

19. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ БАЛАНСИРОВКЕ ВИРТУАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

Литвинович А. А., Галькин К. А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Ефремов А.А. – канд. экон. наук, доцент каф.ЭИ

Аннотация. Статья посвящена математическому моделированию балансировки виртуальной экономики в видеоиграх. Предложена модель, рассчитывающая вероятность выпадения предметов на основе параметров: редкость, сложность локации, временные затраты и ограничения. Модель позволяет прогнозировать стоимость объектов, оптимизировать распределение ресурсов и минимизировать дисбаланс. Рассмотрены преимущества (автоматизация, адаптивность) и ограничения (субъективность параметров, статичность).

Элементы игровой активности присутствует у многих животных. Люди изобретали различные виды забав с самого зарождения вида *homo sapiens* [1]. Видеоигровая индустрия, учитывая тысячелетнюю историю человечества, явление относительно новое: первые видеоигры появились в середине XX-го века. Несмотря на данный факт, менее чем за 80 лет видеоигры стали значительной сферой экономики: в 2021 году доход игровой индустрии составил 214.2 млрд. долларов. [2]

Неотъемлемой частью многих видеоигр является виртуальная экономика. В данной работе будет рассматриваться описание математической модели, которая позволит разработчикам, бизнес-аналитикам разрабатывать эффективный виртуальный рынок. Объектом настоящего исследования выступает система динамической аллокации внутриигровых ресурсов в условиях многопользовательского онлайн-проекта, с акцентом на анализ взаимосвязей между параметрами спавнинг (от англ. spawning — появление объектов в игровом мире), игровой механикой и экономической устойчивостью виртуальной среды.

Виртуальная экономика — это экономическая система, существующая в цифровом мире, где пользователи могут обмениваться виртуальными или реальными активами, продуктами и услугами в контексте игры или платформы. Пользователи могут участвовать в виртуальной экономике для развлечения или для получения реальной экономической выгоды. [3]

Экономика виртуальных миров демонстрирует высокое сходство с реальной экономикой, базируясь на трех фундаментальных элементах: производстве, потреблении и дефиците. Ключевое отличие данных типов экономик заключается в специфике механизмов распределения цифровых активов. В большинстве случаев игрокам не обязательно осуществлять непосредственное создание внутриигровых объектов (хотя ряд проектов предусматривает такие механики), поскольку первичным источником приобретения игровых сущностей выступает процедура лутинга (англ. looting - добыча). Под данным термином понимается комплекс игровых ресурсов, получаемых игроком в процессе взаимодействия с игровой средой, включая изменяющие характеристики предметы, функциональные предметы, предметы необходимые для сюжета игры и валюту.

Разработчиками применяются разнообразные стратегии дистрибуции игровых активов, среди которых доминируют два подхода: пространственный спавнинг объектов в заданных точках виртуального пространства и вероятностное выпадение ресурсов при нейтрализации или взаимодействии с неигровыми персонажами. Оптимизация данных процессов требует применения математического моделирования, позволяющего анализировать параметры редкости, функциональной эффективности и влияния предметов на игровой баланс. В рамках исследования особое внимание уделяется алгоритмам распределения цифровых артефактов в многопользовательских онлайн-проектах, включая их привязку к локационным зонам и типам противников.

Разрабатываемая математическая модель (ММ) принимает на входе следующие параметра:

- редкость предмета, вероятность выпадения которого ММ будет рассчитывать (словами: очень часто, часто, достаточно часто, редко, очень редко, почти никогда или от 1 до 10, т.е. насколько часто вы хотите, чтобы выпадал предмет)

- сложность локации (напр. количество врагов);

- ограничение на добычу (события, сезонность, квота на предметы);

- количество времени, которые нужно затратить на добычу предмета;

ММ рассчитывает вероятность появления (выпадения) предмета и приблизительную стоимость объекта (если можно купить) в относительных числах (в определенном диапазоне, чтобы можно было с минимальными затратами перевести в игровую валюту).

ММ будет являться ключевым инструментом для соблюдения баланса игровой экономики; при этом пользователь модели должен руководствоваться основными принципами спроса и предложения (рис. 1). P — желание получить предмет; Q — доступность предмета. Пересечение S и D - точка с оптимальными значениями.

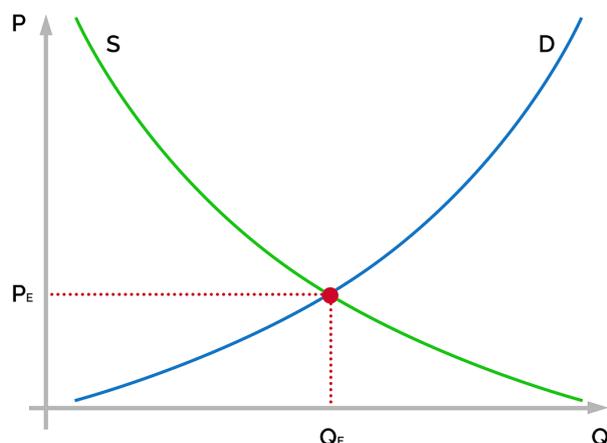


Рисунок 1 — График спроса (желание игрока получить предмет) и предложения (доступность предмета)

Актуальность данной ММ заключается в том, что она позволит быстрее, точнее и с меньшими затратами вычислить шанс появления конкретного предмета, тем самым предотвращая дисбаланс экономики, что, в свою очередь, увеличит степень вовлечённости пользователей в игровой процесс. Модель может быть полезна как для многопользовательских онлайн-проектов (напр. League of Legends, World of Warcraft), так и для одиночных игр (напр. Stardew Valley, The Witcher 3, Dark Souls).

Данная математическая модель обладает рядом преимуществ: автоматизация балансировки ресурсов через стандартизированные параметры (редкость, сложность и время получения предмета) снижает субъективность и риск ошибок, адаптируемость к различным игровым жанрам (ММО, RPG, симуляторы) и масштабам проектов, экономия времени разработчиков в пользу творческих задач, а также возможность интеграции с аналитикой игрового поведения (A/B-тестирование). Однако данная модель имеет некоторые недостатки: ограниченный учёт нелинейных факторов (социальные взаимодействия, культурные предпочтения), зависимость от точности субъективно заданных параметров (например, «редкость»), статичность в долгосрочной перспективе, сложности в разработке моделей спроса, обусловленных эмоциональными особенностями игроков, и риск создания так называемой «стерильной» экономики при избыточной оптимизации. Перспективы её развития включают интеграцию с ИИ для динамической адаптации параметров в реальном времени, учёт социальных механик (кооперация, торговля), также возможно внедрение блокчейн-технологий (NFT, смарт-контракты) для управления активами, можно осуществить расширение на кросс-платформенные метавселенные и образовательные симуляторы экономики.

Предложенная математическая модель демонстрирует значительный потенциал в оптимизации виртуальных экономик за счет алгоритмизации распределения игровых ресурсов. На основе анализа редкости предметов, сложности локаций, временных затрат и внешних ограничений модель позволяет прогнозировать вероятность выпадения объектов и их рыночную стоимость. Однако, несмотря на высокую точность инструмента, ключевые решения по балансировке остаются за разработчиками. Модель выступает вспомогательным механизмом, предоставляя аналитическую основу, но не заменяет творческий и эмпирический подход при учете динамики игрового сообщества, сюжетных нюансов и долгосрочных целей проекта. Таким образом, устойчивость виртуальной экономики достигается лишь при симбиозе математических методов и экспертной оценки человека. Подытожив, можно сказать, что данная математическая модель, которая рассматривалась в данной работе, может помочь пользователю скорректировать доступность внутриигровых ресурсов, но работа по балансу виртуальной экономики всё ещё остаётся задачей человека.

Список использованных источников:

1. Wonderopolis – [Электронный ресурс]. – URL: <https://wonderopolis.org/wonder/what-did-people-do-in-the-past-for-fun> (Дата обращения: 05.04.2025).
2. World Economic Forum – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.weforum.org/stories/2022/07/gaming-pandemic-lockdowns-pwc-growth/> (Дата обращения: 05.04.2025).
3. Масленников О. В., Смирнов Д. А. Особенности виртуальной экономики на примере многопользовательской онлайн игры «Eve Online» / О. В. Масленников, Д. А. Смирнов – Иваново : Ивановский государственный химико-технологический университет, 2019 - с. 64-68.