

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И КОНТРОЛЕ ВИРТУАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ ОНЛАЙН-ПРОЕКТА

THE USE OF MATHEMATICAL MODELING IN THE DESIGN AND CONTROL OF THE VIRTUAL ECONOMY OF AN ONLINE PROJECT

**M. Figurov
B. Mishchuk**

Summary. The virtual gaming economy is a complex and multifaceted system that has great potential for development and innovation in the gaming industry. It allows players to be maximally involved in the game world, develop and increase their virtual capital, influence pricing within the game and even earn real money. However, at the design stage of the virtual economy, there is a risk of uncontrolled inflation in the future, as well as a number of vulnerabilities that possibly open up ways for fraud and strong inequality among the players. In order to avoid the collapse of the economy within the game, game developers must carefully consider the mechanisms of the virtual economy and ensure maximum stability and fairness of the game balance for all players.

This article discusses the use of mathematical modeling in the design of a virtual economy in a multiplayer online project under development.

Based on the results of the study, a controlled price calculation system for in-game items was developed, and a conclusion was made about its effectiveness within the framework of the virtual economy system being developed.

Keywords: virtual economy, economic models, mathematical optimization, mathematical expectation, artificial intelligence.

Введение

Player-driven виртуальная экономика — это экономическая система в онлайн-играх, где игроки имеют возможность напрямую влиять на ее развитие и функционирование, совершая те или иные действия внутри игры. В отличие от традиционных игровых экономик, где разработчики контролируют все аспекты, в player-driven экономике игроки могут производить, потреблять, торговать и обмениваться различными предметами и услугами. Player-driven виртуальная экономика является основополагающей любого современного онлайн-проекта и имеет значительное влияние на игровую индустрию. Она создает новые возможности для развития бизнеса внутри игровых миров, так дает возможность игрокам самостоятельно создавать и продавать виртуальные товары и услуги.

Фигуров Максим Олегович

Аспирант,

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

Мищук Богдан Ростиславович

Канд. физ. мат. наук, доцент,

Балтийский федеральный университет им. И. Канта
b.mishchuk@yandex

Аннотация. Виртуальная игровая экономика является комплексной и многогранной системой, которая имеет огромный потенциал для развития и инноваций в сфере игровой индустрии. Она позволяет игрокам быть максимально вовлеченными в игровой мир, развиваться и наращивать свой виртуальный капитал, влиять на ценообразование внутри игры и даже зарабатывать реальные деньги. Однако, уже на стадии проектирования виртуальной экономики возможен риск получить в будущем неконтролируемый рост инфляции, а также ряд уязвимостей, открывающих пути для мошенничества и сильного неравенства среди игроков. Поэтому, чтобы избежать краха экономики внутри игры, разработчики должны тщательно продумать механизмы виртуальной экономики и обеспечить максимальную стабильность и справедливость игрового баланса для всех игроков.

В данной статье рассмотрен вопрос использования математического моделирования при проектировании виртуальной экономики в мультиплеерном онлайн-проекте, находящемся на стадии разработки.

По результатам проведенного исследования разработана контролируемая система расчета цены для внутриигровых предметов, а также сделан вывод об её эффективности в рамках разрабатываемой системы виртуальной экономики.

Ключевые слова: виртуальная экономика, экономические модели, математическая оптимизация, математическое ожидание, искусственный интеллект.

При проектировании player-driven виртуальной экономики используются различные методы математического моделирования, которые позволяют разработчикам анализировать и оптимизировать экономическую систему, предсказывать поведение игроков и создавать сбалансированные и интересные игровые миры. Математическое моделирование помогает в расчетах цен внутриигровых сущностей с учетом всех сопутствующих особенностей, таких как, например, доступность ресурсов, их ценность, актуальный спрос и предложение на них. чтобы обеспечить стабильность и справедливость в игровой экономике.

Объектом исследования в данной работе выступает контролируемая система расчета цены для внутриигровых предметов во многопользовательском онлайн-проекте, который на данный момент нахо-

дится на поздних стадиях разработки. Особое внимание было уделено разработке гибкого редактора цен на предметы, обладающего развитой системой фильтров данных и возможностью вносить точечные корректировки по мере необходимости. Результаты использования данного редактора были представлены в научной работе, где они служат примером эффективного использования математического моделирования для расчета и проектирования цен на предметы в виртуальной экономике

Целью настоящей научно-исследовательской работы является проектирование и внедрение наиболее подходящей контролируемой системы ценообразования виртуальных предметов для создания виртуальной экономики разрабатываемой игры.

Задачами исследования являются:

1. Анализ преимуществ и недостатков подходов к построению player-driven виртуальной экономики на примере актуальных проектов
2. Обоснование выбора критериев разрабатываемой виртуальной экономики и подходящей под желаемые результаты системы ценообразования виртуальных предметов.
3. Проектирование и анализ результатов работы прототипа механизма расчета цены для внутриигровых предметов внутри разрабатываемой виртуальной экономики онлайн-проекта.

Методы исследования

Для того, чтобы разобраться как работает экономика, движимая игроками, нужно сначала понять, что из себя представляет виртуальный мир игр жанра MMO (от англ. massive multiplayer online — массовые многопользовательские онлайн игры) и по каким правилам он работает. Персонажи и предметы в MMO контрастируют по своей ценности с другими информационно-цифровыми ресурсами в Интернете, которые можно легко копировать и распространять с минимальными затратами. Игрок не получит предметы без затрат времени и усилий на внутриигровой процесс производства предмета, будь то время, проведенное за мехами в виртуальной кузнице или на убийство виртуального дракона, в награду за которого можно получить желаемые предметы [1]. Основой любой сильной внутриигровой экономики в MMO является сбор ресурсов, а затем создание из них новых предметов, которые могут быть использованы игроками. В некоторых играх обработка ресурсов является промежуточным звеном между их сбором и созданием предметов. Это занимает продолжительное время, поэтому игроки делятся на когорты в зависимости от своих приоритетов и возможностей. Например, в Eve Online существует подборка месячных отчетов от разработчиков, в которых продемонстрирован спрос на ресурсы в зависимости от актуальных активностей в игре [2] (см. рис.1).

Таким образом, каждый игрок вносит свой вклад в общую функционирующую экономическую систему.

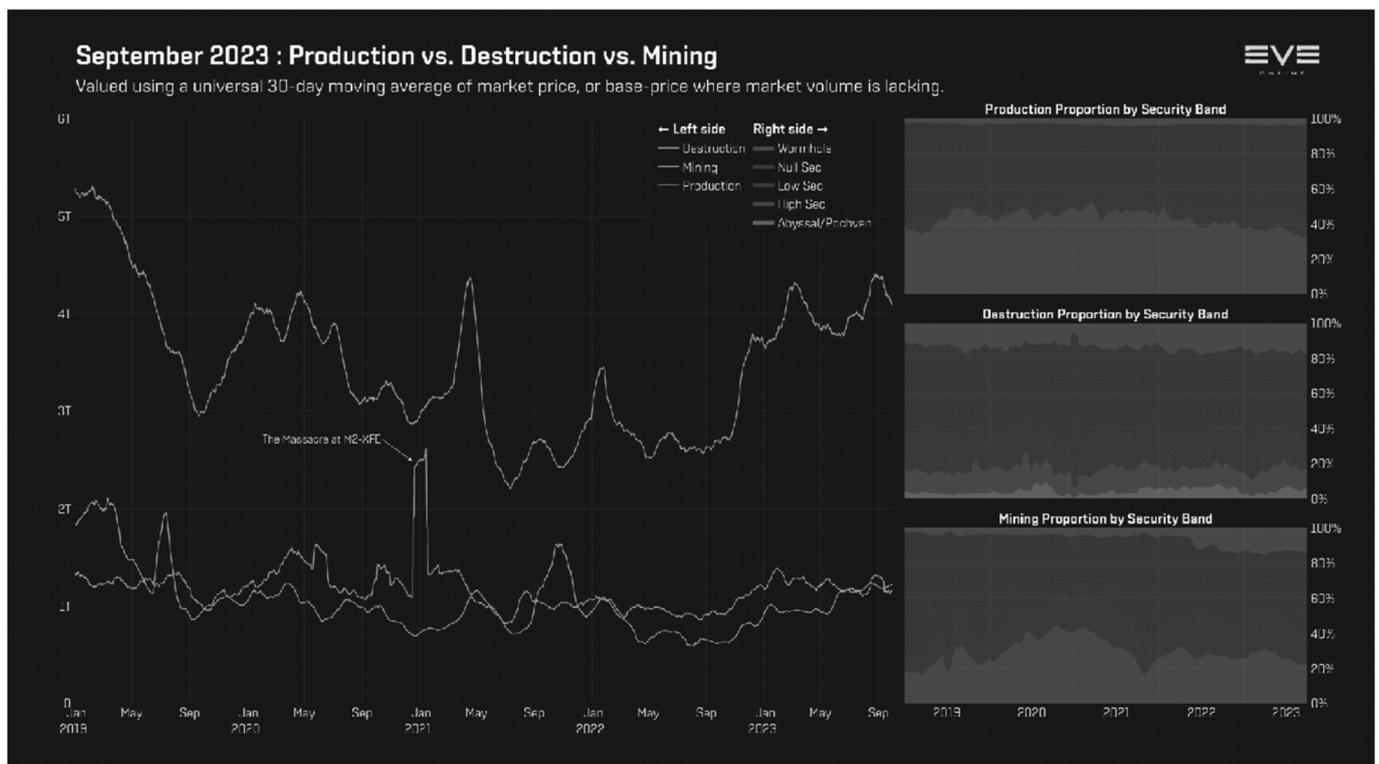


Рис. 1. Один из экономических графиков ежемесячного отчета в Eve Online

Процесс добычи ресурсов зачастую может быть монотонным для игрока, поэтому в игровом сообществе его именуют «гриндом»[3] (от англ. grind — измельчение). Чтобы не допустить потери у игрока интереса к игре, очень важно спроектировать внутриигровой grind таким образом, чтобы был соблюден баланс между временем затраченным игроком на добычу ресурсов и их практической ценностью для игрока.

В любой MMO существует ряд игроков, которые хотят получать внутриигровые преимущества с минимумом временных затрат и готовы вкладывать в это виртуальную валюту на внутриигровых торговых площадках. Этим пользуются другие игроки, образуя еще один компонент фундамента внутриигровой экономики — спекуляция стоимостью ценных внутриигровых предметов, то есть их оптовая закупка по низкой цене и последующая продажа по высокой. Данный метод обогащения настолько популярен, что в популярной игре World of Warcraft со средним онлайн в 1.5–2 миллиона игроков, около 76 % транзакций совершаются на внутриигровом аукционе[4] (см. рис. 2)

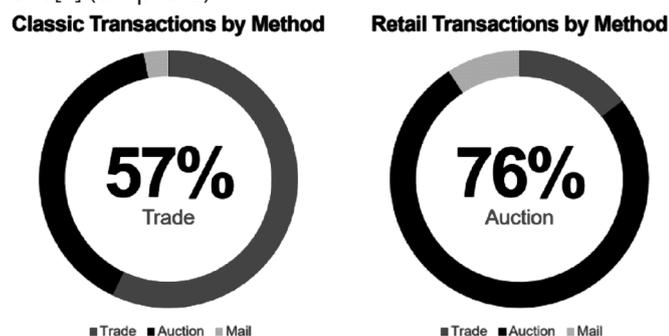


Рис. 2. Статистика торговых обменов между игроками в WoW

Спекулятивная торговля является ценным для внутриигровой экономики сегментом игрового процесса, однако она может привести к колоссальным убыткам. В упомянутой уже ранее EvE был случай, когда игрок купил на внутриигровом рынке абсолютно все предметы со стоимостью в 1 ISK (виртуальная валюта EvE), а затем купил один из них сам у себя через другой аккаунт за 1 миллиард ISK [5]. В результате ценность абсолютно бесполезного предмета на рынке возросла в несколько миллионов раз, и теперь игрок стал чрезмерно богатым. После обвала рынка, как правило, происходит ряд оперативных обновлений, призванных исправить текущее положение виртуальной экономики. Поэтому на этапе разработки очень важно продумать и спроектировать экономическую систему таким образом, чтобы разработчик имел доступ влиять на ценообразование и доступность предметов напрямую в любое время [6].

С позиции разработчика игр, главной задачей является создание глубокой и надежной экономической си-

стемы, которая будет достаточно предсказуемой как для игроков, так и для разработчиков. Важным критерием при создании является наличие возможностей балансировки и оптимизации системы, причем чем они гибче, тем лучше [7]. Иногда необходимые изменения в обновлениях игры могут быть не просто сменой числовых показателей и характеристик внутриигровых сущностей, но и нечто глобальное, как, например, введение новой валюты (так, например, поступили со временем в World of Warcraft — добавив виртуальные токены, за которые можно приобрести время подписки на игру). Также важно учитывать, как экономика игры может влиять на другие ее аспекты. Например, быстрый рост богатства некоторых игроков может вызвать инфляцию, что негативно отразится на новых игроках и удержании их в игре [8].

На основании тезисов, приведенных выше, определим основные требования к проектируемой виртуальной системе экономики, движимой игроками:

- Возможность задать ряд внутриигровых ограничений и лимитов на добываемые и расходимые игроками ресурсы, а также возможность динамически регулировать данные ограничения
- Наличие в основе игрового процесса гринда ресурсов и его баланс
- Возможность влиять на ценообразование и доступность предметов напрямую в любое время
- Наличие возможностей балансировки и оптимизации системы

Основой игрового процесса в рассматриваемом в рамках статьи проекте является поиск и сбор на разных локациях, населенных противниками — как под контролем искусственного интеллекта, так и другими игроками, в рамках ограниченных по времени сессий. После успешной вылазки, игрок имеет возможность продать предметы разным торговцам за внутриигровую валюту. Для того, чтобы игрок нашел предметы задействуется система появления предметов, которую также именуют системой спавна [9] (от англ. spawn — порождать). Данная система размещает внутриигровые предметы в определенных точках, именуемых спавнпоинтами (от англ. spawn points — точки возрождения). Данный процесс происходит в соответствии с настройками разработчиков — сущностью предмета в точке спавна и фильтрами на их появление.

У каждого предмета в игре есть свой ряд параметров, но самым важным для экономической составляющей является BasePrice — базовая стоимость предмета, которую выставил разработчик. При попытке продать добытый в игровой сессии предмет или купить его во внутриигровом магазине — его действительная цена будет зависеть от BasePrice, на которую может быть применен ряд параметров. При этом параметры для цен во внутриигровых магазинах определяет сам разработчик.

Таким образом, при наличии настроенных коэффициентов, цена любого предмета при продаже во внутриигровой магазин рассчитывается по формуле:

$$\text{BasePrice} * A * C * D,$$

где A — коэффициент на продажу в магазин, C — коэффициент «свежести» предмета, D — коэффициент категории предмета.

Цена любого предмета при продаже из внутриигрового магазина игроку рассчитывается по формуле:

$$\text{BasePrice} * B,$$

где B — коэффициент на покупку в магазине.

При этом конфигурация спавна предметов и стоимости его покупки/продажи хранится на сервере с базой данных игры, что позволяет менять эти параметры в любое время. Приведем пример влияния на ценообразование предметов в разрабатываемой системе. В трех разных точках в игровой локации может заспавниться по одному предмету из списка с ценными предметами. Каждый из предметов спавнится с определенным шансом. Цель — настроить баланс таким образом, чтобы игрок за одну сессию не мог заработать не больше, чем 5000 внутриигровой валюты (при условии продажи предметов во внутриигровой магазин по максимально выгодным для себя условиям).

Для начала рассчитаем шанс на спавн каждого предмета внутри списка ценных предметов, то есть поделим вес каждого предмета на общую сумму весов внутри списка. Затем умножим каждый из результатов на цену предмета, а затем просуммируем результат. Таким образом, мы получим математическое ожидание цены предмета из списка ценных предметов (см. рис. 3).

Теперь осталось учесть вероятность спавна предметов на разных точках спавна. Варианты комбинаций:

1. Предметы появятся во всех точках:

$$0.5 * 0.2 * 0.1 = 0.01 \text{ или } 1 \%$$

2. Предметы появятся только в первой и второй точке:

$$0.5 * 0.2 * (1-0.1) = 0.08 \text{ или } 8 \%$$

3. Предметы появятся только в первой и третьей точке:

$$0.5 * (1-0.2) * 0.1 = 0.04 \text{ или } 4 \%$$

4. Предметы появятся только во второй и третьей точке:

$$(1-0.5) * 0.2 * 0.1 = 0.01 \text{ или } 1 \%$$

5. Только в первой точке заспавнится предмет:

$$0.5 * (1-0.2) * (1-0.1) = 0.4 \text{ или } 40 \%$$

6. Только во второй точке заспавнится предмет:

$$(1-0.5) * 0.2 * (1-0.1) = 0.08 \text{ или } 8 \%$$

7. Только в третьей точке заспавнится предмет:

$$(1-0.5) * (1-0.2) * 0.1 = 0.04 \text{ или } 4 \%$$

8. Ни один предмет не заспавнится:

$$(1-0.5) * (1-0.2) * (1-0.1) = 0.36 \text{ или } 36 \%$$

По итогу, наиболее вероятными вариантами развития событий являются исходы: спавн только одного

Вес этой сущности в рамках рандомпула (чем выше вес по сравнению с остальными предметами - тем вероятнее произойдет спавн именно этого)	Вероятность выпадения этого предмета из списка предметов	Цена предмета	
1,5	0,2727272727	200	54,54545455
3	0,5454545455	1000	545,4545455
1	0,1818181818	5000	909,0909091
	1		1509,090909

Рис. 3. Расчет математического ожидания цены предмета из списка ценных предметов

предмета (40 %), отсутствие спавна предметов (36 %), либо спавн двух предметов (8 %).

Исходя из результатов расчетов, ситуация, в которой игрок наберет предметов больше, чем на целевые 5000 валюты — крайне маловероятна, но не исключена. Более того, без использования дополнительных техник случайного распределения внутри системы спавна, возможна и вовсе ситуация, когда игрок найдет в одной комнате сразу три золотых слитка, то есть $5000 * 3 = 15000$ валюты (согласно значению BasePrice). Но здесь в дело вступает еще один дополнительный ограничитель в виде коэффициентов на продажу предмета во внутриигровой магазин.

Рассмотрим ситуацию, когда игрок нашел сразу 3 золотых слитка и собирается продать их по самой выгодной для себя цене. Допустим, мы ввели в игру магазин ювелира, который скупает все «свежие» драгоценности с двойной надбавкой за категорию предмета. Тогда стоимость продажи каждого слитка будет:

$$\text{BasePrice} * A * C * D, \text{ где BasePrice} = 5000, C = 2, D = 2$$

Игрок продает 3 слитка, но нам нужно отрегулировать коэффициент продажи в магазин так, чтобы общая сумма продажи не превышала 5000.

Таким образом, имеем:

$$5000 * 3 * A * 2 * 2 = 5000$$

$$A = 0.083$$

Для достижения поставленной цели — достаточно выставить коэффициент на продажу данного предмета не больше, чем 0.083.

Таким образом, баланс ценности предметов в игре может быть отрегулирован разработчиком сразу на трёх уровнях:

1. Вероятность появления предмета на локации
2. Базовая ценность предмета
3. Ценность предмета при торговле во внутриигровом магазине

Результаты исследований

В результате исследований были получены следующие результаты:

- Был проведен анализ преимуществ и недостатков подходов к построению player-driven виртуальной экономики на примере актуальных проектов
- Был разработан и обоснован ряд критериев разрабатываемой виртуальной экономики и подходящей под желаемые результаты системы ценообразования виртуальных предметов.
- Был спроектирован прототип механизма расчета цены для внутриигровых предметов и продемонстрированы примеры его работы внутри разрабатываемой виртуальной экономики онлайн-проекта.

Заключение

В рамках научно-исследовательской работы был разработан прототип механизма расчета цен для виртуальных предметов в соответствии с обоснованным списком критериев виртуальной экономики и разрабатываемой внутриигровой системы ценообразования. В ходе работы проведен анализ преимуществ и недостатков подходов к построению player-driven виртуальной экономики на примере актуальных проектов, а также смоделированы различные игровые ситуации, в рамках которых были решены задачи игрового баланса ценностей внутриигровых сущностей многопользовательского онлайн-проекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шелл Д. Геймдизайн: Как создать игру, в которую будут играть все. М.: Альпина Паблицер, 2021. — 200 с.
2. Monthly Economic Report — September 2023 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.eveonline.com/news/view/monthly-economic-report-september-2023> (дата обращения: 10.11.2023)
3. C. Smith. «EVE: Online as a Potential Microeconomic Models». Oshkosh Scholar, edited University of Wisconsin-Oshkosh Office of Student Research and Creative Activity, 2017. — С. 28–37
4. «The Economy of World of Warcraft» [Электронный ресурс]. URL: <https://conf.splunk.com/> (дата обращения: 12.11.2023)
5. «Умный игрок чуть не обрушил экономику EVE Online» [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/articles/178721/> (дата обращения: 18.11.2023)
6. «Why player-driven economies are a powerful tool for developers» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pocketgamer.biz/feature/81046/why-player-driven-economies-are-a-powerful-tool-for-developers/> (дата обращения: 20.11.2023)
7. «Game economy design of Premium games through the example of a 4X strategy on PC» [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/articles/773922/> (дата обращения: 24.11.2023)
8. «The Top F2P Monetization Tricks» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gamedeveloper.com/business/the-top-f2p-monetization-tricks> (дата обращения: 25.11.2023)
9. «Руководство Unity» [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.unity3d.com/ru/530/Manual/UnityManual.html> (дата обращения: 27.11.2023)

© Фигуров Максим Олегович (impromaximus@gmail.com); Мишук Богдан Ростиславович (b.mishchuk@yandex)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»