный игровой процесс, напротив, строится вокруг событий, генерируемых системой. Большинство современных игр комбинируют оба подхода. Таким образом, случайность становится неотъемлемым элементом системы принятия решений, изменяя как доступные игроку варианты действий, так и вероятностное распределение их исходов.

Интеграция случайности в игровой процесс оказывает существенное влияние на его структуру и восприятие игроком. С одной стороны, она позволяет сделать игру более непредсказуемой и разнообразной, а с другой – ее чрезмерное использование может снижать ощущение контроля. Восприятие случайности игроком также связано с когнитивными особенностями человека: игроки склонны интерпретировать случайные события как закономерные.

Игровые механики и пространство дизайна. Игровые механики представляют собой базовые правила и системы взаимодействия, определяющие возможные действия игрока и их последствия [1], [4]. Ключевым аспектом их проектирования является обеспечение условий, при которых игрок способен осмысленно принимать решения и влиять на развитие игровых событий.

В рамках геймдизайна можно выделить три базовых требования к игровым механикам: понятность, интерактивность и сбалансированность. Понятность предполагает, что игрок должен иметь возможность интерпретировать результаты своих действий и понимать причинно-следственные связи. Интерактивность означает наличие у игрока инструментов влияния на игровые процессы. Сбалансированность связана с равновесием между различными возможностями и поддержанием справедливых условий взаимодействия.

Для анализа и проектирования игровых механик используется понятие пространства дизайна – совокупность всех возможных состояний, действий и взаимодействий, доступных в рамках игровой системы. Пространство дизайна всегда ограничено выбранными механиками. Чем проще набор правил, тем уже пространство возможных решений.

Случайность играет важную роль в расширении пространства дизайна. В отличие от детерминированных систем, где результат каждого действия заранее определён, вероятностные механики вводят дополнительные измерения, связанные с распределением исходов (Рис.1.). Это позволяет создавать большее количество уникальных игровых ситуаций без увеличения числа базовых механик.

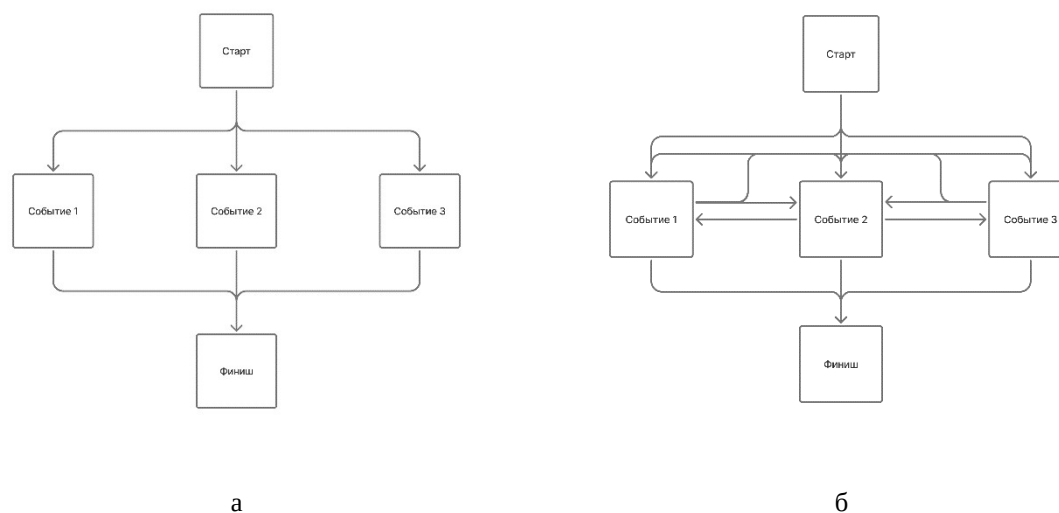


Рис. 1. Сравнение пространства решений:

а – детерминированная система (ограниченное число четких траекторий); б – система с вероятностными элементами

Одним из инструментов анализа и проектирования игровых механик являются событийные модели, которые можно рассматривать как частный случай когнитивных карт. Они описывают последовательности состояний и переходов между ними, формируя структуру игрового процесса. В простейшем виде такая модель может представлять линейную последовательность событий, изображенную на Рис.2



Рис.2. Простой пример карты событий

Однако подобные модели часто не содержат значимого выбора и, следовательно, не обеспечивают достаточной глубины игрового процесса. Для решения этой проблемы разработчики стремятся усложнить событийные модели, добавляя промежуточные этапы, альтернативные пути и различные варианты исходов. Это приводит к формированию разветвленных структур, в которых игрок может выбирать между несколькими стратегиями достижения цели.

Однако даже при наличии нескольких вариантов действий фактическая свобода выбора может оставаться ограниченной. Если одна из стратегий является заведомо более эффективной, альтернативные пути теряют практическую значимость. При этом создание сложных событийных структур требует значительных временных и интеллектуальных ресурсов. В условиях ограничений, характерных для многих разработчиков, это становится существенной проблемой. В таких случаях использование случайности позволяет частично заменить ручное проектирование, автоматически генерируя вариативные сценарии. Это снижает затраты на разработку, но стоит помнить, что увеличение количества событий не всегда приводит к реальному расширению пространства решений.

Таким образом, пространство дизайна и игровые механики находятся в тесной взаимосвязи: механики определяют границы возможного, а случайность позволяет гибко расширять эти границы, создавая разнообразный и динамичный игровой опыт.

Случайность как инструмент геймдизайна. Одной из наиболее традиционных моделей случайности являются игральные кубики. Наиболее распространённый кубик – шестигранный (D6) – имеет шесть равновероятных исходов каждый с примерно 16,7% (Рис.3. а):

$$P(k) = \frac{1}{6}$$

где k – конкретное значение кубике D6 (от 1 до 6), $P(k)$ – вероятность выпадения значения k .

Использование нескольких кубиков позволяет создавать сложные вероятностные распределения [2]: например, при броске 2D6 (два шестигранных кубика) сумма результатов приближается к нормальному распределению (Рис.3. б), а крайние значения становятся редкими.

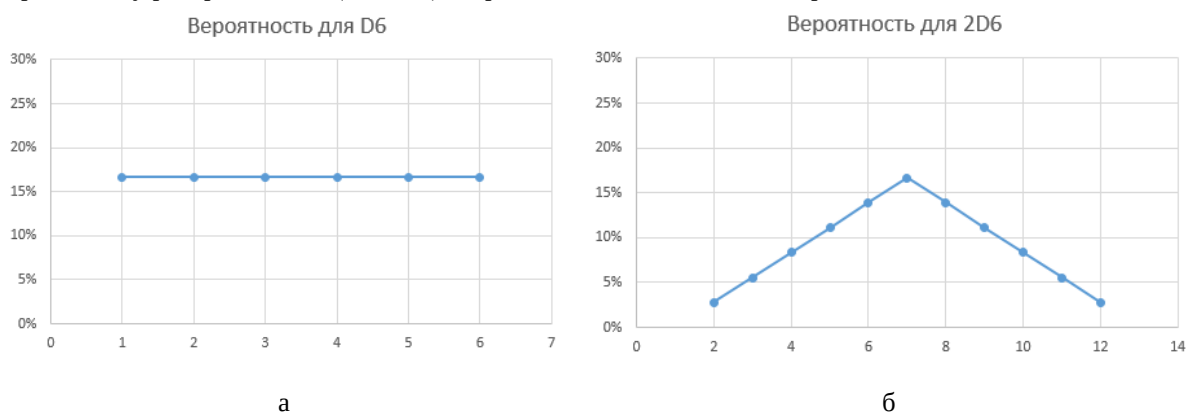
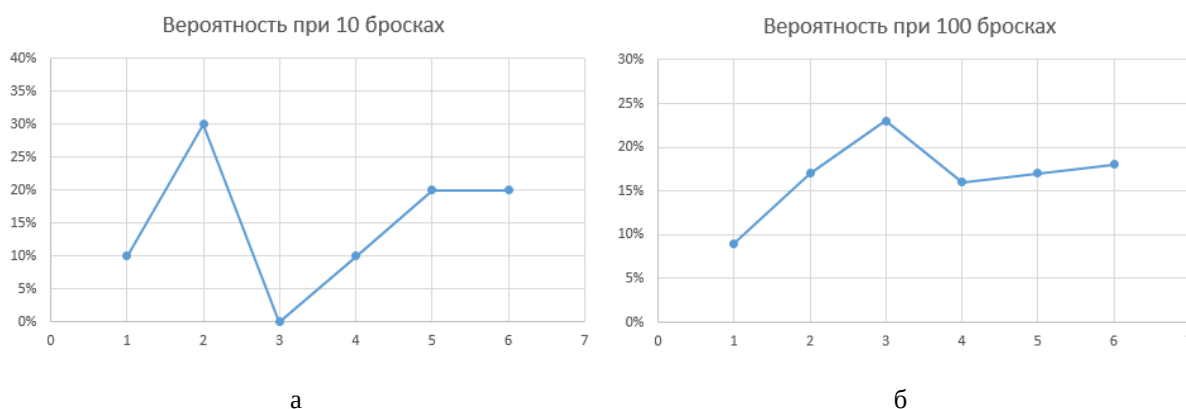


Рис.3. Графики распределения вероятностей выпадения конкретных граней и комбинаций:

а – для кубика D6; б – для двух кубиков D6

Комбинирование исходов различных случайных источников расширяет возможности дизайна. Например, сочетание кубика D6 и D4 позволяет варьировать диапазон возможных результатов и создавать уникальные сценарии для игрока. При этом важно учитывать, что различные комбинации создают разные распределения вероятностей, что напрямую влияет на баланс и предсказуемость игрового процесса.

При использовании случайных моделей одной из основных проблем является нестабильность распределения на малых выборках (Рис.4. а, б). На практике это означает, что в серии из нескольких бросков результаты могут значительно отклоняться от ожидаемых вероятностей. Например, при трёх бросках D6 вероятность выпадения шестерки может как полностью отсутствовать, так и появляться дважды подряд, что создает субъективное ощущение нечестности системы. Ситуация стабилизируется только при большом числе испытаний (Рис.4. в) – эффект, описываемый законом больших чисел: с увеличением числа бросков, среднее значение стремится к математическому ожиданию. Поэтому грамотный разработчик должен учитывать статистическую вариативность исходов при проектировании игровых механик.



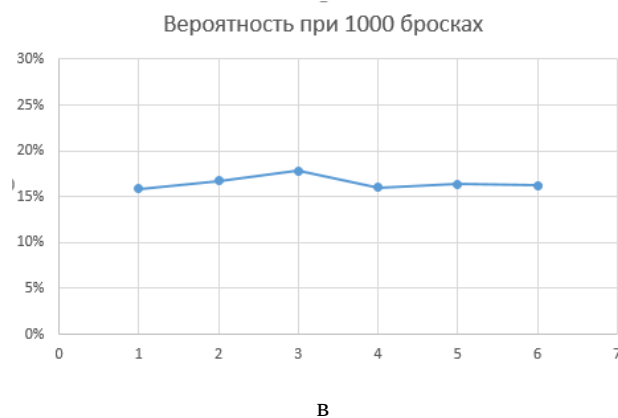


Рис. 4. Графики вероятностей выпадения конкретного значения кубика D6 при:

а – количестве бросков 10; б – количестве бросков 100; в – количестве бросков 1000

Таким образом случайность позволяет дизайнеру игр:

1. Увеличивать количество решений – каждый случайный исход создает новые варианты действий игрока.
2. Разрушать линейные сценарии – случайность препятствует предсказуемому следованию шагов и повышает реиграбельность.
3. Вносить разнообразие – даже при одинаковой стратегии игрока результат может отличаться, что стимулирует адаптивное планирование.

Эффективное использование случайности представляет собой не только генерацию случайных чисел, но и инструмент контроля динамики игрового процесса.

Баланс в играх со случайностью. Баланс является ключевым аспектом проектирования игр со случайными элементами, поскольку неконтролируемая случайность может привести к разочарованию игроков и разрушению игрового процесса [1], [5]. В играх различают внутренний и внешний баланс. Внутренний баланс обеспечивает равные шансы для действий внутри игровой системы – например, чтобы все персонажи или классы имели сопоставимые возможности. Внешний баланс регулирует восприятие игрока: результат должен быть справедливым и предсказуемым в контексте игровых ожиданий.

Разные типы игр требуют различных подходов к балансировке. В PvE (игрок против окружения) случайность чаще используется для вариативности сценариев и адаптивной сложности. В PvP (игрок против игрока) баланс критичен для справедливой конкуренции. Здесь случайность должна быть ограничена так, чтобы исход зависел больше от мастерства, чем от удачи. В FFA (все против всех) контроль случайности помогает избежать слишком резких изменений ситуации, которые могут полностью обесценить стратегические решения игроков.

В зависимости от структуры игры можно выделить:

- Симметричную структуру – все игроки имеют одинаковые условия и равные возможности;
- Асимметричную структуру – игроки имеют различные способности или ресурсы, требующие компенсации через механики случайности;

Баланс может достигаться различными подходами:

- Детерминизм – минимизация случайности, когда исход зависит от навыков игрока;
- Авантюризм – высокий уровень случайности, когда элемент неожиданности формирует стратегические решения;
- Смешанный – комбинация детерминированных и случайных элементов, позволяющая сохранить контроль и вариативность одновременно.

Таким образом, баланс в играх со случайностью требует тщательной настройки: необходимо учитывать, как вероятностные распределения событий, так и их влияние на игровой опыт. Использование правильно сконструированных разнообразных механик позволяет сохранить интерес, стимулировать принятие решений и предотвращать ощущение несправедливости, создавая гармоничную и стратегически насыщенную игровую среду.

Управление случайностью. Хотя случайность является мощным инструментом геймдизайна, её неконтролируемое применение, как было сказано раньше, может привести к хаотичному игровому опыту. Геймдизайнер может прямо влиять на распределение исходов событий, создавая ощущение предсказуемости и контроля. Основные методы:

- Перебросы – механика повторного броска.

- Выбор лучшего или худшего исхода – механика выбора оптимального результата, например, при броске нескольких кубиков игрок может оставить только наибольшее значение (например, 4D6, выбираем три наибольших для характеристики персонажа).
- Модификаторы – добавление или вычитание фиксированного значения к результату броска (например, +2 к атаке) позволяет смещать распределение вероятностей в нужную сторону.

Диапазон возможных исходов также напрямую влияет на игровой опыт:

- Малый диапазон (например, D2, D4) создаёт предсказуемые и резкие вариации, часто применяемые для двоичных решений: успех – неудача, атака – защита.
- Средний диапазон (D6, D10) обеспечивает умеренную изменчивость и позволяет создавать более сложные распределения, особенно при комбинации нескольких бросков.
- Большой диапазон (D100) даёт широкое разнообразие, но на малых выборках результаты могут сильно отклоняться от математического ожидания.

Выбор диапазона зависит от того, насколько важно сохранить контроль над результатами и какой уровень случайности уместен в конкретной механике.

Слои случайности – еще один метод управления разнообразием, выраженный в последовательном применении нескольких независимых случайных событий для формирования сложного результата. Например:

1. Первый слой – бросок D10 определяет категорию исхода (успех, нейтрально, провал).
2. Второй слой – добавочный бросок D6 уточняет степень эффекта (например, количество нанесённого урона).
3. Третий слой – использование D4 может модифицировать итоговое значение.

Слои случайности позволяют создавать более предсказуемое распределение итоговых результатов (Рис. 5.), чем одиночные броски, при этом сохраняя ощущение динамики и неожиданности. Они тесно связаны с теорией вероятностей: при последовательном применении независимых случайных событий итоговое распределение можно вычислить как произведение вероятностей каждого слоя.

$$P = P_1 \times P_2 \times \dots \times P_n$$

где P – итоговое испытание, P_1, P_2, \dots, P_n – вероятности слоев случайности.

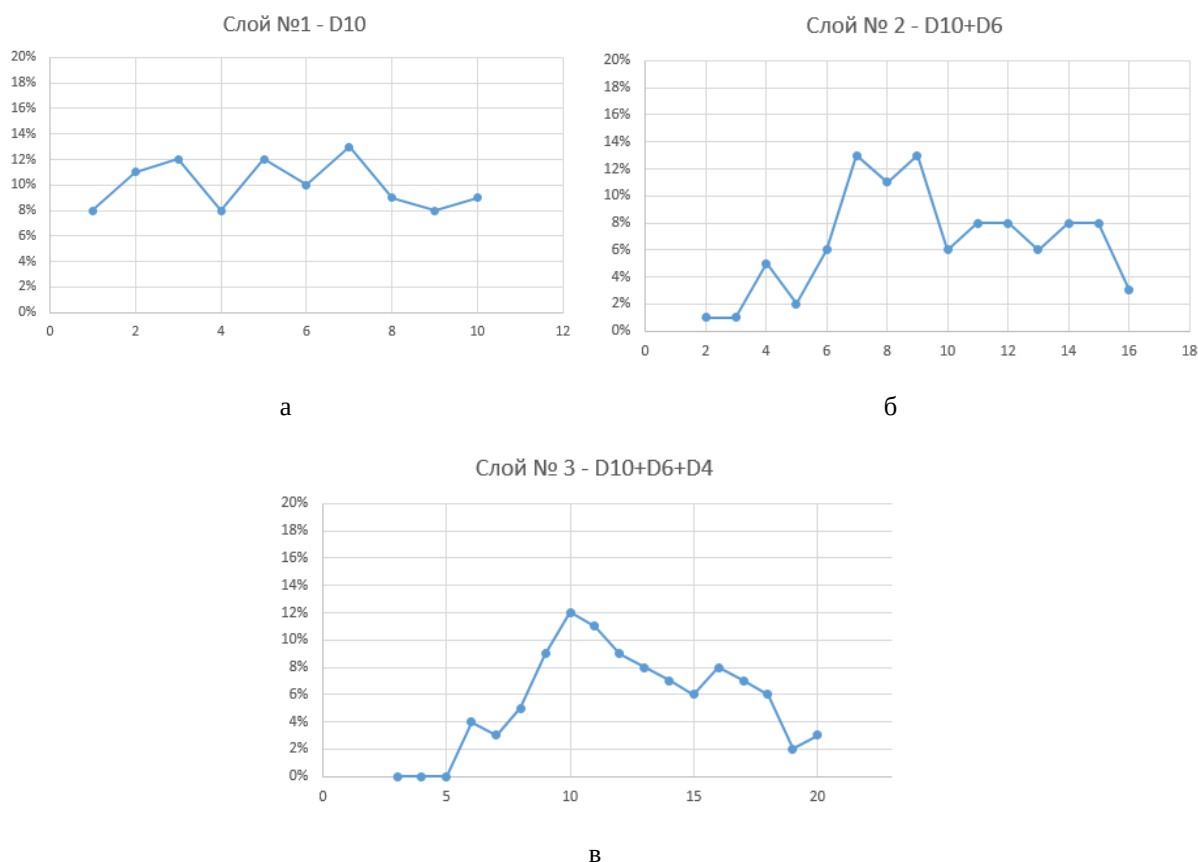


Рис. 5. Графики распределения вероятностей итоговых значений при 100 бросках на каждом слое:

а – броски кубика D10; б – броски кубика D10 и D6; в – броски кубиков D10, D6 и D4

Таким образом использование слоёв случайности позволяет:

- Сгладить экстремальные исходы;
- Расширить пространство решений игрока;
- Уменьшить нагрузку на ручное проектирование сценариев, сохраняя их множественность.

Альтернативные системы случайности. Помимо классических моделей на основе кубиков, геймдизайнеры используют различные альтернативные системы случайности. Наиболее популярным считается использование колоды карт, каждая из которых имеет свои особенности и влияние на игровой процесс [6]. Использование карт вводит управляемую случайность, отличающуюся от независимых событий кубиков:

- Конечная выборка – каждая карта присутствует в колоде один раз (или несколько раз), поэтому игроки могут оценивать вероятность появления нужного события (Рис.6).
- Изменяющиеся вероятности – по мере вытягивания карт шансы на появление оставшихся карт меняются, что позволяет динамически регулировать игровой процесс.
- Контроль распределения – дизайнер может точно формировать события, смешивая карты с различными эффектами, обеспечивая баланс и предсказуемость.



Рис. 6. График вероятности появления конкретной карты

В отличие от кубиков, здесь вероятность не является постоянной, а зависит от состояния колоды и действий игрока, что создает более управляемую и стратегическую случайность. В таблице 1 приведено сравнение характеристик кубиков и колоды карт.

Таблица. 1. Сравнение кубиков и колоды карт

Характеристика	Кубики	Карты
Тип случайности	Независимая	Управляемая
Диапазон исходов	Фиксированный	Динамический
Предсказуемость	Низкая	Средняя/Высокая
Контроль геймдизайнера	Ограниченный	Высокий
Примеры применения	Атака/защита, броски характеристик	Событийные колоды, управление ресурсами, события, связанные с заданиями для игрока

Таким образом, карточные системы реализуют зависимую случайность, в отличие от независимой случайности кубиков. Выбор между ними зависит от цели механики: если нужна чистая случайность и независимые события – лучше кубики. Если важно управлять вероятностями и сохранять стратегический элемент – эффективнее использовать колоды карт.

Заключение. Случайность является мощным инструментом в геймдизайне, позволяя расширять пространство решений, повышать вариативность игрового процесса и разрушать линейные сценарии. Правильно встроенные случайные механики стимулируют адаптивное мышление игроков, создают эмоциональную вовлеченность и формируют стратегические возможности, которые невозможно получить в полностью детерминированных системах.

Однако использование случайности требует контроля и балансировки. Лучшие решения достигаются через смешанные системы, где независимые и управляемые случайные элементы комбинируются. Использование таких систем, например, кубики в связке с колодами карт, показывают, как случайность может быть интегрирована в стратегический и интересный игровой процесс, при этом оставаясь инструментом дизайнера, а не источником хаоса.

Таким образом, случайность следует рассматривать не как вспомогательный элемент, а как фундаментальный инструмент геймдизайна, позволяющий формировать сложные, адаптивные и устойчивые игровые системы.

Список литературы:

1. Адамс Э. Основы геймдизайна / Э. Адамс. — СПб. : Питер, 2016. — 544 с.
2. Вентцель Е. С. Теория вероятностей / Е. С. Вентцель. — М. : КНОРУС, 2010. — 664 с.
3. Орлов А. И. Теория вероятностей и математическая статистика / А. И. Орлов. — М. : Юрайт, 2020. — 543 с.
4. Сален К., Циммерман Э. Правила игры: основы геймдизайна / К. Сален, Э. Циммерман ; пер. с англ. — М. : Манн, Иванов и Фербер, 2018. — 672 с.
5. Шелл Дж. Геймдизайн: как создать игру, в которую будут играть все / Дж. Шелл ; пер. с англ. — М. : Альпина Паблишер, 2019. — 640 с.
6. Щеглов М.Е. Игровые механики на основе рандома. [Электронный ресурс]. — URL: https://vk.com/video-193262682_456239107 Дата обращения: 22.03.2026.

References:

1. Adams, E. Fundamentals of Game Design / E. Adams. — St. Petersburg: Piter, 2016. — 544 pp.
2. Venttsel, E. S. Theory of Probability / E. S. Venttsel. — Moscow: KNORUS, 2010. — 664 pp.
3. Orlov, A. I. Probability Theory and Mathematical Statistics / A. I. Orlov. — Moscow: Yurait, 2020. — 543 pp.
4. Salen, K., Zimmerman, E. The Rules of the Game: The Fundamentals of Game Design / K. Salen, E. Zimmerman; trans. from English. — Moscow: Mann, Ivanov, and Ferber, 2018. — 672 pp.
5. Shell, J. Game Design: How to Create a Game Everyone Will Play / J. Shell; trans. from English. — Moscow: Alpina Publisher, 2019. — 640 pp.
6. Shcheglov, M.E. Random-Based Game Mechanics. [Electronic resource]. — URL: https://vk.com/video-193262682_456239107 (date accessed: 22.03.2026)

УДК 004.92

П.А. Тимофеева, Е.Н. Дроздова

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОТОТИПА 2D ЭКШЕН-ПЛАТФОРМЕРА

© П.А. Тимофеева, Е.Н. Дроздова, 2026

В статье рассматриваются особенности разработки концепции и создание функционального прототипа 2D экшен-платформера, демонстрирующего основной игровой цикл, ключевые механики и базовые UI-экраны. Обсуждается концепция игры. Разбирается программная реализация прототипа игры с использованием среды разработки Unity. Приводятся результаты тестирования игры и обсуждается проверка гипотез.

Ключевые слова: прототипирование, видеоигра, Unity, геймплей, проверка гипотез

P.A. Timofeeva, E.N. Drozdova

Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18

A SOFTWARE IMPLEMENTATION OF A PROTOTYPE OF A 2D ACTION PLATFORMER

This article examines the development of a concept and the creation of a functional prototype for a 2D action platformer, demonstrating the core gameplay loop, key mechanics, and basic UI screens. The game's concept is discussed. The software implementation of the game prototype using the Unity development environment is analyzed. Game testing results are presented, and hypothesis testing is discussed.

Keywords: prototyping, video game, Unity, gameplay, hypothesis testing.

Введение. Рынок видеоигр включает множество жанров, однако 2D-платформеры остаются востребованными за счёт динамичного геймплея и понятных правил. Успех в этом жанре во многом определяется отзывчивым управлением и грамотным дизайном препятствий, создающих ощущение «честной» сложности.

При разработке даже небольших 2D-игр качество игрового опыта в первую очередь зависит от корректной реализации базовых механик и их связности с дизайном уровней и интерфейсом. Практика прототипирования позволяет на раннем этапе проверить гипотезы и выявить проблемные места до расширения контента.

В статье рассматривается разработка концепции и создание функционального прототипа 2D экшен-платформера «Magnetic World», демонстрирующего основной игровой цикл, ключевые механики и базовые UI-экраны. Далее рассмотрим основные этапы работы над проектом [1]-[4].

1. Разработка концепции игры

Игрок управляет персонажем, который использует бластер для преодоления препятствий в технологическом, высокотехнологичном мире. В каждом уровне игрок сталкивается с различными врагами, которые могут его убить. Цель игры — преодолеть платформенные участки и пройти через все уровни, избегая ловушек и препятствий.

Рассмотрим игровой цикл. Вступительная заставка — представление мира и механики игры. Геймплей — прохождение уровней, решение головоломок для преодоления препятствий. Взаимодействие с объектами — игрок использует бластер для передвижения по уровням и решения задач, которые возникают во время игры. Проблемы и награды — каждый уровень становится сложнее, добавляются новые виды врагов и механик. Сюжетные моменты — постепенно раскрывается история мира и причины нападения на него.

Референсы геймплея: Portal (игровые ситуации, где инструмент/механика помогает проходить препятствия и «думать действием», а не только реакцией); NINJA GAIDEN: Ragebound (динамика экшен-платформера, темп, «честная» сложность и требования к точности управления); Hotline Miami (быстрый цикл «ошибка — перезапуск — новая попытка», высокая читаемость угроз и причин поражения).

2. Разработка прототипа игры «Magnetic World»**2.1. Архитектура проекта и реализация основных систем**

Проект «Magnetic World» реализован по модульному принципу: каждая ключевая часть геймплея вынесена в отдельный скрипт, а логика распределена между сценами главного меню и игрового уровня. Это позволяет изолированно развивать системы (персонаж, враги, UI, звук) и упрощает отладку.

Рассмотрим структуру сцен. Сцена MainMenu содержит базовые объекты интерфейса и управления входом в игру: Main Camera, EventSystem, фон (background), контроллер меню (MainMenuController), а также AudioManager для воспроизведения музыки/звуков меню. Игровая сцена (SampleScene) содержит объекты уровня и геймплейные сущности: Main Camera, EventSystem, поверхность (Ground), игрок (Hero), враги (Enemy, worm, Monster и т.д.), а также служебные объекты уровня (KillZone, Finish).

Основные системы: Игрок и управление (Hero), Стрельба и пули (Bullet), Враги и их логика (Enemy / Monster), Условия поражения (KillZone), Завершение уровня (Finish / LevelEnd), Камера (CameraController), UI-экраны (MainMenu / DeathMenu / EndMenu), Звук и музыка (AudioManager / LevelMusic).

2.2. Построение игрового мира и уровней

Построение уровня в «Magnetic World» выполнено в формате 2D-сайдскроллера: игровой мир собирается из модульных элементов окружения и платформ, а логика прохождения строится вокруг препятствий, врагов и финальной точки.

В игровой сцене (SampleScene) уровень организован через набор игровых объектов окружения и служебных зон. В иерархии присутствуют основные сущности геймплея (Hero, враги Enemy/worm/Monster), декоративные элементы, а также ключевые служебные объекты — KillZone и Finish.

Для сборки поверхности и платформ используется система Grid/Tilemap. Внутри объекта Grid выделен отдельный слой Collider, на котором размещён Tilemap с компонентами Tilemap Renderer и Tilemap Collider 2D. Такой подход позволяет хранить «геометрию столкновений» отдельно и управлять объектами, при этом визуальная часть уровня может дополняться отдельными объектами (декорациями, зданиями, элементами окружения).

Помимо Tilemap, в структуре Grid присутствуют дополнительные элементы уровня (например, GroundTilemap, box, platform), которые используются как составные части игровых платформ и препятствий. Это ускоряет сборку уровня и обеспечивает единый стиль расположения объектов по сетке.

Визуальная составляющая уровня построена из набора объектов окружения, которые формируют футуристический городской фон (рисунок 1, а). Декоративные объекты вынесены в отдельные группы, что упрощает управление сценой и правки визуальной композиции без вмешательства в коллизии и геймплей.

Враги (Enemy, worm, Monster) размещены непосредственно на маршруте игрока, формируя боевые и платформенные «узлы» сложности. Такое размещение поддерживает основной игровой цикл: игрок продвигается по уровню, избегает опасностей и при необходимости использует выстрел для прохождения.

Для обработки падения в пропасть используется объект KillZone с компонентом BoxCollider2D, включённым в режиме Is Trigger. Коллайдер имеет крупный размер и расположен ниже уровня, что позволяет надёжно фиксировать падение персонажа за границы платформ и запускать логику смерти через скрипт KillZone.

Финиш реализован отдельным объектом Finish, содержащим SpriteRenderer — визуальная метка финиша (рисунок 1, б), BoxCollider2D и скрипт LevelEnd. В параметрах скрипта задана сцена завершения (End Scene Name: EndMenu), что обеспечивает понятный переход: при входе игрока в триггер финиша происходит завершение уровня и загрузка экрана победы.

Таким образом, уровень «Magnetic World» построен на сочетании Tilemap-сборки (платформы и коллизии), модульных декоративных объектов и служебных зон (KillZone/Finish), что формирует основу для дальнейшего усложнения уровней и добавления новых игровых ситуаций.

2.3 Разработка пользовательского интерфейса и меню

Пользовательский интерфейс игры «Magnetic World» разработан для обеспечения понятной навигации между сценами и быстрого доступа к основным действиям игрока. Интерфейс реализован средствами Unity UI на основе объектов Canvas и системы обработки событий EventSystem, что обеспечивает корректную работу кнопок и взаимодействия с меню.

Интерфейс проекта разделён на несколько ключевых экранов, каждый из которых реализован как отдельная сцена или UI-панель.

Главное меню (MainMenu) — стартовый экран игры. В сцене присутствуют Main Camera, EventSystem, фон, а также объект MainMenuController, управляющий действиями кнопок. Дополнительно используется AudioManager для воспроизведения звуков меню.

Главное меню выполняет функцию «точки входа» в игру и содержит базовые элементы навигации: название игры «Magnetic World», кнопка «Начать игру», кнопка выхода из игры, визуальный фон, соответствующий стилю проекта (рисунок 1, в).

Управление кнопками меню реализуется через MainMenuController, который связывает элементы UI с командами загрузки сцен и закрытия приложения.

Экран завершения уровня (EndMenu) — появляется после достижения финиша и информирует игрока об успешном прохождении, предоставляя кнопки перехода: повтор или возврат в меню (рисунок 1, г).

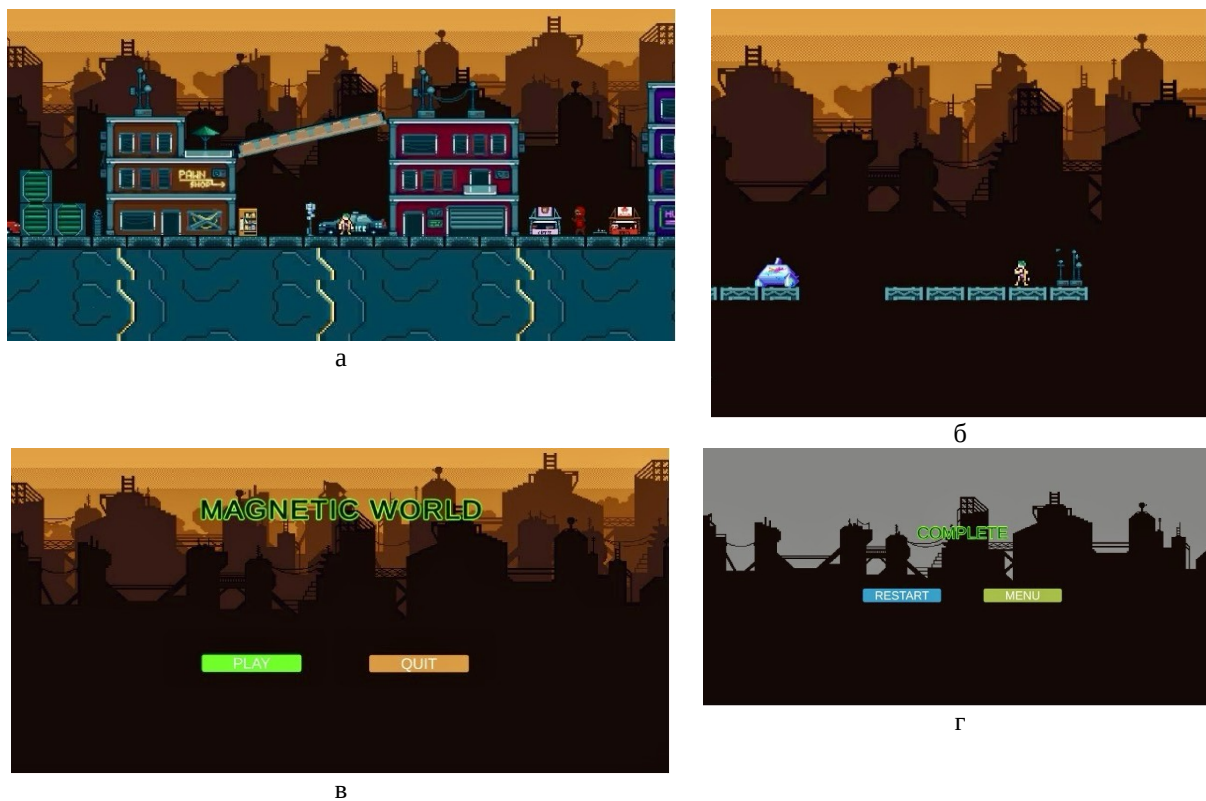


Рис. 1. Разработка прототипа игры: а — кадр визуальной составляющей уровня из прототипа; б — кадр из прототипа с меткой финиша; в — экран главного меню; г — экран завершения уровня

Экран завершения уровня предназначен для фиксации результата и управления дальнейшим действием игрока. Переход на него выполняется из игровой сцены через объект Finish: при входе персонажа в триггер финиша скрипт LevelEnd загружает сцену EndMenu. На экране отображается сообщение о прохождении уровня и кнопки: «Повторить» — перезапуск уровня; «Главное меню» — возврат в основное меню.

Экран поражения (DeathMenu) — отображается при гибели персонажа (например, при попадании в KillZone или столкновении с врагом) и предоставляет варианты перезапуска прохождения или выхода в главное меню.

Экран смерти предназначен для обработки сценария неудачи за счёт понятного и быстрого восстановления попытки. Он вызывается при гибели персонажа (например, при падении в пропасть или при столкновении с противником). На экране выводится сообщение о поражении и кнопки: «Повторить с начала» — перезапуск уровня; «Главное меню» — возврат в главное меню.

Аудиосопровождение интерфейса. Для повышения качества восприятия интерфейса используется звуковое сопровождение (музыка меню, звук нажатия кнопок, звуки победы/поражения). Управление аудио вынесено в AudioManager и отдельные аудио-скрипты сцен, что позволяет включать разные фоновые треки для меню и уровня и поддерживать единый стиль проекта.

Таким образом, интерфейс «Magnetic World» реализует полный базовый цикл взаимодействия игрока с игрой: вход через главное меню, прохождение уровня, а затем переход на экран победы или поражения с возможностью повторить попытку или вернуться в меню.

2.4 Интеграция и настройка взаимодействий

После реализации основных систем была выполнена интеграция игровых объектов на уровне и настройка их взаимодействий между собой. Цель данного этапа — обеспечить корректную работу игрового цикла: старт, прохождение уровня, поражение или победа, переход на соответствующий экран.

Взаимодействие игрока с окружением. Игрок интегрирован в уровень как физический объект с RigidBody2D и BoxCollider2D, что обеспечивает корректные столкновения с поверхностью и платформами. Коллизии уровня формируются через Tilemap Collider 2D на отдельном слое Tilemap. Благодаря этому персонаж устойчиво «стоит» на платформе, может прыгать и перемещаться без проваливания сквозь тайлы.

Интеграция стрельбы и попаданий. Для реализации атаки используется связка Hero — FirePoint — Bullet: при выстреле создается объект Bullet в точке FirePoint; пуля получает скорость и движется вперед. При столкновении пули с врагом или препятствием срабатывает обработчик столкновения, после чего выполняется реакция (уничтожение пули, нанесение урона цели). Такой подход обеспечивает понятную логику взаимодействия: игрок воздействует на мир через инструмент (бластер), что поддерживает основной геймплейный замысел проекта.

Взаимодействие с врагами и опасностями. На уровне размещены противники, которые создают угрозу персонажу. Их взаимодействие с игроком настроено через коллайдеры: при контакте враг может наносить урон или инициировать смерть. Дополнительно используются опасные зоны уровня (пропасти), которые должны приводить к поражению независимо от врагов.

Зона смерти (KillZone). Для обработки падения в пропасть используется объект KillZone с BoxCollider2D в режиме Is Trigger. Коллайдер расположен ниже уровня и имеет большой размер, чтобы гарантированно срабатывать при падении персонажа. При попадании игрока в триггер вызывается логика поражения: отнимается жизнь или сразу происходит переход на экран смерти. Это обеспечивает корректную реализацию условия поражения и быстрый переход к повторной попытке.

Финиш (Finish) и переход к экрану победы. Завершение уровня настроено через объект Finish, который содержит BoxCollider2D и скрипт LevelEnd. При входе игрока в зону финиша вызывается переход на сцену завершения, указанную в параметре скрипта (EndMenu). Таким образом, победа реализована как достижение точки цели, что соответствует структуре платформера и обеспечивает понятный результат для игрока.

Согласование сцен и UI. Для корректной навигации между экранами выполнена связка: MainMenu — SampleScene (старт игры); SampleScene — EndMenu (победа через Finish); SampleScene — DeathMenu (поражение через KillZone/смерть); EndMenu/DeathMenu — SampleScene (повтор); EndMenu/DeathMenu — MainMenu (возврат в меню). Данная схема обеспечивает полный цикл прохождения и повторов без необходимости перезапуска приложения.

Настройка аудио как части взаимодействий. Звук интегрирован как элемент обратной связи: действия игрока, события уровня и интерфейс сопровождаются аудиосигналами.

В результате интеграции и настройки взаимодействий прототип «Magnetic World» демонстрирует связанный игровой процесс, где все основные элементы уровня работают совместно: игрок взаимодействует с платформами и врагами, может атаковать, получает понятные условия поражения через KillZone и достигает победы через Finish с корректными переходами на соответствующие UI-экраны.

3. Тестирование и проверка гипотез

После реализации прототипа игры «Magnetic World» было проведено тестирование, направленное на проверку сформулированных гипотез и выявление проблем, влияющих на качество игрового опыта. Тестирование выполнялось в формате игровых сессий на собранном уровне с последующим анализом поведения игрока и субъективных оценок удобства управления, интереса к прохождению и восприятия условий поражения.

Гипотеза №1 (Управление и «честная» сложность): точная работа управления и продуманное расположение врагов/препятствий повышают удовольствие от игры и формируют ощущение «честной» сложности. Метод проверки: проведены повторные прохождения разработчиком с фиксацией проблемных участков; оценивались параметры управления: скорость перемещения, высота и длина прыжка, стабильность приземления на платформы; анализировались места, где игрок чаще всего ошибается (срывы с платформ, столкновения с врагами, падения в пропасть).

Критерии успешности: игрок понимает причину поражения и считает её следствием собственной ошибки; препятствия проходят без ощущения «сломанной физики» (нет случайных провалов, непредсказуемых столкновений); сложность повышается постепенно, без резких «скачков».

Результат: в прототипе обеспечена базовая отзывчивость управления и корректная физика перемещения. Наиболее критичными для ощущения «честной» сложности являются точность коллайдеров платформ и корректная настройка прыжка.

Гипотеза №2 (Рейграбельность): наличие нескольких путей прохождения увеличит желание исследовать уровень и переигрывать его. Метод проверки: на уровне создавались альтернативные

развилки (например, безопасный длинный путь и более рискованный короткий); тестировалось поведение игроков: замечают ли они развилки, выбирают ли разные маршруты при повторном прохождении; фиксировалась мотивация переиграть уровень ради другого пути через наблюдение.

Критерии успешности: игрок замечает наличие выбора маршрута без дополнительных подсказок; хотя бы часть игроков пробует другой путь при повторной попытке; развилки воспринимаются как реальная вариативность, а не декоративный элемент.

Результат: вариативность маршрутов повышает интерес к повторному прохождению и делает уровень менее линейным. При этом важно, чтобы альтернативные пути отличались по риску или предлагали дополнительную выгоду, например: более безопасный маршрут или более быстрый проход.

Гипотеза №3 (Наказание, вовлечённость и комфорт): система жизней и понятные условия поражения повышают напряжение и вовлечённость, но не должны вызывать раздражение. Метод проверки: тестировались сценарии поражения: падение в пропасть (KillZone), столкновение с врагом; оценивалось, насколько быстро и понятно игрок возвращается к повторной попытке; анализировалась реакция игрока на частые смерти: сохраняется ли желание продолжать попытки.

Критерии успешности: поражение воспринимается как ожидаемое последствие ошибки; перезапуск происходит быстро и не «ломает темп»; игрок не теряет мотивацию из-за слишком жёсткого наказания.

Результат: в прототипе реализованы понятные условия поражения (опасные зоны, враги) и быстрый переход к повторному прохождению через экран поражения.

Заключение. Тестирование прототипа подтвердило, что ключевые механики работают в связке и позволяют проверять гипотезы проекта. Наиболее значимыми направлениями дальнейшей итерации являются: донастройка параметров управления и коллайдеров для усиления «честной» сложности, развитие развилки уровней для реиграбельности, а также балансирование системы наказания для сохранения темпа и мотивации игрока.

Готовый проект представлен в рамках выставки студенческих работ по геймдизайну, с которой можно ознакомиться по ссылке https://vk.ru/hspm_game_expo

Список литературы

1. Исбистер К. Эмоции в играх: как создавать сильные переживания. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. 192 с.
2. Семькин В. Разработка игр на Unity: почему этот движок так популярен, кто работает с ним и сколько зарабатывает. URL: <https://netology.ru/blog/01-2022-unity-developmer> (дата обращения: 15.03.2026)
3. Шейнин А.В. Психология игрового взаимодействия: от вовлечения до удержания. М.: ИНФРА-М, 2022. 215 с.
4. Прототипирование в геймдеве. URL: <https://spiiin.github.io/blog/2537188794> (дата обращения: 15.03.2026)

References

1. Isbister K. *Emotsii v igrakh: kak sozdavat' sil'nyye perezhivaniya*. [Emotions in Games: How to Create Strong Experiences]. Moscow. Mann, Ivanov and Ferber, 2017. 192 pp. (in Rus.)
2. Semykin V. *Razrabotka iqr na Unity: pochemu etot dvizhok tak populyaren, kto rabotaet s nim i skol'ko zarabatyvaet*. URL: <https://netology.ru/blog/01-2022-unity-developmer> (date accessed: 15.03.2026)
3. Sheynin A.V. *Psikhologiya igrovogo vzaimodeystviya: ot vovlecheniya do uderzhaniya*. [Psychology of gaming interaction: from involvement to retention]. Moscow. INFRA-M, 2022. 215 pp. (in Rus.)
4. *Prototipirovanie v gejmdewe*. URL: <https://spiiin.github.io/blog/2537188794> [Prototyping in Game Design]. (date accessed: 15.03.2026)

УДК 004.514:316.77

А.А. Тяпина, Е.В. ГоринаСанкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18**ВЛИЯНИЕ ВИЗУАЛЬНОГО ДИЗАЙНА И ИНТЕРАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА
ВОВЛЕЧЁННОСТЬ АУДИТОРИИ СТРИМОВ**

@ А.А. Тяпина, Е.В. Горина 2026

В статье рассматривается влияние визуального оформления стриминговых трансляций и интерактивных элементов на вовлечённость аудитории. Анализируются особенности восприятия стримов пользователями, а также роль графических элементов интерфейса, уведомлений и инструментов взаимодействия со зрителями. В работе используются методы анализа научной литературы, наблюдения за стриминговыми трансляциями и сравнительного анализа различных форматов стримов. На основе проведённого анализа рассматриваются факторы, способствующие увеличению активности аудитории и формированию устойчивого сообщества вокруг стримера.

Ключевые слова: стриминг, Twitch, визуальный дизайн, пользовательский опыт, интерактивность, вовлечённость аудитории, онлайн-трансляции.

A.A. Tiapina, E.V. GorinaSaint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18**THE IMPACT OF VISUAL DESIGN AND INTERACTIVE ELEMENTS ON AUDIENCE
ENGAGEMENT IN LIVE STREAMS**

The article examines the impact of visual design and interactive elements on audience engagement in live streaming. The study analyzes the perception of streaming content by viewers and the role of graphical interface elements, notifications, and interaction tools. The research is based on literature analysis, observation of streaming broadcasts, and comparative analysis of different stream formats. The results highlight the key factors that contribute to increased viewer activity and the formation of stable online communities around streamers.

Keywords: streaming, Twitch, visual design, user experience, interactivity, audience engagement, live streams.

Введение. За последние годы стриминговые платформы заняли значимое место в цифровой среде и стали одной из популярных форм онлайн-контента. В отличие от традиционных видеосервисов, стриминг предполагает не только просмотр, но и активное участие зрителей в происходящем.

Трансляции представляют собой сочетание видеоконтента и коммуникации в реальном времени. Зрители могут не просто наблюдать за стримером, но и взаимодействовать с ним через чат и другие инструменты. Это делает стриминг более динамичным и вовлекающим форматом по сравнению с обычными видео.

На практике становится очевидно, что успех стрима зависит не только от содержания, но и от того, как именно он представлен. При большом количестве конкурирующих каналов визуальное оформление и удобство взаимодействия начинают играть всё более важную роль.

Различные элементы интерфейса — графика, уведомления, анимации — формируют общее восприятие трансляции и могут влиять на поведение зрителей [1].

Таким образом, интерес к изучению данной темы связан с необходимостью понять, какие именно элементы стрима способствуют удержанию аудитории.

В рамках данной работы использовались несколько методов исследования. Во-первых, был проведён анализ научной литературы по медиапсихологии, пользовательскому опыту и цифровым коммуникациям. Это позволило определить основные факторы, влияющие на восприятие медиаконтента и вовлечённость аудитории.

Во-вторых, применялся метод наблюдения. Были рассмотрены различные стриминговые трансляции на популярных платформах. Анализировались элементы оформления стрима, наличие интерактивных функций и активность зрителей в чате. Такой подход позволил сделать выводы о том, какие элементы чаще всего способствуют повышению вовлечённости аудитории.

Кроме того, был использован сравнительный анализ. Сравнивались стримы с минимальным визуальным оформлением и трансляции, в которых активно используются графические элементы и интерактивные инструменты. Это позволило выявить различия в активности зрителей.

Вовлечённость аудитории можно рассматривать как степень активности пользователей при взаимодействии с контентом. В контексте стриминга это проявляется не только во времени просмотра, но и в участии в чате, реакциях, оформлении подписок и других действиях.

В стриминговых сервисах вовлечённость имеет особое значение, поскольку зрители не являются пассивными наблюдателями. Они могут напрямую участвовать в процессе трансляции через чат, реакции и различные интерактивные инструменты. Таким образом, стриминг становится формой совместного медиапотребления.

а восприятие стрима влияет сразу несколько факторов. В первую очередь это особенности самого контента и поведение стримера, однако не менее важную роль играет визуальная организация трансляции и возможность взаимодействия с ней.

К ключевым факторам можно отнести:

- эмоциональную составляющую контента;
- стиль общения стримера;
- удобство визуального восприятия;
- наличие интерактивных возможностей.

Если интерфейс организован понятно, зрителю не приходится тратить усилия на то, чтобы разобраться в происходящем. Это снижает нагрузку и способствует более длительному просмотру [2].

Также большое значение имеет эффект присутствия. Он возникает в ситуациях, когда зритель ощущает себя частью происходящего. В стриминге этот эффект достигается благодаря живому общению со стримером, реакции на сообщения аудитории и использованию интерактивных элементов.

Когда пользователь впервые открывает стрим, он в первую очередь обращает внимание на его внешний вид. Даже без анализа содержания формируется общее впечатление, которое может повлиять на решение остаться или покинуть трансляцию.

К основным элементам визуального дизайна стрима относятся: графические оверлеи, рамки и панели информации, цветовая схема трансляции, расположение камеры стримера, шрифты и графические элементы, анимации и переходы.

Грамотно оформленный стрим помогает структурировать пространство экрана и сделать информацию более доступной для восприятия. Например, панели могут содержать информацию о стримере, расписании трансляций, ссылках на социальные сети и других важных данных.

Особое значение имеет цветовая схема. Цвета могут создавать определённое настроение и формировать визуальный стиль канала. Например, яркие и контрастные цвета часто используются в игровых стримах, тогда как спокойные и нейтральные оттенки характерны для образовательных или разговорных трансляций.

Композиция экрана также влияет на восприятие контента. Основной объект внимания — игровой процесс или лицо стримера — должен занимать центральную часть изображения. Дополнительные элементы должны дополнять основной контент, а не отвлекать от него.

Важно отметить, что чрезмерное количество графических элементов может ухудшать восприятие трансляции. Если экран перегружен анимациями, панелями и уведомлениями, зрителю становится сложнее сосредоточиться на содержании стрима. Поэтому при разработке дизайна важно соблюдать баланс между эстетикой и функциональностью.

Важной особенностью стриминга является возможность непосредственного взаимодействия между зрителем и автором трансляции. Это отличает его от большинства других медиаформатов.

Наиболее распространённым инструментом взаимодействия является чат. Через чат зрители могут задавать вопросы, комментировать происходящее и общаться друг с другом.

Кроме чата используются и другие интерактивные функции: опросы, голосования, уведомления о подписках и донатах, а также различные виджеты, отображающие действия зрителей на экране.

Эти элементы делают трансляцию более динамичной и создают ощущение участия в происходящем. Когда зритель видит, что его действие отражается на экране или вызывает реакцию стримера, он чувствует свою значимость.

С психологической точки зрения подобные механизмы можно рассматривать как форму положительного подкрепления. Когда зритель получает реакцию на своё сообщение или действие, у него формируется мотивация продолжать взаимодействие. Согласно исследованиям цифровых медиа, такие механизмы положительного подкрепления повышают вероятность повторного взаимодействия [3].

Наибольший эффект достигается при сочетании продуманного визуального дизайна и интерактивных инструментов. Эти два элемента дополняют друг друга и формируют целостный пользовательский опыт.

Например, уведомления о новых подписчиках или донатах могут сопровождаться анимациями, звуковыми сигналами и графическими эффектами. Такие элементы привлекают внимание и одновременно демонстрируют активность аудитории.

Однако важно учитывать, что чрезмерное использование визуальных эффектов может приводить к перегрузке интерфейса. Если уведомления появляются слишком часто или занимают большую часть экрана, они начинают мешать просмотру основного контента.

Поэтому оптимальным решением является использование умеренного количества визуальных и интерактивных элементов, которые гармонично вписываются в общий стиль трансляции.

Для более наглядного понимания влияния визуального дизайна и интерактивности был рассмотрен пример типичной игровой трансляции на платформе Twitch. Анализ проводился методом наблюдения за структурой интерфейса стрима и активностью зрителей в процессе трансляции.

Большинство современных стримов имеют схожую структуру интерфейса. Экран обычно разделён на несколько функциональных зон: основное окно игрового процесса, окно веб-камеры стримера, область отображения чата, графические панели и информационные блоки, уведомления о действиях зрителей.

Основное пространство экрана занимает игровой процесс. Именно на него направлено основное внимание аудитории. При этом окно веб-камеры стримера выполняет важную коммуникативную функцию. Оно позволяет зрителям наблюдать за эмоциями и реакциями автора трансляции, что усиливает эффект присутствия и делает общение более личным [3].

В ходе наблюдения можно отметить, что уровень активности аудитории напрямую связан с тем, как стример взаимодействует со зрителями. Если автор трансляции регулярно обращает внимание на чат, зачитывает сообщения или реагирует на них, количество сообщений заметно увеличивается.

Кроме того, было замечено, что определённые события внутри стрима вызывают кратковременные всплески активности. Например, появление уведомления о донате или подписке в большинстве случаев сопровождается ростом числа сообщений в чате. Зрители реагируют практически сразу, что создаёт эффект «оживления» трансляции.

Интересно, что подобные всплески могут вовлекать даже тех пользователей, которые до этого не проявляли активности. Это позволяет говорить о том, что интерактивные элементы выполняют не только информирующую, но и стимулирующую функцию [4].

Интересно отметить, что стримы с минимальным визуальным оформлением обычно вызывают меньший интерес у новых зрителей. Отсутствие графических элементов, информационных панелей и уведомлений делает трансляцию менее структурированной и менее привлекательной визуально. В результате пользователи могут быстрее покинуть такие стримы.

В то же время стримы с продуманным визуальным оформлением и умеренным использованием анимаций выглядят более профессионально и вызывают больше доверия у аудитории. Это способствует увеличению времени просмотра и росту числа подписчиков.

Результаты наблюдений представлены в таблице 1.

Таблица 1. Влияние элементов стрима на вовлечённость аудитории

Элемент трансляции	Описание	Возможное влияние на аудиторию
Оверлеи и панели	Графические элементы интерфейса	Помогают структурировать экран и делают стрим визуально аккуратным
Уведомления о подписках	Анимации и сообщения о действиях зрителей	Повышают активность аудитории и стимулируют повторные действия
Чат	Основной инструмент общения	Создаёт эффект живого общения и усиливает чувство сообщества
Опросы и голосования	Интерактивные функции	Позволяют зрителям участвовать в принятии решений
Реакции стримера	Ответы на сообщения аудитории	Повышают чувство значимости зрителей

Дополнительно можно отметить, что важную роль играет не только наличие интерактивных элементов, но и их визуальное оформление. В ходе наблюдения было замечено, что одинаковые по смыслу уведомления могут восприниматься зрителями по-разному в зависимости от того, как именно они представлены на экране. Например, простое текстовое сообщение привлекает меньше внимания, чем уведомление, сопровождаемое анимацией или звуковым сигналом.

Также стоит учитывать, что восприятие интерфейса стрима зависит от его целостности. Если визуальные элементы выполнены в едином стиле и не выбиваются из общей композиции, трансляция

воспринимается более профессионально. В противном случае даже при наличии интерактивных функций общее впечатление может ухудшаться, что потенциально влияет на удержание аудитории.

Заключение. В ходе выполненной работы было рассмотрено, каким образом визуальное оформление стримов и интерактивные элементы связаны с вовлечённостью аудитории. Анализ показал, что данные факторы оказывают заметное влияние на поведение зрителей и их активность в процессе трансляции.

Можно отметить, что визуальный дизайн выполняет не только эстетическую функцию, но и помогает пользователю ориентироваться в интерфейсе стрима. Чёткая структура экрана и продуманное размещение элементов упрощают восприятие информации и делают просмотр более комфортным.

Интерактивные инструменты, в свою очередь, обеспечивают обратную связь между стримером и аудиторией. Возможность участвовать в обсуждении, получать реакцию на свои действия и видеть их отображение на экране формирует у зрителей ощущение вовлечённости в происходящее.

В ходе наблюдения также было выявлено, что наибольший эффект достигается при сочетании визуальной привлекательности и активного взаимодействия. При этом важно соблюдать баланс: чрезмерное количество элементов может отвлекать, тогда как их недостаток делает трансляцию менее выразительной.

Таким образом, можно сделать вывод, что грамотное использование визуального дизайна и интерактивных функций способствует увеличению активности аудитории и формированию более устойчивого интереса к стриму.

Можно предположить, что дальнейшее изучение данной темы позволит определить более точные подходы к организации стриминговых трансляций с учётом особенностей аудитории и формата контента.

Научный руководитель: доцент Горина Е.В. SPIN-код: 7712-7376, AuthorID: 1030668

Scientific supervisor: Associate Professor Gorina E.V. SPIN-code: 7712-7376, AuthorID: 1030668

Список литературы

1. Smith J., Lee K. User engagement in live streaming platforms // Journal of Digital Media. 2022. Vol. 15. No 3. 45–58 pp.
2. Johnson P. Interactive design and user experience in streaming environments. New York: Routledge, 2021. 210 pp.
3. Brown T., Davis R. Visual communication in online media // Media Studies Review. 2023. Vol. 18. No 2. 67–79 pp.
4. Twitch Research Blog. URL: <https://blog.twitch.tv/> (дата обращения: 05.03.2026)
5. YouTube Creators Academy. URL: <https://www.youtube.com/creators/academy/> (дата обращения: 06.03.2026)

References

1. Smith J., Lee K. *User engagement in live streaming platforms* // Journal of Digital Media. 2022. Vol. 15. No 3. 45–58 pp.
2. Johnson P. *Interactive design and user experience in streaming environments*. New York: Routledge, 2021. 210 pp.
3. Brown T., Davis R. *Visual communication in online media* // Media Studies Review. 2023. Vol. 18. No 2. 67–79 pp.
4. *Twitch Research Blog*. URL: <https://blog.twitch.tv/> (дата обращения: 05.03.2026)
5. *YouTube Creators Academy*. URL: <https://www.youtube.com/creators/academy/> (дата обращения: 06.03.2026)

УДК 004.92

Д.О. Филлер, Е.Н. Дроздова

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

РАЗРАБОТКА СЮЖЕТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ИНТЕРАКТИВНОЙ НОВЕЛЛЫ В ЖАНРЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ХОРРОРА С ЭЛЕМЕНТАМИ МИСТИКИ И НЕЛИНЕЙНОГО ПОВЕСТВОВАНИЯ

© Д.О. Филлер, Е.Н. Дроздова, 2026

В статье рассматривается разработка концепции и прототипа десктопной компьютерной игры в жанре визуальной новеллы: проработка сценария, создание дизайна персонажа и настройка системы выбора игроком. Особое внимание уделяется визуальной составляющей, обеспечивающей максимальное погружение игрока в атмосферу и стилистику игры.

Ключевые слова: прототипирование, визуальная новелла, геймплей, персонажи, сценарий, интерактивное повествование

D.O. Filler, E.N. Drozdova

Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18

DEVELOPMENT OF A STORY-DRIVEN INTERACTIVE NOVEL IN THE GENRE OF PSYCHOLOGICAL HORROR WITH ELEMENTS OF MYSTICISM AND NON-LINEAR NARRATION

This article examines the development of the concept and prototype for a desktop computer game in the visual novel genre: script development, character design, and player choice system setup. Particular attention is paid to the visual component, ensuring maximum immersion in the game's atmosphere and style.

Keywords: prototyping, visual novel, gameplay, characters, script, interactive storytelling

Введение. Визуальная новелла представляет собой интерактивное произведение, в котором основным каналом подачи информации являются текст, изображение и музыка. Игровой процесс опирается на сюжет, выборы игрока и эмоциональное восприятие персонажей. Жанр возник в Японии и развивался в тесной связи с аниме-культурой, что определило характерный визуальный стиль.

Популярные визуальные новеллы формируют основу жанра и во многом определяют его современные тенденции. Многие проекты стали не только успешными играми, но и культурными феноменами, оказав значительное влияние на развитие интерактивной литературы, аниме-индустрии и методов нарративного дизайна.

Успешные визуальные новеллы объединяют в себе глубокую проработку персонажей, оригинальную и самобытную концепцию мира, четко выстроенную структуру повествования и высокую эмоциональную выразительность. Эффективные игры жанра также используют продуманные механики выбора, позволяющие игроку влиять на развитие истории, и добиваются гармоничного взаимодействия текста, визуального оформления и звуковой атмосферы. Эти особенности позволяют определить ключевые ориентиры при создании собственной визуальной новеллы: приоритет следует отдавать сильному нарративу, выразительной визуальной идентичности, осмысленному пользовательскому выбору и детальному раскрытию персонажей.

В данной статье рассматривается разработка концепции и прототипа десктопной компьютерной игры в жанре визуальной новеллы «Тени забытых писем»: проработка сценария, создание дизайна персонажа и настройка системы выбора игроком. Особое внимание уделяется визуальной составляющей, обеспечивающей максимальное погружение игрока в атмосферу и стилистику игры. Далее рассмотрим основные этапы работы над проектом [1]-[4].

1. Концепция игры

Разрабатываемая игра «Тени забытых писем» представляет собой сюжетно-ориентированную интерактивную новеллу в жанре психологического хоррора с элементами мистики и нелинейного повествования. Основной акцент сделан на раскрытие истории через диалоги, визуальные образы, символику и выборы игрока, которые напрямую влияют на развитие сюжета и формирование одной из нескольких возможных концовок.

Концепция игры строится вокруг темы памяти, вины и цены человеческих желаний. Центральным объектом повествования является старинный родовой дом, выступающий не просто локацией, а самостоятельным действующим элементом сюжета. Дом хранит в себе следы древнего ритуала, нарушившего баланс между светом и тьмой, и оказывает влияние как на окружающий город, так и на судьбы его обитателей.

Игрок принимает на себя роль главного героя — внука бывшего владельца особняка, который прибывает в дом с целью разобраться с наследством. Однако по мере продвижения по сюжету становится ясно, что истинная цель его прибытия гораздо глубже и связана с событиями прошлого, скрытыми тайнами семьи и последствиями мистического ритуала.

Ключевой особенностью концепции является моральная неоднозначность персонажей. В игре отсутствует чёткое деление на «добро» и «зло»: каждый персонаж руководствуется собственными мотивами, а предлагаемые решения зачастую требуют жертв. Таким образом, игроку предлагается не просто следовать сюжету, а самостоятельно формировать отношение к происходящему и нести ответственность за сделанный выбор.

2. Сюжетная линия и её развитие

Сюжетная линия игры выстроена по принципу нелинейного повествования и развивается поэтапно, сочетая линейные сюжетные отрезки с ключевыми точками выбора, оказывающими влияние на дальнейшее развитие истории. Повествование начинается с прибытия главного героя в родовой дом, после чего постепенно раскрываются тайны прошлого, связанные с древним ритуалом, судьбами персонажей и проклятием, распространившимся на дом и окружающий город.

Основное действие разворачивается внутри дома, который становится эпицентром мистических событий. В процессе исследования локаций игрок знакомится с ключевыми персонажами: загадочным дворецким Виктором, горничной Маргаритой, ночной гостьей Лизой и владельцем антикварной лавки Феликсом. Каждый из них связан с древним ритуалом и по-разному влияет на развитие сюжета, предлагая игроку собственную интерпретацию происходящего.

Сюжетная линия строится по принципу постепенного раскрытия тайн. Игрок находит дневники, зашифрованные записи, детские сказки и артефакты, которые проливают свет на природу проклятия, ритуал и роль семьи главного героя в этих событиях. Особое внимание уделяется символизму — зеркалам, теням, детским образам и повторяющимся мотивам, усиливающим атмосферу тревоги и неопределённости.

По мере развития истории игрок вынужден делать выборы, определяющие направление сюжета: довериться дворецкому и попытаться разрушить проклятие, пойти по пути Лизы и освободить тьму, либо принести жертву ради спасения города. Эти решения формируют одну из нескольких концовок, каждая из которых логически вытекает из предыдущих действий игрока и подчеркивает ключевую идею игры — у любого желания есть цена.

В процессе проектирования сюжета была разработана блок-схема развития сюжетной линии (рисунок 1), в которой наглядно отражена структура повествования, а также ключевые точки ветвления. Данная блок-схема демонстрирует зависимость хода событий от решений игрока и позволяет проследить, каким образом сделанные выборы приводят к различным вариантам развития сюжета и формированию альтернативных концовок.

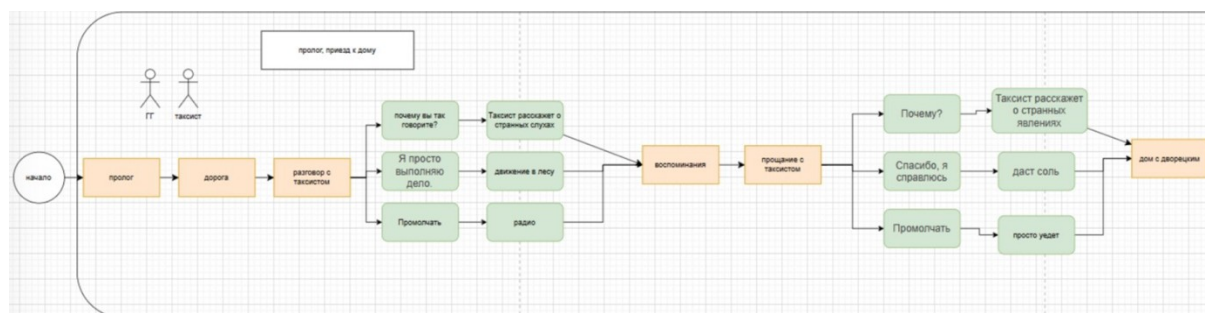


Рис. 1. Блок-схема развития сюжетной линии

Ветвление сюжета реализовано через систему диалоговых и поведенческих выборов, затрагивающих взаимодействие с ключевыми персонажами. В зависимости от степени доверия к тем или иным героям, а также от принятых решений, игрок может прийти к одной из нескольких финальных развязок, каждая из которых логически обоснована и отражает последствия его действий.

Использование блок-схемы на этапе проектирования позволило структурировать сложное нелинейное повествование, обеспечить логическую целостность сюжетных переходов и избежать противоречий между различными сюжетными ветками. Таким образом, разработанная схема является

важным инструментом при создании сюжетно-ориентированной игры и способствует более наглядному представлению логики развития истории.

Таким образом, сюжетная линия игры представляет собой многослойное повествование, в котором личная драма главного героя переплетается с мистической историей города и философским осмыслением человеческой природы, страха и ответственности за собственный выбор.

3. Разработка дизайна игры

Визуальный дизайн игры является неотъемлемой частью формирования атмосферы и художественной целостности проекта. Визуальное оформление в жанре психологического хоррора выполняет не только эстетическую функцию, но и служит инструментом повествования, помогая раскрывать характеры персонажей, усиливать напряжение и передавать эмоциональное состояние игрового мира.

Необходимо рассмотреть этапы создания визуальной составляющей игры, включая разработку концепт-артов персонажей, дизайн пользовательского интерфейса и создание фоновых иллюстраций. Все элементы визуального оформления проектировались с учётом жанровых особенностей, сюжетной направленности и технических ограничений формата визуальной новеллы, что позволило обеспечить целостное восприятие игры и поддержать её художественную и смысловую концепцию.

3.1. Создание концепт-артов персонажей

Разработка концепт-артов персонажей является важным этапом визуального проектирования игры, так как именно внешний облик героев формирует первое впечатление и усиливает эмоциональное восприятие сюжета. Персонажи создавались с учетом их характеров, роли в повествовании и связи с мистической составляющей истории.

Каждый персонаж имеет индивидуальные визуальные особенности.

Люций — главный герой. Люций — внук владельца старого дома, с которым тесно связана история игры. После смерти матери он получает завещание, в котором ему поручено разобраться с наследством и судьбой дома. Именно это задание становится отправной точкой его пути и погружения в события прошлого. Возраст героя находится в диапазоне от 18 до 30 лет, что подчёркивает его переходное состояние между юностью и взрослой жизнью (рисунок 2, а).

Внешний облик Люция отражает его молодой возраст и внутреннюю неустойчивость. На его лице заметны веснушки, придающие образу естественность, живость и лёгкую уязвимость. Черты лица мягкие, ещё не утяжелённые опытом, а взгляд часто кажется задумчивым, словно герой постоянно возвращается мыслями к воспоминаниям и несказанным словам.

В целом образ Люция построен как образ «обычного» молодого человека, оказавшегося в необычных обстоятельствах. Его внешний вид не отвлекает от сюжета, а, напротив, служит проводником в историю, позволяя игроку глубже погрузиться в атмосферу игры и прочувствовать личную, эмоциональную сторону повествования.

Виктор — дворецкий дома. Виктор — загадочный и молчаливый дворецкий, служащий в доме на протяжении многих лет. Его присутствие ощущается как неотъемлемая часть самого здания: он знает каждый коридор, каждую комнату и хранит память о событиях, давно стёртых из людских воспоминаний. Его манеры безупречны — он вежлив, сдержан и неизменно услужлив, однако за внешним спокойствием скрывается глубина, внушающая настороженность (рисунок 2, б).

Визуальный образ Виктора выстроен таким образом, чтобы с первого взгляда создавать ощущение строгости, надёжности и скрытой глубины. Его дизайн опирается на классический архетип дворецкого, однако дополняется деталями, подчёркивающими мистическую и трагическую составляющую персонажа.

В целом дизайн Виктора построен на контрасте внешнего порядка и внутренней тайны. Он не выглядит явным антагонистом или проводником истины, а скорее выступает молчаливым хранителем знаний, который направляет героя не напрямую, а через намёки и недосказанность. Его визуальный образ поддерживает эту роль, делая персонажа загадочным, запоминающимся и органично вписанным в атмосферу мистического повествования.

Лиза — ночная гостя дома. Лиза — загадочная девушка, появляющаяся исключительно в ночные часы, когда дом сбрасывает маску неподвижности и оживает (рисунок 2, в).

Визуальный образ Лизы выстроен так, чтобы создавать ощущение призрачной невинности, сочетающейся с тревожной двусмысленностью. Её дизайн опирается на образ ребёнка или юной девушки из прошлого, дополненный деталями, подчёркивающими её связь с потусторонним и трагическое происхождение персонажа.

В целом дизайн Лизы построен на ощущении двойственности: она одновременно выглядит беззащитной и опасной, вызывающей сочувствие и настороженность. Лиза не выступает однозначным антагонистом или союзником, а является эмоциональным и сюжетным катализатором, способным повлиять на выбор игрока. Её визуальный образ подчёркивает эту роль, делая персонажа загадочным, притягательным и глубоко связанным с темой утраты и запретных желаний.

Марго — горничная дома. Марго — молодая женщина около двадцати лет, служащая в доме с раннего возраста. Она является одной из самых незаметных, но при этом наиболее тревожных фигур в пространстве особняка (рисунок 2, г).

Визуальный образ Марго выстроен так, чтобы подчёркивать её уязвимость, подавленность и постоянное внутреннее напряжение. Дизайн персонажа опирается на классический образ горничной старого дома, однако в нём намеренно присутствуют элементы небрежности и излома, создающие ощущение тревожной неустроенности.

В целом дизайн Марго построен на ощущении хрупкости и скрытого страха. Она не является активным антагонистом или носителем истины, но её визуальный образ постоянно напоминает игроку о том, что дом калечит тех, кто слишком долго в нём остаётся. Марго — это тихий свидетель происходящего, чьё существование само по себе служит предупреждением.

Феликс — владелец антикварной лавки. Феликс — фигура, вызывающая настороженность с первого взгляда, человек, словно выпавший из времени и застрявший между жизнью и чем-то гораздо более древним. Он владеет антикварным магазином на окраине города — местом, куда редко заходят случайные прохожие. Его лавка больше напоминает капсулу забытых эпох: пыльные витрины, полумрак, запах ладана и старой бумаги, шёпот вещей, которые, кажется, помнят больше, чем должны. Сам Феликс органично вписан в это пространство — не как хозяин, а как его неотъемлемая часть (рисунок 2, д).

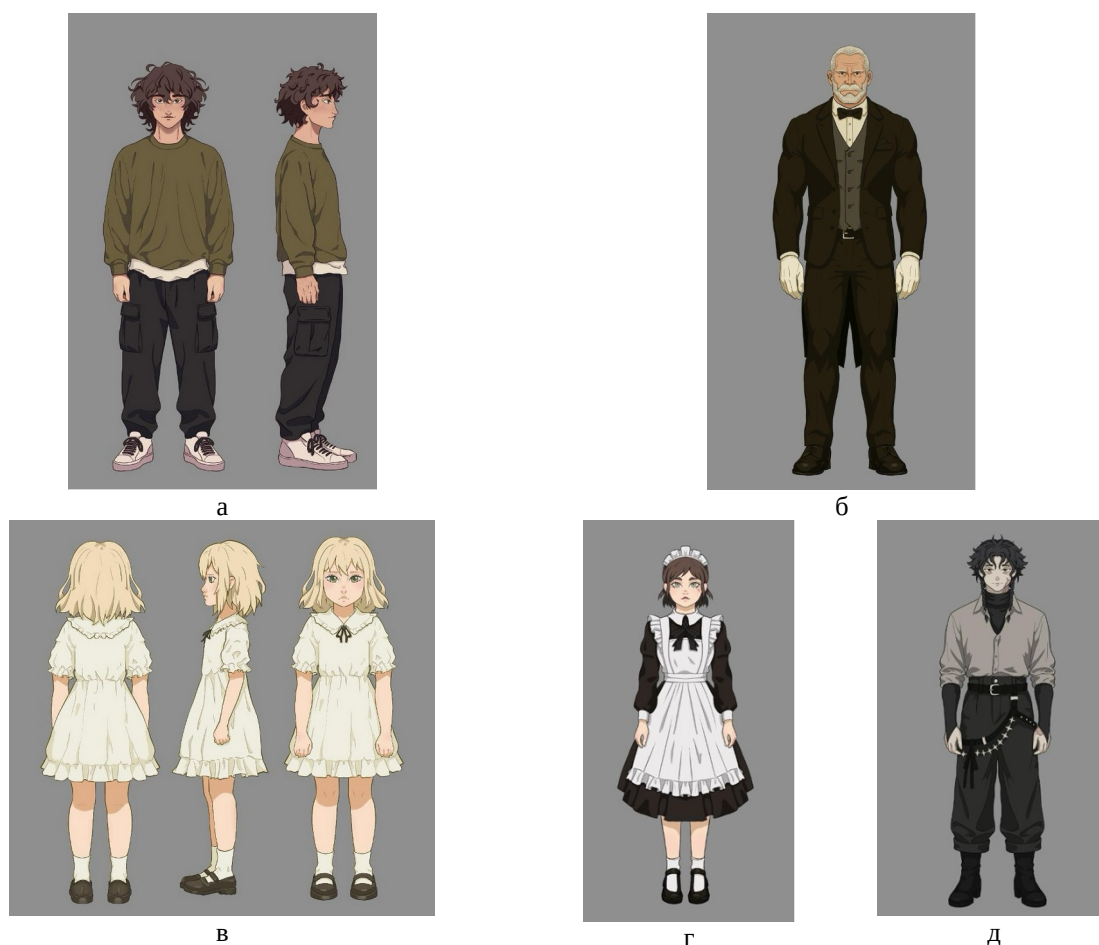


Рис. 2. Создание концепт-артов персонажей: а — концепт-дизайн главного героя; б — концепт-дизайн дворецкого Виктора; в — концепт дизайн Лизы; г — концепт-дизайн горничной Марго; д — концепт-дизайн Феликса

Визуальный образ персонажа строится на контрасте внешней собранности и внутреннего разложения. На первый взгляд Дмитрий выглядит молодым мужчиной — ровесником главного героя, — однако это ощущение быстро рушится.

В целом дизайн Феликса строится вокруг идеи разложения, замаскированного под порядок. Он не выглядит откровенным монстром, но и не внушает доверия. Его образ балансирует между союзником и антагонистом, подчёркивая ключевую роль персонажа в повествовании: Феликс — живое доказательство того, что ритуал не всегда забирает жизнь сразу. Иногда он оставляет человека жить.

Концепт-арты разрабатывались с учётом дальнейшей адаптации в формат спрайтов для визуальной новеллы, включая различные эмоции и выражения лиц, используемые в диалогах.

3.2. Создание дизайна меню и интерфейсов управления

Интерфейс игры выполнен в минималистичном стиле с акцентом на атмосферу мрачного хоррора. Основная задача интерфейса — не отвлекать игрока от повествования и поддерживать общее настроение игры. Цветовая палитра интерфейса включает тёмные, приглушённые оттенки серого, чёрного, синего и акцентный цвет — желтый.

Главное меню оформлено в виде статичного экрана с фоновым изображением открытой двери, в которой виднеется силуэт главного героя, от главного героя на пол падает искаженная тень, отсылающая на зловещий сюжет игры.

Для главного меню было создано три изображения: фон главного меню с названием игры, кнопки главного экрана в спокойном состоянии, кнопки главного экрана, когда на них наведена мышка. Чтобы изображения с кнопками работали и могли переносить игрока на другие экраны, в коде были прописаны координаты, размер кнопок, а также на какой следующий экран они ведут (рисунок 3).

```
tag menu
imagemap:
    ground "gui/main_menu.png"
    idle "gui/menu_normal.png"
    hover "gui/menu_hover.png"

    hotspot(300,313,256,121) action Start() #начать
    hotspot(255,447,346,121) action ShowMenu("load") #загрузить
    hotspot(255,581,350,121) action ShowMenu("preferences") #настройки
    hotspot(280,715,296,121) action ShowMenu("about") #об игре
    hotspot(280,849,296,121) action Quit(confirm=True) #выход
    hotspot(1712,973,200,101) action ShowMenu("help") #помощь
```

Рис. 3. Код оформления главного экрана

Кнопки начала игры, загрузки, настроек и выхода — написаны стилизованными шрифтами «beer money» и «Ustroke». Таким образом, главный экран получился сдержанным и отражает ключевую тематику и стилистику данной игры (рисунок 4, а).

Текстовое окно диалогов выполнено полупрозрачным, что позволяет видеть фоновые изображения и сохранять ощущение присутствия внутри игрового мира (рисунок 4, б).

3.3. Разработка иллюстраций

Фоновые иллюстрации играют ключевую роль в создании атмосферы визуальной новеллы. Все иллюстрации выполнены в едином художественном стиле с использованием приглушённых цветов, мягких теней и эффекта зернистости. Особое внимание уделялось деталям: трещины на стенах, старые фотографии, пыльные предметы интерьера и искажённые отражения в зеркалах. Эти элементы служат не только декоративной функцией, но и участвуют в повествовании, намекая игроку на прошлые события и скрытые угрозы.

Большая часть изображений создавалась с помощью искусственного интеллекта, а в последствии дорабатывались. Ключевой проблемой была задача придерживаться единого стиля изображений, чтобы игра смотрелась гармонично. Для этого при отправке запроса чату GPT отправлялся пример рисовки сцен, нарисованный человеком. Таким образом ИИ создавал изображения достаточно схожие в стилистике.

Однако в некоторых случаях необходимо было дополнительно вручную редактировать изображения. К примеру, в одной из первых сцен рядом с дорогой должна находиться табличка с подписью города, однако ИИ либо убирал подпись, либо писал с ошибками, либо и вовсе обрезал табличку (рисунок 4, в).

В связи с этим было принято решение по отдельности сгенерировать изображения дороги и таблички, а в последствии объединить их (рисунок 4, г).

Таким образом было сгенерировано более 50 изображений, которые впоследствии редактировались или объединялись в полноценно новое изображение.



Рис. 4. Разработка дизайна игры и иллюстраций: а — главный экран игры; б — диалоговое окно игры; в — пример неудачной генерации изображения; г — результат ручной обработки двух изображений

3.4. Подбор звукового сопровождения

Звуковое сопровождение является важным компонентом формирования атмосферы психологического хоррора. В игре используются фоновые музыкальные композиции, эмбиент-звуки и звуковые эффекты, усиливающие напряжение и эмоциональное воздействие.

Музыка подбиралась с упором на минимализм: медленные мелодии, гулкие басы, приглушённые шумы и редкие акценты. В ключевые моменты повествования применяется тишина как художественный приём, усиливающий ощущение тревоги.

Звуковые эффекты включают скрипы полов, шаги в пустых коридорах, шёпот, ветер, шум листвы и неясные звуки, происхождение которых остаётся неочевидным. Впоследствии планируется запись озвучки речи всех персонажей, чтобы лучше погружать игрока в сюжет игры и в атмосферу мистики.

Таким образом, звуковое сопровождение дополняет визуальную и сюжетную составляющие игры, создавая целостный и эмоционально насыщенный игровой опыт.

Заключение. Таким образом, рассмотрена разработка компьютерной игры «Тени забытых писем» на этапе создания прототипа. В рамках статьи последовательно описаны ключевые этапы реализации проекта: формирование концепции и сюжетной линии, проектирование нелинейного повествования, разработка визуального стиля, дизайн персонажей, интерфейсов и фоновых иллюстраций, а также подбор звукового сопровождения. Особое внимание уделялось созданию целостной атмосферы психологического хоррора, в которой визуальные, сюжетные и аудиальные элементы работают как единое средство повествования.

В ходе работы была сформирована основная концепция игры как сюжетно-ориентированной интерактивной новеллы с элементами мистики и морального выбора. Разработанная сюжетная линия основана на теме памяти, вины и ответственности за собственные решения и реализована в формате нелинейного повествования с использованием блок-схемы, позволяющей наглядно отразить точки ветвления и зависимость событий от выбора игрока. Это позволило заложить фундамент для дальнейшего расширения истории и создания альтернативных развязок.

Визуальная часть игры спроектирована с учётом жанровых особенностей и художественной концепции проекта. Создание концепт-артов ключевых персонажей позволило подчеркнуть их характеры, внутренние конфликты и связь с мистическим прошлым дома. Дизайн интерфейса выполнен в минималистичном стиле и направлен на поддержание атмосферы тревоги без отвлечения от основного повествования. Фоновые иллюстрации, в том числе созданные с использованием искусственного интеллекта и доработанные вручную, дополняют сюжет, выступая не только как визуальный фон, но и как элемент повествовательной среды.

Звуковое сопровождение подобрано с акцентом на минимализм и эмоциональное воздействие, что усиливает напряжение и погружение игрока в происходящее. Использование эмбиент-звуков,

тишины и ненавязчивых музыкальных композиций способствует формированию цельного атмосферного опыта.

Таким образом, полученный результат подтверждает, что разработка визуальной новеллы требует комплексного подхода, объединяющего гейм-дизайн, сценарное проектирование, художественное оформление и техническую реализацию. Выполненная работа имеет практическую значимость и может служить основой для дальнейшего развития проекта, расширения функционала игры, углубления сюжета и последующего выпуска полноценного коммерческого продукта. Готовый проект представлен в рамках выставки студенческих работ по геймдизайну, с которой можно ознакомиться по ссылке https://vk.ru/hspm_game_expo

Важно отметить, что поскольку данная работа была направлена на разработку прототипа игры, в рамках проекта был создан только пролог, демонстрирующий основные механики, визуальный стиль и подход к повествованию. В дальнейшем планируется разработка ещё семи глав, которые расширят сюжет, углубят раскрытие персонажей и приведут игрока к четырём различным концовкам, формируемым на основе принятых им решений.

Список литературы

1. *Исбистер К.* Эмоции в играх: как создавать сильные переживания. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. 192 с.
2. *Джастин Г.* Думай как гейм-дизайнер. Творческое мышление и эффективное управление игровым проектом. Москва: Эксмо, 2024. 224 с.
3. *Шейнин А.В.* Психология игрового взаимодействия: от вовлечения до удержания. М.: ИНФРА-М, 2022. 215 с.
4. Прототипирование в геймдеве. URL: <https://spiii.github.io/blog/2537188794> (дата обращения: 15.03.2026)

References

1. *Isbister K.* *Emotsii v igrakh: kak sozdavat' sil'nyye perezhivaniya.* [Emotions in Games: How to Create Strong Experiences]. Moscow. Mann, Ivanov and Ferber, 2017. 192 pp. (in Rus.)
2. *Justin G.* *Dumay kak geym-dizayner. Tvorcheskoye myshleniye i effektivnoye upravleniye igrovym proyektom.* [Think Like a Game Designer: Creative Thinking and Effective Game Project Management]. Moscow. Eksmo, 2024. 224 pp. (in Rus.)
3. *Sheynin A.V.* *Psikhologiya igrovogo vzaimodeystviya: ot vovlecheniya do uderzhaniya.* [Psychology of gaming interaction: from involvement to retention]. Moscow. INFRA-M, 2022. 215 pp. (in Rus.)
4. *Prototipirovanie v gejmdeve.* URL: <https://spiii.github.io/blog/2537188794>[Prototyping in Game Design]. (date accessed: 15.03.2026)

УДК 655.53

Чибисова Дарья ВадимовнаSaint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18**ОСОБЕННОСТИ ВЕРСТКИ НАУЧНЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗДАНИЙ**

В статье представлен анализ особенностей издательской и верстальной практики двух рецензируемых научных журналов «Академический вестник», «Педагогика» и «Образование и наука». Основное внимание уделено унификации оформления в соответствии с требованиями действующих ГОСТ (Р 7.0.4–2020, Р 7.0.100–2018), а также типографским решениям, обеспечивающим научную строгость и визуальную читаемость изданий. Подробно рассмотрены элементы макета: обложка, нумерация, титульный лист, оглавление, структура статьи, оформление списков литературы, таблиц и иллюстраций, а также организация двуязычного (русский/английский) представления информации. Анализ демонстрирует высокий уровень стандартизации издательских процессов, способствующий повышению качества научной коммуникации и соответствию международным требованиям к академическим публикациям.

Ключевые слова: научный журнал, верстка, ГОСТ, издательская практика, «Академический вестник», «Непрерывное образование», двуязычие, научная статья, типографское оформление, педагогическое образование.

Chibisova Daria VadimovnaSaint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design
191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18**FEATURES OF THE COMPILATION OF SCIENTIFIC PERIODICALS**

This article presents an analysis of the publishing and layout practices of two peer-reviewed scientific journals: Academic Herald, Pedagogy, and Education and Science. The focus is on standardizing design in accordance with the requirements of current GOST standards (R 7.0.4–2020, R 7.0.100–2018), as well as typographic solutions that ensure the scientific rigor and visual legibility of the publications. Layout elements are examined in detail: cover, numbering, title page, table of contents, article structure, formatting of references, tables, and illustrations, as well as the organization of bilingual (Russian/English) presentation of information. The analysis demonstrates a high level of standardization of publishing processes, which contributes to improving the quality of scientific communication and compliance with international requirements for academic publications.

Keywords: scientific journal, layout, GOST, publishing practice, Academic Bulletin, Continuous Education, bilingualism, scientific article, typographic design, teacher education.

Научные периодические журналы играют ключевую роль в развитии и распространении научного знания, выполняя функции как средства коммуникации между исследователями, так и функцию механизма проверки и оценки научных результатов. С момента появления первых академических изданий в XVII веке научная периодика стала основным каналом публикации оригинальных исследований, обзоров, методологических разработок и теоретических концепций. Современная система научных публикаций основана на принципах рецензирования, прозрачности, воспроизводимости и академической строгости, что обеспечивает доверие к публикуемым данным и способствует накоплению достоверного знания.

В современном мире научные журналы охватывают практически все области знаний, как гуманитарные, так и технические. Издания существуют в разнообразных форматах: от традиционных печатных изданий до полностью цифровых платформ с открытым доступом (Open Access). Роль в академической карьере, оценке научных достижений и формировании научной повестки делает их неотъемлемым элементом научной инфраструктуры. В данном контексте публикация в рецензируемом журнале представляет собой не только завершение исследовательского цикла, но и вклад в коллективный диалог научного сообщества.

Цель данной работы заключается в выявлении специфики научных журналов, особенностей и технических нюансов их оформления. Актуальность работы обусловлена необходимостью поддержания уровня оформления отечественных научных журналов в условиях цифровизации, внедрения в работу искусственного интеллекта и для глобальной доступности и интеграции в мировое научное и деловое

сообщество. Профессиональная верстка влияет на читаемость, восприятие и цитируемость публикаций, а также на соответствие требованиям индексирующих баз.

Научные издания представляют собой особый тип публикаций, ориентированных на распространение новых знаний, полученных в результате систематического исследования. Одной из их ключевых черт является обязательная процедура рецензирования, при которой рукопись оценивается независимыми экспертами в соответствующей области, что обеспечивает достоверность выводов и соответствие методологическим стандартам. Структура научных статей, как правило, следует устоявшемуся формату — введение, методы, результаты и обсуждение (IMRaD), — что позволяет читателю последовательно проследить логику исследования, от постановки проблемы до интерпретации данных. Особое внимание уделяется объективности изложения: авторы стремятся минимизировать субъективные оценки, опираясь на эмпирические данные, статистический анализ и чёткое описание методологии, чтобы другие исследователи могли воспроизвести эксперимент. Научные тексты насыщены ссылками на предшествующие работы, что подчёркивает их встроенность в академический диалог и позволяет отслеживать развитие идей. Язык таких изданий отличается точностью и специализированностью, часто включая терминологию, понятную узкому кругу специалистов. Не менее важны этические нормы — соблюдение авторских прав, указание всех соавторов, раскрытие конфликта интересов и отказ от фальсификации данных. В совокупности эти черты формируют основу научной коммуникации, направленной на накопление проверяемого и критически осмысленного знания.

Верстка периодических научных изданий представляет собой совокупность типографских, структурных и композиционных решений, направленных на четкое, логичное и эстетически выдержанное представление научного знания. В отличие от художественных или публицистических текстов, научная верстка подчинена строгим нормативным требованиям, включающим единообразие оформления, соблюдение государственных и отраслевых стандартов (в частности, ГОСТ Р 7.0.100–2018), а также принципы академической ясности и функциональности. Макет научного журнала должен обеспечивать удобство навигации, читаемость текста, корректное отображение формул, таблиц, иллюстраций и библиографических ссылок, а также поддерживать узнаваемость издания через устойчивую визуальную идентичность.

Современные тенденции в верстке научных журналов всё больше ориентируются на цифровые форматы и требования международных баз данных (РИНЦ, Scopus, Web of Science) [1,2]. Это влечет за собой необходимость адаптации макета под онлайн-публикацию, обеспечение доступности контента (в том числе для пользователей с ограниченными возможностями), а также соответствие принципам открытой науки (Open Science). При этом сохраняется баланс между традиционными академическими нормами и инновационными подходами к визуализации знаний: использование адаптивных шрифтов, модульных сеток, минималистичного дизайна и семантической разметки. Таким образом, верстка выступает не только как технический этап издательского процесса, но и как важный элемент научной коммуникации, влияющий на восприятие, достоверность и цитируемость публикуемых материалов.

Структура научной статьи включает:

Обязательные элементы:

- автор(ы) и название статьи;
- основной текст (обычно по схеме: введение, методы, результаты, обсуждение, заключение);
- список литературы;
- аннотация и ключевые;
- сведения об авторах, которые заранее требует редакция.

Факультативные (но часто требуемые) элементы:

- иллюстрации (рисунки, таблицы, схемы) — включаются по необходимости, при наличии нумеруются и снабжаются подписями;
- дополнительные разделы: благодарности, колонка, финансирование — зависят от требований журнала.

Далее мы рассмотрим три научных периодических журнала – «Академический вестник», «Педагогика», «Образование и наука», издаваемых издательством Санкт-Петербургской академии постдипломного педагогического образования имени К.Д. Ушинского [3], и проанализируем используемые в каждом издании приемы и способы оформления обязательных элементов с целью выявления особенностей верстки научных периодических изданий. Публикации во всех этих журналах имеют общую тематику, что позволяет нам проводить их сравнительный анализ.

В журналах «Академический вестник» и «Образование и наука» каждый год меняется основной цвет обложки. Во всех журналах каждая отдельная статья размещается с новой страницы. Сам текст статьи верстается в две колонки или в одну, заголовки выделяются полужирным, в начале статьи приводится информация об авторах, аннотация, ключевые слова отделяются от основного текста, используется строгое оформление. Имеющиеся иллюстрации могут размещаться как в одной полосе, так

и быть двух полосными в зависимости от размера, то же самое правила применяется к вставке таблиц и схем. В тоже же время каждый журнал имеет свои нюансы и оригинальные решения.

Так, особенностью журнала «Академический вестник» является оформление содержания, которое представляет собой разворот, где слева содержание на русском, а справа текст дублируется на английском. Каждый заголовок первого уровня отделяют сверху и снизу две линии, что является декоративным элементом и служит для разделения разделов (рис. 1).

СОДЕРЖАНИЕ	CONTENTS
КОЛОНКА РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА	EDITORIAL BOARD COLUMN
Абдулова О.А. Естественно-научное и инженерное предпрофессиональное образование: от идеи к реализации 4	Abdulova O. Natural science and engineering pre-vocational education: from idea to implementation 4
КОНЦЕПТУАЛИЗАЦИЯ ОПЫТА ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	CONCEPTUALIZATION OF THE PRE-VOCATIONAL EDUCATION EXPERIENCE
Милова И.В. Конкурс методических разработок как ресурс для концептуализации опыта предпрофессионального образования в инженерных и естественно-научных классах 6	Milova I.B. Contest of methodological developments as a resource for conceptualization of the experience in pre-vocational education in engineering and natural science classes 6
ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КЛАССАХ	EDUCATIONAL ACTIVITIES IN PRE-SPECIALIZED PRE-VOCATIONAL CLASSES
Максимов О.В., Богаринцев С.Г., Колос А.А., Белогорова А.Д. Модель организации учебной деятельности в предпрофессиональном авиационном классе с использованием ресурсов сетевой взаимодействия 12	Maximova O.V., Bogarintsev S.G., Kolos A.A., Belogorova A.D. Model for training activities set up in a specialized pre-vocational aviation class with the use of network interaction 12
Федорова Л.А., Матина Г.О., Вайц К.С. Модель комплексной среды профессионального самоопределения учащихся основной школы 19	Fedorova L.A., Matina G.O., Weitz K.S. Model of the complex environment for basic school students' professional self-determination 19
Сергеев В.А., Митяшечкина М.И., Кривиль С.С., Мышканы О.С. «Студия Цифры» как эффективная педагогическая практика организации инженерного творчества учащихся в основной школе 24	Sergeev V.A., Mityashchikina M.I., Krivil S.S., Myshkany O.S. "Studio Figures" as an effective pedagogical practice of engineering creativity organization for students in the basic school 24
Пойдыкин С.В. Программа внеурочной деятельности «Интеллектуальные энергетические системы» 29	Poydykin S.V. Extracurricular Activities Program "Intelligent Energy Systems" 29
ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА В ПРОФИЛЬНЫХ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХ КЛАССАХ	PRE-VOCATIONAL TRAINING IN SPECIALIZED SCIENCE CLASSES
Радчишевский Д.Ю. Программа дополнительного образования «Агробиология» как ресурс предпрофессионального обучения в аграрном классе 33	Radchishevsky D.Yu. Program of additional education "Agrobology" as a resource for pre-vocational training in the agricultural class 33
Поповичев Н.В., Семилетова Л.В. Элективные курсы естественно-научной направленности как продолжение предпрофессионального обучения старших классов 39	Popovichev N.V., Semiletova L.V. Elective courses of natural-scientific orientation as a pre-occupations of pre-vocational training for high school students 39
Болордойе Е.А., Левашинев Т.А., Румянцевичев А.А. Особенности проектирования учебно-методических материалов для медицинской предпрофессиональной подготовки учащихся 45	Bolordoye E.A., Levashinev T.A., Rumyantsevich A.A. Peculiarities of the teaching materials design for pre-vocational medical training of students 45
Рябово С.С., Юдина Т.А., Дятловский Е.В., Чалышев Е.Н. Особенности сетевой формы реализации программы дополнительного образования «Живая лаборатория» 50	Ryabovo S.S., Yudina T.A., Dyatlovskiy E.V., Chalyshev E.N. Features of the network form of implementation of the additional educational program "Living Laboratory" 50
ДИДАКТИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТАРИИ ШКОЛЬНОГО ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	DIDACTIC TOOLS OF THE SCHOOL PRE-VOCATIONAL EDUCATION
Корень Е.И., Марзалова Е.С., Боброва А.Н., Русина А.А. Учебно-методический комплект внеурочного учебного курса предпрофессиональной направленности «Введение в неэвклидову геометрию» 55	Koren E.I., Marzalova E.S., Bobrova A.N., Rusina A.A. Educational and methodological set of the extracurricular training course of pre-vocational orientation "Introduction to descriptive geometry" 55
Ву О.В. Профессионально ориентированное обучение физике в профильном предпрофессиональном инженерном классе 61	Vu O.V. Professionally oriented physical education in the field of pre-vocational engineering class 61
Филиппов А.А. «Компьютерная энциклопедия "Технологии мультимедиа"» как дидактическое средство при реализации курсов предпрофессионального направления в IT-сфере 66	Philippov A.A. "Computer encyclopedia "Multimedia Technology" as a didactic tool in the implementation of pre-vocational courses in the field of information technologies 66
Чалышев Е.Н., Юдина Т.А., Слободан А.В. Педагогические возможности цифрового ресурса методической поддержки проведения уроков «Экологические проекты: активное участие учащихся в сохранении природы» 70	Chalyshev E.N., Yudina T.A., Slobodan A.V. Pedagogical abilities of the methodological digital resource "Environmental projects: active participation of students in nature preservation" 70
ПРАКТИКА ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СТАРШЕКЛАССНИКОВ	PRACTICES OF PRE-VOCATIONAL TRAINING FOR HIGH SCHOOL STUDENTS
Герасимов Т.А., Искропанова Е.В. Образовательная практика «Дизайн как профессия» в позиции предпрофессионального саморегулирования учащихся 75	Gerasimov T.A., Iskopanova E.V. Educational practice "Design as a Profession" from the position of pre-vocational self-determination of students 75
Галева Е.А., Савина А.В. Профессиональные пробы «IT-PRO» как эффективный способ организации профориентационной работы 81	Galeva E.A., Savina A.V. Professional tests "IT-PRO" as an effective way to organize career guidance 81
Чалышев Е.Н., Юдина Т.А., Слободан А.В., Милова И.В. Профессиональная проба «Создание и реализация лечебного препарата из барбариса» как инструмент предпрофессиональной подготовки будущего фармацевта 85	Chalyshev E.N., Yudina T.A., Slobodan A.V., Milova I.B. Professional trial "Creation and Implementation of the Medicinal Product from Marigold" as a pre-vocational training tool for the future pharmacist 85
Петровичев С.В., Юшков А.И., Басин Д.Е., Юдовичев А.И. Модель каскадной организации процесса профориентации естественно-научной направленности учащихся 91	Petrovichev S.V., Yushkov A.I., Basin D.E., Yudovichev A.I. Model of a cascade organization of the vocational guidance process for students training in natural science 91
Обуловский А.С. Организационная модель предпрофессионального обучения как основа развития образовательной среды лицея 96	Obulovskiy A.S. Organizational model of pre-vocational training as the basis for the development of the educational environment of the lyceum 96
Полухарова В.В., Пушкова О.В. STEM-семинар для учащихся старших классов естественно-научного направления 102	Polukharova V.V., Pushkova O.V. STEM-seminar for high school students of natural sciences classes 102
К ВОСЬМИ ЛЕТИЮ ВЕЛИКОЙ ПОВЕЛИ	ON THE 80th ANNIVERSARY OF THE GREAT VICTORY
Яковлев Т.Г. Неизвестные страницы: работа кафедры физики ЛПУУ в годы Великой Отечественной войны 106	Yakovlev G. Unknown pages: how Leningrad State University's Department of Physics worked during the Great Patriotic War 106

Рис. 1. Разворот содержания в журнале «Академический вестник»

Каждая статья в журнале размещается с новой страницы. Название раздела, заголовки статьи, информация об авторах, аннотация, ключевые слова дублируются на английском языке. Основной текст набран в две колонки с абзачными отступами, что поддерживает четкую структуру без нарушения строгой композиции. Верстка в две колонки является частым явлением для научных периодических изданий. В справочно-поисковом аппарате присутствуют колоннотитулы с разделом, названием статьи и его автором. Иллюстрации размещаются в две или в одну колонку (рисунок 2). Обложка издания имеет устоявшийся дизайн, однако, издательство придерживается принципа «один год – один цвет» при выборе цветового оформления.



Рис.1. Инфографика «Пищевая зависимость»

Использование готовой инфографики в ходе проведения занятия и выполнения задания способствует развитию таких элементов компетенций ЕНГ, как:

- преобразовывать одну форму представления данных в другую;
- анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы;

Рис. 2. Оформление иллюстраций в журнале «Академический вестник»

Выбранный издательством способ размещения каждой отдельной публикации имеет как свои преимущества, так и недостатки. С одной стороны, расточительность сырья, что проявляется в больших отступах, полях, перевод на английский язык во многих случаях мог бы поместиться на одну страницу с обязательными сведениями о статье, но этим пренебрегли. С другой стороны возникает сложная навигация в издании из-за растянутых обязательных сведений, которые постоянно начинаются с новой страницы, не понятно, когда начинается текст статьи.

Из особенностей технического оформления научно-теоретического журнала «Педагогика» Российской академии образования, входящего в перечень ВАК, можно выделить наличие оригинальных колонтитулов. В верхнем колонтитуле четной страницы указаны название и номер журнала (в русскоязычном и англоязычном вариантах), в верхнем колонтитуле нечетной страницы — название рубрики первого уровня, что существенно облегчает навигацию в издании. Также оригинальным способом отделен номер страницы.

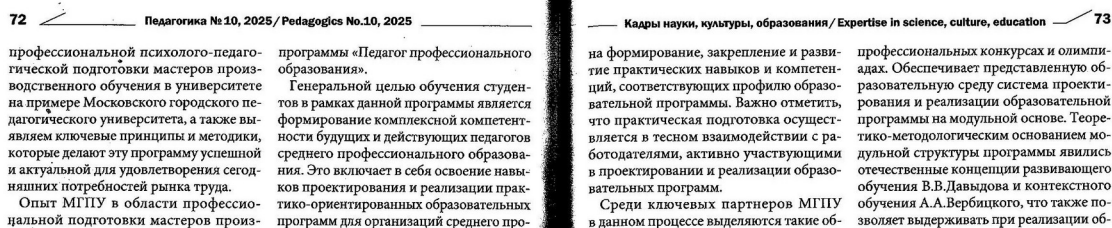


Рис. 4. Журнал «Педагогика»

Набор статей в журнале осуществляется классическим для научных журналов способом — в две колонки. Стоит отметить, что формат издания 70x100/16 практически полностью занят текстом из-за несоразмерно мелких полей. Таким образом, издатели решают проблему излишних растрат на сырье, но делают чтение некомфортным из-за слишком длинной строки (в случаях, когда текст располагается на всю ширину набора) и невозможности держать книгу в руках так, чтобы не закрывать текст. По той же причине верстка выглядит громоздкой, не хватает «воздуха» в общей композиции издания [4]. Увеличение размеров полей и отступов сделает чтение более удобным для восприятия. Недостатком журнала является отсутствие рисунков и графиков, которые бы наглядно демонстрировали сложную научную информацию.

С первой страницы журнала «Образование и наука» читатель видит выпускные сведения, как правило, в них есть редакционная коллегия с перечислением инициалов и фамилий состава коллегии. В этом случае редакция приняла решение вынести редакционную коллегия в отдельный раздел и прописать научные регалии, должность, место работы и контакт каждого члена коллегии, что является особенностью данного периодического издания. Раздел дублируется на английском языке.

Переходя к основному тексту, читатель может выявить следующую особенность — наличие колонтитулов: в верхнем указываются авторы и название статьи, а в нижнем библиографическая ссылка на данное издание. В целом, стоит отметить удобное выделение текста — разделы, названия статей, авторы выделяются полужирным шрифтом. Из стандартного оформления выделяется правило написания названия таблиц на двух языках. Такое решение, принятое редакцией, встречается редко.

Проведенный анализ трех педагогических журналов выявил как общие стандарты научной верстки, так и специфические решения, влияющие на качество восприятия материала.

Все издания придерживаются базовых норм: статьи начинаются с новой страницы, обязательное наличие и оформление данных об авторах, оформление списка литературы по ГОСТ, наличие колонтитулов для навигации в журнале. Однако выявлены существенные различия в верстке:

- «Академический вестник» применяет двуязычное содержание русский/английский на развороте или одно странице. Декоративные разделительные линии под заголовками, но избыточные поля и дублирование информации на английском влекут неоправданно большой расход сырья.

- «Педагогика» демонстрирует противоположную проблему: минимальные поля формата 70x100/16 создают композицию без «воздуха», что затрудняет чтение, а отсутствие иллюстраций ограничивает доступность информации.

- «Образование и наука» выделяется расширенным представлением редакционной коллегии с полными регалиями и двуязычными подписями к таблицам, но требует оптимизации навигации.

Качество верстки напрямую влияет на читаемость и цитируемость. Для повышения конкурентоспособности отечественных журналов необходимо найти баланс между экономичностью (как в «Педагогике») и эргономикой (увеличение полей), а также интегрировать визуальные элементы без ущерба для структурной строгости. Автоматизация процессов (например, скрипт DoTextOk в InDesign для устранения пустых абзацев, избыточных пробелов, принудительных переносов, кавычек и других

ошибок набора) и адаптация под цифровые форматы станут решающими факторами интеграции российских изданий в мировое научное пространство.

Научный руководитель: доцент кафедры высшей математики и информатики, кандидат физико-математических наук, доцент, Жихарева Алена Аркадьевна

Список литературы

1. Мильчин А. Э. Методика редактирования текста. – Москва : Логос, 2005. – 524 с.
2. Охапкин С. И., Куликова А. В., Кайгородцева Е. В., Гладких Е. О. Подготовка рукописи к изданию: учебно-методическое пособие. – Киров : ФГБОУ ВПО «ВятГУ», 2013. – 42 с.
3. Информационно-образовательный портал СПб АППО имени К. Д. Ушинского. URL: <https://spbappo.ru/?ysclid=mj19b8ztl1603504282> (дата обращения: 27.03.2026).
4. Гиленсон П. Г. Справочник художественного и технического редакторов. – Москва : Книга, 1988. – 528 с.

References

1. Milchin A.E. Metodika redaktirovaniya teksta [Methods of text editing]. Moscow: Logos, 2005. 524 p. (in Rus.).
2. Okhapkin S.I., Kulikova A.V., Kaigorodtseva E.V., Gladkikh E.O. Podgotovka rukopisi k izdaniyu: uchebno-metodicheskoe posobie [Preparation of a manuscript for publication: educational and methodological guide]. Kirov: FGBOU VPO «VyatGU», 2013. 42 p. (in Rus.).
3. Informatsionno-obrazovatel'nyi portal SPb APPO imeni K.D. Ushinskogo [Information and educational portal of SPb APPO named after K.D. Ushinsky]. URL: <https://spbappo.ru/?ysclid=mj19b8ztl1603504282> (date accessed: 27.03.2026). (in Rus.).
4. Gilenson P.G. Spravochnik khudozhestvennogo i tekhnicheskogo redaktorov [Handbook of artistic and technical editors]. Moscow: Kniga, 1988. 528 p. (in Rus.).

УДК 658.89

Е. М. Шадрин, Е.В. Горина

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна 191186, Санкт-Петербург, Большая Морская, 18

ВЛИЯНИЕ ДИЗАЙНА НА ПОВЕДЕНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА

© Е. М. Шадрин, Е.В. Горина 2026

В статье рассматривается влияние элементов UI/UX дизайна на поведение пользователей и конверсию интернет-магазинов. Анализируется разрыв между теоретическим пониманием значимости дизайна и его практической оптимизацией. В качестве методов исследования использованы количественное анкетирование (91 респондент) и поведенческая аналитика с помощью ИИ-сервиса Attention Insight. Проведено сравнительное исследование дизайна популярных маркетплейсов (Ozon, Wildberries, DNS). Выявлено, что удобство навигации является критическим фактором, а показатели ясности интерфейса на страницах категорий остаются низкими у всех анализируемых платформ.

Ключевые слова: дизайн, пользовательский опыт, электронная коммерция, поведенческая аналитика, Attention Insight, конверсия.

E. M. Shadrin, E.V. Gorina

Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design 191186, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya, 18

INFLUENCE OF DESIGN ON USER BEHAVIOR IN AN ONLINE STORE

The article examines the influence of UI/UX design elements on user behavior and conversion in online stores. The gap between the theoretical understanding of the importance of design and its practical optimization is analyzed. Quantitative surveying (91 respondents) and behavioral analytics using the AI service Attention Insight were used as research methods. A comparative study of the design of popular marketplaces (Ozon, Wildberries, DNS) was conducted. It was revealed that navigation convenience is a critical factor, and interface clarity scores on category pages remain low across all analyzed platforms.

Keywords: design, user experience, e-commerce, behavioral analytics, Attention Insight, conversion.

Современная экономика характеризуется высокой конкуренцией на рынке электронной коммерции. В условиях, когда пользователи имеют быстрый доступ к тысячам онлайн-магазинов, ключевую роль в удержании их внимания и стимулировании к совершению покупки играет не только ценовая политика и ассортимент, но и качество пользовательского опыта (UX). Согласно данным Google Think with Google, качество взаимодействия с цифровым продуктом становится определяющим фактором лояльности, так как пользователи привыкли к высоким стандартам, заданным технологическими гигантами [1]. Дизайн интернет-магазина перестал быть просто эстетической составляющей и стал инструментом управления поведением. Продуманная навигация, визуальная иерархия и расположение элементов призыва к действию (CTA) напрямую влияют на способность посетителя совершить целевое действие.

Эволюция интернет-магазинов прошла несколько качественно различных этапов: от статичных цифровых каталогов 1990-х годов до современных экосистем, интегрирующих инструменты предиктивной аналитики. На современном этапе мобильный шоппинг становится доминирующей моделью потребления. Экономическая ценность качественного пользовательского опыта подтверждается исследованиями: каждый доллар, вложенный в UX, приносит от 2 до 100 долларов дохода. Однако на практике сохраняется разрыв между теоретическим пониманием значимости дизайна и его эмпирически обоснованной оптимизацией. Многие разработчики руководствуются субъективными предпочтениями, что приводит к созданию продуктов со скрытыми барьерами. Как отмечает Алан Купер, проектирование взаимодействия должно базироваться на целях пользователя, а не на технических возможностях платформы [2].

Цель данной работы — выявить и систематизировать ключевые элементы дизайна интернет-магазинов, оказывающие значимое влияние на поведение пользователей. Для достижения цели была реализована двухэтапная исследовательская работа, сочетающая количественный опрос и инструменты поведенческой аналитики. Такой подход позволяет преодолеть ограничения каждого из методов и получить всесторонние данные, сопоставляя вербальные предпочтения пользователей с их реальными действиями. Исходной гипотезой исследования выступает предположение о существовании статистически значимых взаимосвязей между субъективными оценками пользователей и их объективным поведением.

На первом этапе было проведено онлайн-анкетирование, в котором приняли участие 91 респондент. Распространение происходило через социальные сети, портал студентов СПбГУПТД и тематические сообщества, что позволило охватить аудиторию, имеющую опыт онлайн-покупок. Анкета состояла из 15 вопросов, сочетающих различные форматы:

– Закрытые вопросы с использованием шкалы Лайкерта для оценки значимости различных элементов дизайна (например, «Насколько для вас важна удобная навигация по сайту?» по шкале от 1 «Совсем не важна» до 10 «Очень важна»);

– Вопросы с множественным выбором для выявления приоритетов и частотности тех или иных моделей поведения (например, «Какие элементы дизайна вызывают у вас наибольшее доверие к интернет-магазину?»);

– Открытые вопросы для сбора качественных данных и выявления неочевидных проблем (например, «Что чаще всего раздражает вас в дизайне интернет-магазинов?»).

Данные опроса однозначно свидетельствуют о том, что удобство навигации является критически важным фактором. Доминирующее большинство респондентов отмечают сложность поиска нужного товара как основную причину отказа от взаимодействия с платформой.

Наивысшие оценки получили «Навигация» (средний балл 9.1) и «Дизайн» (7.88), тогда как видеоконтент был оценен низко (6.25). Качественный анализ ответов на открытые вопросы выявил повторяющиеся проблемы: «невозможно найти нужную категорию с первого раза», «заблудился в многоуровневом меню». Эти данные указывают на то, что нарушение принципа предсказуемости и интуитивности навигации приводит к возникновению когнитивного диссонанса. Якоб Нильсен в своих принципах веб-дизайна подчеркивает, что пользователи не любят ждать и не любят разгадывать загадки интерфейса [3]. Также было выявлено, что 42% респондентов подтвердили влияние качества изображений товаров на готовность совершить покупку, однако наличие видеобзоров осталось маловажным фактором.

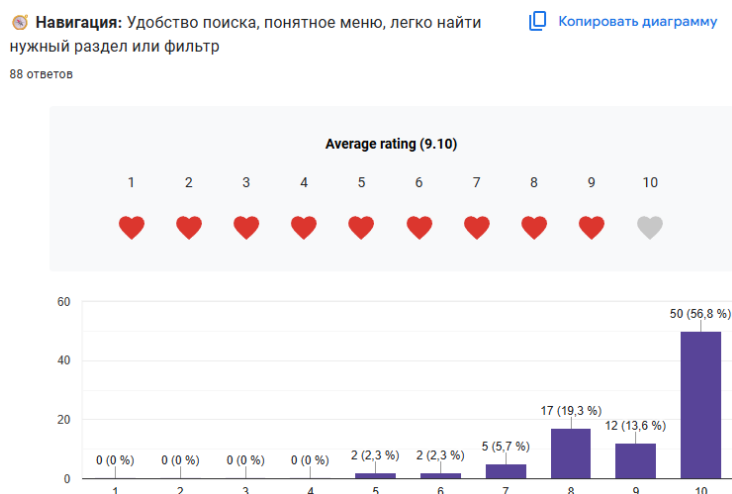


Рисунок 1 — Оценка значимости навигации

Анализ значимости визуального контента продемонстрировал его определяющую роль в формировании доверия к интернет-магазину. Абсолютное большинство респондентов (42%) подтвердили, что качество изображений товаров напрямую влияет на их готовность совершить покупку. Исследование роли социального доказательства показало, что 26% респондентов обязательно знакомятся с отзывами других покупателей перед принятием решения о покупке. При этом наличие видеобзоров было отмечено как маловажный фактор — всего 11.4% участников опроса. Интересно, что 15.9% пользователей предпочитают искать аналоги на сторонних площадках, что указывает на проблему доверия к модерлируемому контенту на коммерческих сайтах.

Анализ ответов на открытые вопросы показал, что пользователи раздражаются, когда всплывающие окна, неадаптивность дизайна и отсутствие возможности посмотреть товар без регистрации на самом сайте прерывают процесс взаимодействия, а отсутствие возможности сравнения товаров воспринимаются как малополезный элемент, который часто игнорируется.

На втором этапе для объективного сравнения дизайна использовалась платформа Attention Insight — сервис компьютерного зрения на основе искусственного интеллекта. Современные метрики в ИИ позволяют прогнозировать распределение визуального внимания без привлечения реальных пользователей на ранних этапах тестирования [4]. В отличие от традиционных аналитических инструментов, требующих установки кода отслеживания, данный подход позволяет проводить быстрый сравнительный анализ любых веб-интерфейсов на основе скриншотов [5]. Были проанализированы три популярных маркетплейса: Ozon, DNS и Wildberries. Для каждого сайта выполнены скриншоты трех ключевых страниц в категории «Электроника и техника»:

- главная страница;
- страница категории «Смартфоны»;
- страница товара (средний ценовой сегмент).

Анализ проводился по следующим метрикам:

- heatmap (тепловая карта внимания) — прогноз зон фокуса в первые 3-5 секунд просмотра;
- focus score (индекс внимания) — числовая оценка эффективности дизайна (0-100);
- clarity score (индекс ясности) — оценка понятности и структурированности интерфейса.



Рисунок 2 — Тепловые карты главных страниц интернет-магазинов

Сравнительный анализ главных страниц (рисунок 2) выявил существенные различия в расстановке визуальных акцентов. Wildberries демонстрирует высокую эффективность в управлении вниманием пользователя (Focus Score 76), однако достигает этого ценой низкой ясности интерфейса (Clarity Score 27), что визуально проявляется в перегруженности промо-баннерами. Ключевые элементы навигации получают очень низкий индекс внимания. Ozon и DNS предлагают более структурированные интерфейсы (Clarity Score 44), но не создают четких визуальных доминант. В контексте рейтинга маркетплейсов, такая стратегия может влиять на видимость конкретных товаров для продавцов, так как платформа решает, кого показывать в первую очередь [6]. Этот анализ (таблица 1) количественно подтверждает субъективные оценки респондентов, отмечавших в анкетировании как «перегруженность» Wildberries, так и проблемы с навигацией на других площадках.

Таблица 1

Сравнительные метрики главных страниц

Параметр	Wildberries	Ozon	DNS
Focus Score	76	56	49
Clarity Score	27	44	44

Сравнительный анализ страниц категорий и карточек товаров выявил существенные различия в эффективности дизайна на разных этапах пользовательского пути. Анализ страниц категорий показывает, что Ozon демонстрирует наивысшую эффективность в привлечении внимания пользователей (Focus Score 75), что свидетельствует о продуманной визуальной иерархии и удачном расположении ключевых элементов. Однако все три маркетплейса демонстрируют критически низкие показатели ясности интерфейса (Clarity Score: Ozon — 26, Wildberries — 28, DNS — 22). Это указывает на общую проблему перегруженности страниц категорий избыточными элементами, сложной системой фильтров и недостаточно четкой структурой, что затрудняет быструю ориентацию и выбор товара. Анализ карточек товаров выявляет противоположную тенденцию. Wildberries демонстрирует оптимальное сочетание показателей на страницах товаров: высокий Focus Score (71) и наивысший Clarity Score (64). Это свидетельствует о хорошо продуманном дизайне, где ключевая информация (цена, кнопка «В корзину», основные характеристики) эффективно привлекает внимание, а общая структура страницы остается понятной и не перегруженной. Напротив, Ozon демонстрирует значительный

составляет всего 24, что является самым низким значением среди всех проанализированных страниц. Это указывает на серьезные проблемы с организацией контента - вероятно, избыточное количество элементов, слабая визуальная группировка информации или навязчивые рекламные блоки, которые мешают восприятию основной информации о товаре. DNS занимает промежуточное положение с равными Focus Score (66) и сбалансированным Clarity Score (51), что указывает на приемлемый, но не оптимальный пользовательский опыт. Все полученные данные отображены в таблице 2.

Таблица 2

Сравнительные метрики категории «Смартфоны» и «Товар»

Параметр	Wildberries	Ozon	DNS
Focus Score Категории	58	75	68
Clarity Score Категории	28	26	22
Focus Score Товар	71	66	66
Clarity Score Товар	64	24	51

Интеграция данных анкетирования и визуального тестирования подтвердила гипотезу о существовании связей между субъективными оценками пользователей и объективными показателями эффективности дизайна. Элементы, которые пользователи воспринимают как проблемные (сложная навигация), коррелируют с низкими показателями Clarity Score. Выявлена проблема согласованности дизайна между разными разделами: Wildberries демонстрирует непоследовательность, где эффективный дизайн карточек товаров сочетается со слабыми показателями на страницах категорий. Это создает «эффект разрыва» — пользователи сталкиваются с ухудшением опыта при переходе от просмотра товара к поиску в категориях. Согласно отчетам Nielsen Norman Group, согласованность интерфейса является одним из ключевых факторов доверия к электронной коммерции [7].

Проведенное исследование позволяет подытожить и заключить мысль, что поставленная во введении цель работы — выявить и проанализировать влияние ключевых элементов дизайна на поведение пользователей интернет-магазина — была достигнута. В ходе работы решен комплекс задач, направленных на теоретическое осмысление проблемы, эмпирическую проверку гипотезы и разработку практических рекомендаций.

Центральным результатом работы стало успешное проведение анкетирования для выявления субъективных предпочтений пользователей и реализация практического исследования с помощью инструмента Attention Insight. Сопоставление этих данных подтвердило основную гипотезу о существовании статистически значимых связей между оценками пользователей и их реальным поведением. В частности, выявлено, что элементы, которые пользователи воспринимают как проблемные (сложная навигация, низкое качество изображений), действительно коррелируют с наблюдаемыми негативными паттернами: высоким показателем отказов, быстрым уходом со страницы и низкой вовлеченностью.

Научная новизна работы заключается в разработке рекомендаций по оптимизации дизайна на основе интеграции субъективных и объективных данных. Предложенные меры по упрощению навигации и усилению визуального доверия позволяют перейти от интуитивных решений к подходу, основанному на данных. В частности, рекомендуется переработать структуру страниц категорий для повышения Clarity Score до уровня не менее 50, а также унифицировать навигационные элементы across всех разделов платформы. Перспективы дальнейших исследований заключаются в углубленном изучении влияния персонализированного дизайна на различные сегменты аудитории, а также в анализе долгосрочного эффекта от внедрения предложенных изменений на ключевые бизнес-показатели интернет-магазина.

Список литературы

1. Google. Think with Google: Consumer Insights & Marketing Trends. — 2024. — URL: <https://www.thinkwithgoogle.com/> (дата обращения: 10.04.2025).
2. Купер Алан. Интерфейс. Основы проектирования взаимодействия. — 4-е изд. — Санкт-Петербург: Питер, 2022. — 576 с.
3. Нильсен Я. Веб-дизайн: книга Якоба Нильсена / Я. Нильсен, Х. Лоранжер; пер. с англ. — 2-е изд. — Москва: Эксмо, 2021. — 512 с.
4. Простыми словами про метрики в ИИ. / Habr : [сайт]. — Москва, 2022. — URL: <https://habr.com/ru/articles/820499/> (дата обращения: 04.11.2025).
5. Нейросеть Attention Insight — генерация тепловых карт / Attention — Торонто, 2025. URL: <https://app.attentioninsight.com/dashboard> (дата обращения: 14.11.2025).
6. Дымова Е. Рейтинг на маркетплейсах. Как платформа решает, кого показывать, а кого — нет. — Москва, 2025. — 243 с.
7. Nielsen Norman Group: E-Commerce User Experience. — 2023. — URL: <https://www.nngroup.com/reports/ecommerce-user-experience/> (дата обращения: 10.04.2025).

References

1. Google. Think with Google: Consumer Insights & Marketing Trends. — 2024. — URL: <https://www.thinkwithgoogle.com/> (accessed: 10.04.2025).
2. Cooper, A. About Face: The Essentials of Interaction Design. — 4th ed. — Saint Petersburg: Piter, 2022. — 576 p.
3. Nielsen, J. Prioritizing Web Usability / J. Nielsen, H. Loranger; trans. from English. — 2nd ed. — Moscow: Eksmo, 2021. — 512 p.
4. AI Metrics Explained Simply / Habr : [website]. — Moscow, 2022. — URL: <https://habr.com/ru/articles/820499/> (accessed: 04.11.2025).
5. Attention Insight Neural Network — Heatmap Generation / Attention — Toronto, 2025. — URL: <https://app.attentioninsight.com/dashboard> (accessed: 14.11.2025).
6. Dymova, E. Marketplace Rankings: How the Platform Decides Who Gets Shown and Who Doesn't. — Moscow, 2025. — 243 p.
7. Nielsen Norman Group: E-Commerce User Experience. — 2023. — URL: <https://www.nngroup.com/reports/ecommerce-user-experience/> (accessed: 10.04.2025).

Научное издание

ПРОМТЕХДИЗАЙН

Естественные и технические науки

Сборник статей всероссийской научной конференции

молодых ученых с международным участием

Часть 1

Оригинал-макет подготовил А. М. Шванкин

Подписано в печать __. __. 2026 г. Формат 60×84 1/16.

Печать трафаретная. Усл. печ. л. 14,1. Тираж 125 экз. Заказ 171

Электронный адрес: imn_dni_nauki@sutd.ru

Отпечатано в типографии ФГБОУВО «СПбГУПТД»

191028, Санкт-Петербург, ул. Моховая, 26