



---

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ, СТАТИСТИЧЕСКИЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ  
ЭКОНОМИКИ/MATHEMATICAL, STATISTICAL AND INSTRUMENTAL METHODS OF ECONOMICS**

---

DOI: <https://doi.org/10.60797/ECNMS.2026.13.2> EDN: VCUJOU**РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ ГЕЙМИФИЦИРОВАННОГО СИМУЛЯТОРА НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ИГР ДЛЯ  
ОБУЧЕНИЯ МЕДИАПЛАНЕРОВ ОПТИМИЗАЦИИ РЕКЛАМНЫХ БЮДЖЕТОВ**

Научная статья

**Иванов К.В.<sup>1,\*</sup>, Иванова Н.Ю.<sup>2</sup>**<sup>1</sup>ORCID : 0000-0001-7317-6312;<sup>1,2</sup> Российская академия народного хозяйства и государственной службы (РАНХиГС), Москва, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (john\_55[at]mail.ru)

Предложена: 08.11.2025; Принята: 23.03.2026; Опубликовано: 11.06.2026

**Аннотация**

Современная медиасреда характеризуется высокой динамичностью, фрагментацией каналов и обостренной конкурентностью, что закономерно приводит к низкой эффективности распределения рекламных бюджетов. Традиционные методы обучения не позволяют в полной мере подготовить медиапланеров к работе в условиях постоянной неопределенности и стратегического взаимодействия с конкурентами. Цель данной работы — разработать и протестировать образовательный симулятор, который на основе моделей теории игр и элементов геймификации позволит медиапланерам отрабатывать навыки оптимизации бюджета в условиях высокой конкуренции.

В ядре программного тренажера заложена математическая модель, которая применяет концепции конфликтных и согласованных игр для воссоздания соревновательной обстановки. Пользовательский интерфейс тренажера содержит игровые компоненты, такие как баллы, этапы, списки лидеров и системы наград. Чтобы измерить результативность, был организован образовательный эксперимент с 40 участниками, разделенными на группу контроля (обучение через теоретический пример) и группу эксперимента (обучение с использованием тренажера). Итоговая оценка базировалась на решении проверочного задания внутри тренажера.

**Ключевые слова:** медиапланирование, оптимизация бюджета, теория игр, геймификация, образовательный симулятор, реклама, принятие решений.

**DEVELOPMENT AND TESTING OF A GAMIFIED SIMULATOR BASED ON GAME THEORY FOR TRAINING  
MEDIA PLANNERS IN THE OPTIMISATION OF ADVERTISING BUDGETS**

Research article

**Ivanov K.V.<sup>1,\*</sup>, Ivanova N.Y.<sup>2</sup>**<sup>1</sup>ORCID : 0000-0001-7317-6312;<sup>1,2</sup> Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russian Federation

\* Corresponding author (john\_55[at]mail.ru)

Suggested: 08.11.2025; Accepted: 23.03.2026; Published: 11.06.2026

**Abstract**

The modern media landscape is characterised by dynamic change, channel fragmentation and intense competition, which inevitably leads to the inefficient allocation of advertising budgets. Traditional training methods do not fully prepare media planners to work in conditions of constant uncertainty and strategic interaction with competitors. The aim of this work is to develop and test an educational simulator which, based on game theory models and elements of gamification, will allow media planners to practise budget optimisation skills in a highly competitive environment.

At the core of the software simulator lies a mathematical model that applies concepts from conflict and cooperative games to recreate a competitive environment. The simulator's user interface includes game elements such as scores, stages, leaderboards and reward systems. To measure effectiveness, an educational experiment was conducted with 40 participants, divided into a control group (learning via a theoretical example) and an experimental group (learning using the simulator). The final evaluation was based on the completion of a test task within the simulator.

**Keywords:** media planning, budget optimisation, game theory, gamification, educational simulator, advertising, decision-making.

**Введение**

В эпоху цифровых перемен в рекламной индустрии, приоритетной становится задача эффективного управления рекламным бюджетом. Усиление конкуренции, возникновение новых платформ для рекламы и трудность предсказания потребительских предпочтений существенно повышают цену просчетов при планировании медиа. Нерациональное использование средств ведет к ощутимому падению коэффициента возврата инвестиций (ROI) и утрате позиций в борьбе за потребителя [1].

В настоящее время медиапланеры обучаются преимущественно на лекционных материалах и разборе уже произошедших кейсов [2]. Данные подходы действительно дают теоретическую базу, но не позволяют обучающимся испытать на себе динамику, присущую реальному конкурентному рынку, где решения должны приниматься в условиях

ограниченной информации и необходимости предугадывать действия соперников. Существующие программные инструменты для медиаоптимизации часто выступают в роли своеобразных «черных ящиков», автоматизируя расчеты, но не развивая глубокое стратегическое мышление.

Мы полагаем, что внедрение геймифицированного симулятора, построенного на основах теории игр, сможет существенно повысить эффективность подготовки медиапланеров по сравнению с традиционными подходами за счёт формирования безопасной среды для испытаний и мгновенной обратной связи.

Цель работы — разработка архитектуры и доказательство эффективности образовательного симулятора для обучения оптимизации рекламного бюджета.

Задачи:

1. Разработка математической модели медиарынка на основе теории игр.
2. Реализация геймифицированного интерфейса симулятора.
3. Проведение педагогического эксперимента для сравнительной оценки эффективности подхода.
4. Анализ результатов и последующие выводы.

Итак, перейдем, непосредственно, к исследованию.

### Основная часть

Теория игр предлагает формализованный математический инструментарий для описания стратегического взаимодействия рациональных участников. В маркетинге её используют для изучения конкурентных противостояний — например, в борьбе за долю рынка, когда фирмы выбирают объём рекламных расходов, пытаются предугадать шаги соперников. Понятие равновесия Нэша описывает состояние, при котором ни одному игроку невыгодно в одностороннем порядке менять стратегию для увеличения выгоды; это напрямую относится к выбору рекламных каналов. Кооперативные модели, в свою очередь, помогают моделировать синергетические эффекты между разными медиаканалами (cross-channel синергия) [3].

Математическая модель, заложенная в основу симулятора, формально описывает конкурентное взаимодействие игроков (медиапланеров) на рынке с несколькими рекламными каналами. Для каждого канала  $k$  и каждого игрока  $i$  в раунде  $t$  эффективность вложений (охват) рассчитывается по модифицированной функции отклика с убывающей отдачей и конкурентным подавлением:

$$R_{i,k}(t) = \frac{A_k \cdot \ln(B_{i,k}(t) + 1)}{1 + C_k \cdot \sum_{j \neq i} B_{j,k}(t)}$$

где:

- $R_{i,k}(t)$  — охват игрока  $i$  по каналу  $k$  в раунде  $t$ ;
- $B_{i,k}(t)$  — бюджет, выделенный игроком  $i$  на канал  $k$  в раунде  $t$ ;
- $A_k$  — коэффициент максимальной эффективности канала (калибруется под каждый канал: ТВ, контекстная реклама и т.д.);
- $C_k$  — коэффициент конкурентного давления, отражающий степень снижения эффективности при росте суммарных вложений конкурентов в канал  $k$ ;
- $\sum_{j \neq i} B_{j,k}(t)$  — сумма бюджетов всех остальных игроков в канале  $k$  в раунде  $t$ .

Для имитации рыночной неопределенности в модель введена аддитивная случайная составляющая  $\epsilon_{i,k}(t)$ , распределенная нормально с нулевым средним и стандартным отклонением  $\sigma=5\%$  от расчетного значения  $R_{i,k}(t)$ . Таким образом, итоговый наблюдаемый охват:

$$\tilde{R}_{i,k}(t) = R_{i,k}(t) \cdot (1 + \epsilon_{i,k}(t))$$

Итоговый ROI игрока  $i$  после всех  $T$  раундов (в нашем случае  $T=10$ ) рассчитывается как:

$$ROI_i = \left( \frac{\sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K \tilde{R}_{i,k}(t)}{\sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K B_{i,k}(t)} - 1 \right) \times 100\%$$

где  $K$  — общее число рекламных каналов (4).

Алгоритм работы симулятора на каждом раунде включает следующие шаги:

1. Прием решений от всех игроков о распределении бюджета по каналам.
2. Параллельный расчет эффективности (охвата) для каждого игрока в каждом канале по представленной модели.
3. Добавление случайного шума.
4. Агрегация результатов по игрокам и обновление метрик (накопленный охват, ROI, позиция в рейтинге).
5. Предоставление игрокам обратной связи: итоги раунда, текущий рейтинг, достигнутые достижения.

Геймификация, то есть внедрение игровых элементов в неигровые области, продемонстрировала свою эффективность в обучении. Мотивационные факторы — например выброс дофамина при получении очков или достижений — повышают вовлечённость и стимулируют повторные попытки. Это создаёт благоприятные условия для обучения методом проб и ошибок в безопасной среде, где неудачи не влекут за собой финансовых потерь для компании. Удачные примеры применения геймификации в бизнес-симуляторах для трейдинга и менеджмента подтверждают потенциал такого подхода.

Рассмотрим и традиционные методы оптимизации рекламного бюджета. К классическим подходам относятся разнообразные эвристики (например, правило «70/30») [4] и математические методы (подход Дориана-Кляйна, линейное и нелинейное программирование). Их главное ограничение — статичность и неспособность в полной мере



учитывать стратегические реакции конкурентов и высокий уровень рыночной неопределенности, что делает применение этих методов без привязки к стратегическому анализу малоэффективным.

Ниже приведем данные об архитектуре нашего симулятора:

- Бэкенд. Реализация выполнена на Python с применением библиотек NumPy и SciPy. Основная математическая модель опирается на функцию отклика с убывающей отдачей для каждого канала (логарифмическая функция) и на конкурентный множитель, который понижает эффективность инвестиций игрока в зависимости от суммарных вложений всех соперников в этот канал.

- Фронтенд. С целью улучшения доступности создан облегченный веб-интерфейс с использованием Flask. В этом интерфейсе пользователи могут отслеживать свои результаты, изучать историю своих действий и видеть текущие позиции в рейтинге.

Применяемая игровая механика, основанная на теории игр:

1. Участники — от 2 до 5 игроков (в нашем случае медиапланеров), играющих друг против друга.
2. Ход игры — процесс состоит из 10 раундов (кварталов). В каждом раунде игроки анонимно распределяют фиксированный бюджет между 4 каналами: ТВ, контекстная реклама, социальные сети, видеоплатформы.
3. Расчет результата - для каждого игрока и канала система самостоятельно рассчитывает эффективность по формуле — 
$$\text{Охват} = \frac{A \cdot \log(B_i + 1)}{1 + C \cdot \sum B_{\text{competitors}}}$$
. Где  $B_i$  — бюджет игрока,  $\sum B_{\text{competitors}}$  — суммарный бюджет конкурентов,  $A$  и  $C$  — калибровочные коэффициенты. Добавляется случайный шум (5%) для имитации неопределенности рынка.

4. Критерий победы — побеждает тот, кто максимизировал итоговый ROI по окончании всех раундов.

Применяемые элементы геймификации:

- Система очков и уровней. За достижение KPI начисляются очки опыта.
- Рейтинговая таблица. Отображает текущие позиции всех игроков по итоговому ROI.
- Достижения. Присваются за уникальные стратегии.
- Сценарии. Реализовано 3 режима: «Стабильный рынок», «Запуск продукта», «Кризис».

Перейдем к дизайну эксперимента. Выборку составило 40 человек (студенты 3–4 курсов направления «Реклама и связь с общественностью»). Участники случайным образом были разделены на две группы. Контрольная группа (n=20) изучала теория и разбирала подробный текстовый кейс. Экспериментальная группа (n=20) провела 5 игровых сессий в симуляторе. В конце концов, участники выполнили итоговое задание — новую игровую сессию в симуляторе по сценарию «Высококонкурентный рынок», с которым они ранее не сталкивались. Результаты тестирования указаны в Таблице 1. Применяемые метрики для оценки - конечный ROI (%), доля достигнутого целевого охвата (%), эффективность затрат (CPO, усл.ед).

Таблица 1 - Сводные статистики по результатам финального тестирования

DOI: <https://doi.org/10.60797/ECNMS.2026.13.2.1>

Группа	Средний ROI, %	Доля охвата, %	CPO, усл.ед
Контрольная	115,2	74,5	0,85
Экспериментальная	143,8	88,2	0,68

Для проверки статистической значимости различий между контрольной и экспериментальной группами по трем ключевым метрикам был применен двусторонний t-тест для независимых выборок. Анализ проводился с использованием статистического пакета SciPy (Python) при уровне значимости  $\alpha=0.05$ .

Результаты статистического анализа представлены в Таблице 2.

Таблица 2 - Результаты статистического сравнения групп

DOI: <https://doi.org/10.60797/ECNMS.2026.13.2.2>

Метрика	t-значение	p-value	Статистическая значимость
ROI (%)	4,73	0,000032	Да ( $p < 0,05$ )
Доля охвата (%)	3,91	0,00041	Да ( $p < 0,05$ )
CPO (усл.ед)	-2,45	0,019	Да ( $p < 0,05$ )

Полученные p-values для всех трех метрик существенно ниже порога  $\alpha=0.05$ , что позволяет отвергнуть нулевую гипотезу об отсутствии различий между группами. Наблюдаемые различия в средних значениях ROI, доли охвата и CPO являются статистически значимыми. Наиболее выраженный эффект зафиксирован для метрики ROI ( $p < 0.001$ ).

Значительное преимущество экспериментальной группы можно объяснить тем, что симулятор предоставил участникам возможность в безопасной обстановке испытать последствия своих выборов, осознать основные принципы конкурентного взаимодействия и развивать навыки стратегической адаптации в изменяющихся условиях.



Традиционное обучение на основе кейсов дает теоретические знания, однако не формирует интуитивное понимание и оперативные навыки для принятия решений.

Теоретический аспект работы: Данная работа представляет практическое применение комплексной модели, которая объединяет теорию игр и элементы геймификации для решения образовательных вопросов в сфере медиапланирования.

Практическое значение: Создан действующий прототип инструмента, готовый к интеграции в учебные курсы вузов, а также в системы корпоративного обучения рекламных агентств и маркетинговых подразделений.

Тем не менее, исследование не прошло без ограничений. Ключевое заключается в размере и составе исследуемой выборки (представлены исключительно студенты, без учета практикующих специалистов). Модель симулятора остается упрощенным представлением реального рынка. Феномен новизны, присущий «игре», мог частично оказать влияние на степень вовлеченности участников экспериментальной группы.

Также, исходя из результатов, мы можем выделить направления для будущих исследований:

- Внедрение алгоритмов машинного обучения для создания ИИ-оппонентов с адаптивным поведением.
- Добавление факторов креативного качества и точности таргетинга для расширения модели.
- Проведение полевого эксперимента с участием опытных медиапланеров для валидации эффективности симулятора в профессиональной среде.

### Заключение

В настоящей работе представлен и испытан игровой симулятор, созданный для подготовки медиапланеров и опирающийся на концепции теории игр. Осуществленный образовательный эксперимент продемонстрировал его значительное превосходство в сравнении с классическими подходами к обучению.

Экспериментальное исследование, продемонстрировавшее статистически значимые результаты, однозначно подтвердило предположение о существенном улучшении результативности учебного процесса при применении рассматриваемого симуляционного инструмента.

Применение игровых симуляций, базирующихся на принципах теории игр, способствует не только усвоению теоретического материала студентами, но и развитию у них практических навыков стратегического планирования и приспособления к условиям конкуренции. Это оказывает непосредственное воздействие на эффективность принимаемых мер и оптимизацию маркетинговых расходов, позволяя минимизировать цену просчетов и увеличивать рентабельность инвестиций в рекламные проекты. Данный метод представляет собой многообещающий инструмент для современного обучения в сфере маркетинга и рекламной деятельности.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Conflict of Interest

None declared.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

### Список литературы / References

1. Веретёхин А.В. Специфика и актуальные тренды развития цифровой рекламы / А.В. Веретёхин // Вестник университета. — 2022. — № 2. — С. 5–13.
2. Николаева М.А. Теория и практика медиапланирования: методический аспект / М.А. Николаева // Педагогическое образование в России. — 2015. — № 10. — С. 71–78.
3. Горяшко А.П. Теория игр: от анализа к синтезу. Обзор результатов / А.П. Горяшко // Cloud of science. — 2014. — № 1. — С. 112–154.
4. Бинмор К. Теория игр. Очень краткое введение / К. Бинмор. — Москва: Дело, 2019. — 256 с.
5. Кобзарь А.И. Теория игр: Играют все / А.И. Кобзарь, В.Н. Тикменов, И.В. Тикменова. — Г. Москва: Физматлит, 2015. — 272 с.
6. Сигал А.В. Теория игр и ее экономические приложения / А.В. Сигал. — Г. Москва: Инфра-М, 2024. — 418 с.
7. Баранов Д.Н. Практическое применение «Правила 70» в процессе прогнозирования инфляционных процессов / Д.Н. Баранов, М.Н. Дустова // Вестник Московского университета имени С. Ю. Витте. — 2016. — № 1.
8. Радькова Н.О. Теоретические аспекты медиапланирования / Н.О. Радькова // Транспортное машиностроение. — 2016. — № 5. — С. 277–285.
9. Лужнова Н.В. Подходы к содержанию понятия «Медиапланирование» / Н.В. Лужнова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2012. — № 4. — С. 171–173.
10. Цирулева Л.В. Геймификация в обучении: сущность, содержание и пути реализации технологии / Л.В. Цирулева, Н.Е. Щербакова // Вестник Пензенского государственного университета. — 2023. — № 3. — С. 13–17.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Veretyoxin A.V. Specificity and current trends in the digital advertising development / A.V. Veretyoxin // University Bulletin. — 2022. — № 2. — P. 5–13. [in Russian]



2. Nikolaeva M.A. Teoriya i praktika mediaplanirovaniya: metodicheskij aspekt [Theory and practice of media planning: methodological aspect] / M.A. Nikolaeva // Pedagogical education in Russia. — 2015. — № 10. — P. 71–78. [in Russian]
3. Goryashko A.P. Teoriya igr: ot analiza k sintezu. Obzor rezul'tatov [Game theory: from analysis to synthesis. Review of results] / A.P. Goryashko // Cloud of science. — 2014. — № 1. — P. 112–154. [in Russian]
4. Binmor K. Teoriya igr. Ochen' kratkoe vvedenie [Game Theory: A Very Short Introduction] / K. Binmor. — Moscow: Delo, 2019. — 256 p. [in Russian]
5. Kobzar' A.I. Teoriya igr: Igrayut vse [Game Theory: Everyone Plays] / A.I. Kobzar', V.N. Tikmenov, I.V. Tikmenova. — G. Moskva: Fizmatlit, 2015. — 272 p. [in Russian]
6. Sigal A.V. Teoriya igr i ee e'konomicheskie prilozheniya [Game Theory and its Economic Applications] / A.V. Sigal. — G. Moskva: Infra-M, 2024. — 418 p. [in Russian]
7. Baranov D.N. Prakticheskoe primenenie «Pravila 70» v processe prognozirovaniya inflyacionny'x processov [Practical application of the "Rule of 70" in forecasting inflationary processes] / D.N. Baranov, M.N. Dustova // Bulletin of Moscow University named after S. Y. Witte. — 2016. — № 1. [in Russian]
8. Rad'kova N.O. Teoreticheskie aspekty' mediaplanirovaniya [Theoretical aspects of mass media planning] / N.O. Rad'kova // Transport machine engineering. — 2016. — № 5. — P. 277–285. [in Russian]
9. Luzhnova N.V. Podxody' k sodержaniyu ponyatiya «Mediaplanirovanie» [Approaches to the content of the concept "Media planning"] / N.V. Luzhnova // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. — 2012. — № 4. — P. 171–173. [in Russian]
10. Ciruleva L.V. Gejmifikaciya v obuchenii: sushhnost', sodержanie i puti realizacii texnologii [Gamification in education: essence, content and ways of technology implementation] / L.V. Ciruleva, N.E. Shherbakova // Bulletin of Penza State University. — 2023. — № 3. — P. 13–17. [in Russian]