

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ МНОГОПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ОНЛАЙН-ПРОЕКТА

MATHEMATICAL MODELING IN THE DESIGN OF AN IN-GAME ITEM DISTRIBUTION SYSTEM IN THE VIRTUAL ECONOMY OF AN ONLINE PROJECT

**M. Figurov
B. Mishchuk**

Summary. Building a successfully functioning virtual economy in MMO (massively multiplayer online projects) is currently the dominant task for most developers in the video game industry around the world. The continuous movement of digital assets within the virtual economic system ensures the regularity and stability of creating additional sources of income for developers, as well as expanding the range of opportunities for investing player's time and resources. As a rule, the main economic value among players is represented by various virtual items that can be obtained during the game. However, if the system is not balanced in the best way, this can lead to inflation and devaluation of in-game entities, which subsequently leads to the collapse of the virtual economy and a massive outflow of players from the project. Therefore, in order to keep the player engagement rate at a sufficiently high level, developers need to correctly balance the sources of virtual entities for players.

This article discusses the use of mathematical modeling in the development of an economic model of an online multiplayer project that is under development.

Based on the results of the study, an economic model has been developed for playing in different in-game locations, and a conclusion has been made about its effectiveness within the framework of the virtual economy system being developed.

Keywords: virtual economy, economic models, normal distribution, mathematical functions, artificial intelligence.

Фигуров Максим Олегович
аспирант,

Балтийский федеральный университет им. И. Канта
impromaximus@gmail.com

Мищук Богдан Ростиславович

кандидат физико-математических наук, доцент,
Балтийский федеральный университет им. И. Канта
b.mishchuk@yandex

Аннотация. Построение успешно функционирующей виртуальной экономики в MMO (массово-многопользовательских онлайн проектах) является доминирующей на данный момент задачей для большинства разработчиков в индустрии видеоигр по всему миру. Непрерывное движение цифровых активов внутри виртуальной экономической системы обеспечивает регулярность и стабильность создания дополнительных источников дохода разработчикам, а также расширение спектра возможностей инвестирования времени и ресурсов игрока. Как правило, основную экономическую ценность среди игроков представляют различные виртуальные предметы, которые можно получить в процессе игры. Однако, если система сбалансирована не лучшим образом, это может привести к инфляции и обесцениванию внутриигровых сущностей, что впоследствии приведет к обвалу виртуальной экономики и массовому оттоку игроков из проекта. Поэтому, чтобы удерживать показатель вовлечения игроков на достаточно высоком уровне, разработчикам необходимо грамотно сбалансировать источники получения виртуальных сущностей игроками.

В данной статье рассмотрен вопрос использования математического моделирования при разработке экономической модели мультиплеерного онлайн-проекта, находящегося на стадии разработки.

По результатам проведенного исследования разработана экономическая модель игры на разных внутриигровых локациях, а также сделан вывод об её эффективности в рамках разрабатываемой системы виртуальной экономики.

Ключевые слова: виртуальная экономика, экономические модели, нормальное распределение, математические функции, искусственный интеллект.

Введение

Экономика виртуальных миров очень схожа с реальной, ведь она также включает в себя три основные составляющие — производство, потребление и дефицит. Отличие заключается в том, что, как правило, игрокам не всегда необходимо создавать внутриигровые товары самостоятельно (хотя во многих играх есть и такая возможность), ведь большую часть сущностей для развития внутри игры или продажи игрок получает посредством добычи лута (от англ. loot). Лут — это совокупность всех внутриигровых ценностей, которые игрок может присвоить себе в процессе игры. Среди

разработчиков существуют различные методы дистрибуции лута игрокам, но чаще всего это происходит через спавн (от англ. spawn) лута в определенных местах внутриигровых локаций. Математическое моделирование помогает разработчикам в создании сбалансированной системы спавна лута внутри виртуальной экономики, с учетом редкости, эффективности и влияния предметов на игровой процесс.

Объектом исследования в данной работе выступает система распределения внутриигровых предметов по локациям во многопользовательском онлайн-проекте, который на данный момент находится на поздних

стадиях разработки. Особое внимание было уделено построению математической функции распределения игроками количества игрового времени на разных локациях. Результаты потенциального применения данной функции для расчета внутриигрового баланса были представлены в научной работе, где они служат примером эффективного использования математического моделирования для экономической модели виртуальной экономики онлайн-проекта.

Целью настоящей научно-исследовательской работы является построение наиболее подходящей экономической модели для создания виртуальной экономики разрабатываемой игры.

Задачами исследования являются:

1. Анализ систем распределения предметов в виртуальной экономике на примере актуальных проектов.
2. Обоснование ведущих тенденций поведения игроков внутри виртуальной экономики, на основе которых можно спроектировать экономическую модель системы распределения внутриигровых предметов.
3. Проектирование экономической модели и анализ её эффективности в рамках создания системы распределения внутриигровых предметов внутри виртуальной экономики онлайн-проекта.

Методы исследования

Игровой процесс большинства успешных современных многопользовательских онлайн игр по своей сути представляет планомерное и размеренное наращивание игроком виртуальных ценностей посредством участия в ряде внутриигровых активностей. Объектом повышенного интереса игрока всегда являются предметы особой ценности, которые можно добыть лишь после тщательной подготовки и выполнении ряда серьезных испытаний. Например, в популярной MMO «World of Warcraft» подавляющее большинство предметов игроки получают в качестве награды за убийство внутриигровых противников. В момент победы над противником сервер согласно заданным разработчиками вероятностям случайно определяет содержимое приза, который получит игрок. Шанс на выпадение некоторых предметов настолько низок, что игроки могут годами охотиться за ними, раз за разом убивая одного и того же противника [1]. При этом официальная информация о внутриигровых шансах остается конфиденциальной, хотя игроки стараются получать актуальные данные путём сбора статистики [2].

В другой онлайн-игре «Escape from Tarkov» основной способ добычи внутриигровых ценностей заключается в поиске и сборе предметов, которые случайным обра-

Drop rates from Nighthold:	Kills	Won	Drop rate
Mythic raid boss kills:	1022	5	0.49%
Heroic raid boss kills:	15826	63	0.40%
Normal raid boss kills:	24551	80	0.33%
LFR raid boss kills:	8153	24	0.29%
Total NH raid boss kills:	49552	172	0.35%
Chars with 1 legendary:	2728	22	0.81%
Chars with 2 legendaries:	11002	73	0.66%
Chars with 3 legendaries:	20014	54	0.27%
Chars with 4 legendaries:	12488	20	0.16%
Chars with 5+ legendaries:	3066	2	0.07%
Weekly mythic+ chest:	1671	29	1.74%

Рис. 1. Статистика шансов выпадения легендарных предметов в World of Warcraft

зом появляются на карте [3]. Ключевое отличие от других игр заключается в том, что игрок не только не знает с какой вероятностью появится предмет, но и не имеет информации о том, где и что они получают. Таким образом, разработчики контролируют одновременно и вероятность выпадения разных предметов и их количество, что благоприятно сказывается на возможностях баланса экономики игры.

Если в реальном мире для производства любого товара всегда требуется время и ресурсы, такие как рабочая сила, сырье и оборудование, то в виртуальном мире предметы появляются моментально в зависимости от настроек, выставленных разработчиком [4]. Типичный график спроса-предложения в реальном мире выглядит примерно вот так:

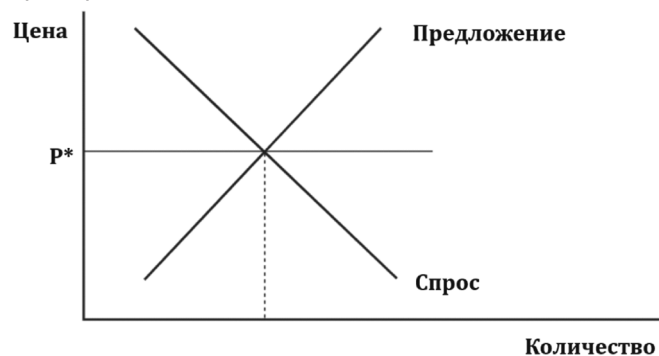


Рис. 2. График спроса и предложения в реальной экономике

Чем выше цена, тем больше людей хотят производить товар и тем меньше на него спрос. Цена товара установится в точке равновесия P*, где предложение равно спросу. Но так ли обстоит дело в виртуальном мире?

Согласно классификации Тимоти Бёрка — игроков в MMO можно поделить условно на три группы в соот-

ветствии с их поведением внутри игры: максималисты, обычные игроки и жулики [5]. Для максималистов основной целью в игре является получение максимальных достижений и накопление наибольшего числа богатства и мощи. Обычные игроки чётко разграничивают реальный и виртуальный мир, поэтому на первое место ставят получение удовольствия от игры. Игроки-жулики занимаются постоянным поиском уязвимостей внутри игры, которые позволяют им нечестным путём получить как можно больше внутриигровых ценностей. При этом, данная классификация не фиксирует игроков исключительно в рамках своей группы — например, обычный игрок может случайно обнаружить игровую уязвимость и использовать её для быстрого виртуального обогащения с целью дальнейшего получения удовольствия от игрового процесса.

Таким образом, во-первых, разработчик не может заранее полностью предугадать поведение игрока, а во-вторых, вне зависимости от их поведения, основным фактором ради которого они играют в игру является получение удовольствия [6]. Исходя из этого суждения можем сделать вывод, что за активную игру в ММО игроки получают два вида вознаграждения — это виртуальные ценности и полученное в ходе игры удовольствие от процесса. Эта особенность в свою очередь влияет на график спроса-предложения для виртуальной экономики [7]:

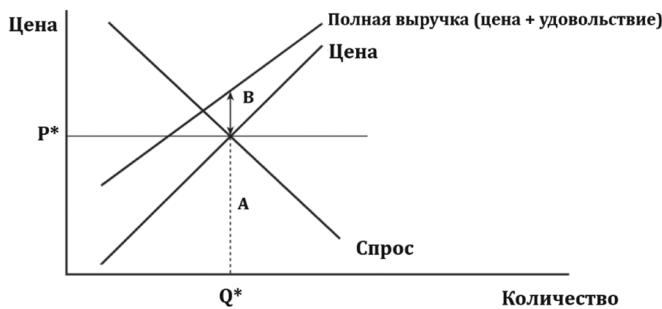


Рис. 3. График спроса и предложения в виртуальной экономике

При внесении любых изменений в игровой процесс, которые могут повлиять на увеличение интереса игрока к сбору предметов — кривая предложения будет сдвигаться вниз. Это происходит потому, что ценность предметов осталась неизменной, но удовольствие от процесса их сбора возросла, что в итоге приводит к тому, что большее количество товара станет продаваться по более низкой цене за единицу. На рисунке 4 показан график изменения спроса и предложения в зависимости от интереса игрока — из-за разницы между удовольствием от процесса до (F1) и после (F2) изменений, цена уменьшилась ввиду того, что количество товаров увеличилось (P2, Q2). Данный пример показывает, что даже незначительные аспекты, которые на первый взгляд никак не влияют на внутриигровую экономику — на самом деле могут оказать на неё значительное влияние.

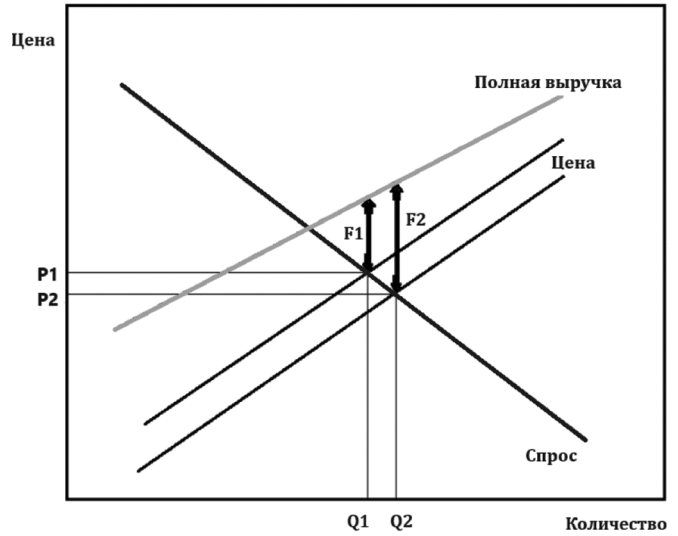


Рис. 4. Изменения спроса и предложения в зависимости от уровня интереса игрока

Чтобы поднять интерес игроков разработчикам постоянно нужно придумывать для них новые нетривиальные задачи [8]. К примеру, выбирая между двумя заданиями с одинаковой наградой, в одном из которых нужно найти десять распространенных предметов, а в другом всего один, но ценный — игроки скорее предпочтут поиски ценного предмета. При этом, если это задание изменить на поиск ста редких предметов вместо одного, то задание не станет от этого интереснее, если конечно не увеличить соответствующим образом награду за его выполнение [9].

На основании тезисов, приведенных выше, определим основные тенденции поведения игроков внутри виртуальной экономики:

1. Игроки играют в игру, чтобы получить удовлетворение от решения задач и преодоления трудностей.
2. Чем выше сложность задачи, тем потенциально выше удовольствие от её решения.
3. Функция, связывающая сложность внутриигровой задачи с удовольствием от её решения — не является монотонной.
4. При равном уровне сложности предпочтительна та задача, за которую награда выше.

В рассматриваемом проекте основа игрового процесса заключается в поиске внутриигровых предметов для их последующей продажи с целью обогащения игрока и его прогрессии в виртуальном мире игры. Пусть X измеряет интерес игрока к нахождению предметов, а Y и Z обозначают их ценность и сложность получения соответственно. Тогда мы можем составить функцию:

$$1) X = aY - b(Z - V)^2,$$

где V — обозначает идеальный для игрока уровень сложности.

Немаловажным фактором в процессе добычи виртуальных предметов является время, затраченное на их получение. Для определения максимальной эффективности добычи предметов используем функцию полезности, которая численно отобразит преимущество игры для игрока на определенной локации относительно другой. Допустим, что у нас есть две локации A и B , каждая из которых даёт FA и FB прибыли за час игры. Тогда функция полезности будет выглядеть следующим образом:

$$2) U(ZA, ZB) = FA \cdot \ln(ZA) + FB \cdot \ln(ZB),$$

где ZA и ZB — часы игры на разных локациях.

При общем количестве часов H , время на игру на разных локациях будет распределяться путём максимизации прибыли, указанной в формуле (2), учитывая, что $H = ZA + ZB$. Несмотря на то, что прибыль, получаемая с локации A , не влияет напрямую на прибыль, получаемую с локации B — при постоянном выборе одной и той же локации предельная полезность игрового процесса уменьшается, ибо репетитивность игры на одной и той же локации может существенно сократить общий объём виртуального заработка игрока. Таким образом, разница в настройках лута и уникальность ассортимента внутриигровых предметов на разных локациях сподвигает игрока к поочередной игре на каждой из них: он будет чаще выбирать игру на той локации, которая приносит больше прибыли, но он также будет какое-то время играть на локации с меньшей прибылью хотя бы для того, чтобы собрать на ней уникальные предметы.

Перед отправкой на любую из локаций — игроку необходимо подготовить внутриигрового персонажа, потратив часть виртуальных средств на закупку необходимого снаряжения перед вылазкой. Пусть mA и mB — средняя стоимость закупки снаряжения для эффектив-

ной игры на локациях A и B соответственно, а R — все прочие внутриигровые расходы игрока. Допустим, $mR = 1$. Если у игрока есть N внутриигрового дохода, то получаем:

$$3) R = N - mA \cdot ZA - mB \cdot ZB$$

Тогда целевая функция распределения количества игрового времени на разных локациях будет выглядеть следующим образом:

$$4) U(ZA, ZB, N - mA \cdot ZA - mB \cdot ZB) = FA \cdot \ln(ZA) + FB \cdot \ln(ZB) + y \cdot \ln(N - mA \cdot ZA - mB \cdot ZB)$$

Как результат, после нахождения оптимальных значений для ZA и ZB :

1. Игроки будут отдавать предпочтение локации с большей средней прибылью.
2. Игроки будут время от времени менять локацию для игры.
3. На локации, подготовка к которой дороже — игроки будут играть реже.

Таким образом, можно сделать вывод, что данная экономическая модель эффективна для расчёта равномерного распределения игровых активностей и виртуальных предметов на разных локациях, а также построения устойчивого игрового баланса, который обеспечит высокий уровень вовлеченности игроков в онлайн-проект.

Заключение

В рамках научно-исследовательской работы была построена экономическая модель игры на разных внутриигровых локациях, в соответствии с обоснованным списком тенденций поведения игроков внутри виртуальной экономики. В ходе работы проведен анализ систем лута в виртуальной экономике на примере актуальных проектов, а также составлена функция распределения количества игрового времени на разных локациях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ramin Shokrizade «Games as a Service (GaaS)» [Электронный ресурс] URL: <https://raminshokrizade.substack.com/p/74b-games-as-a-service-gaas> (дата обращения: 20.05.2024)
2. «Real Legendary drop rates and other statistics for 9785 chars» [Электронный ресурс] URL: <https://www.mmo-champion.com/threads/2091126-Real-Legendary-drop-rates-and-other-statistics-for-9785-chars-Spreadsheet> (дата обращения: 22.05.2024)
3. Официальный сайт игры «Escape from Tarkov» [Электронный ресурс] URL: <https://www.escapefromtarkov.com/> (дата обращения: 22.05.2024)
4. «Why player-driven economies are a powerful tool for developers» [Электронный ресурс] URL: <https://www.pocketgamer.biz/why-player-driven-economies-are-a-powerful-tool-for-developers/> (дата обращения: 26.05.2024)
5. T. Burke. «Rubicite Breastplate Priced to Move, Cheap: How Virtual Economies Become Real Simulations» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.swarthmore.edu/SocSci/tburke1/Rubicite%20Breastplate.pdf> (дата обращения: 27.05.2024)
6. Шелл Д. Геймдизайн: как создать игру, в которую будут играть все. М.: Альпина Паблишер, 2021. — С. 193–196
7. Vili Lehdonvirta, Edward Castronova: Virtual Economies: Design and Analysis. Boston, The MIT Press, 2014. — P. 57–64
8. «Механики удержания в играх» [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/articles/796487/> (дата обращения: 05.06.2024)
9. «Как работают награды, и почему они могут убить вашу игру» [Электронный ресурс] URL: <https://www.school-xyz.com/blog/kak-rabotayut-nagrody-i-pochemu-oni-mogut-ubit-vashu-igru> (дата обращения: 06.06.2024)

© Фигуров Максим Олегович (impromaximus@gmail.com); Мищук Богдан Ростиславович (b.mishchuk@yandex)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»