

УДК 330.4

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ СИСТЕМИ У FREE-TO-PLAY ГРІ: БАЛАНСУВАННЯ ВИТРАТ І ПРОГРЕСУ ГРАВЦЯ

Шапошніков Л.І.

e-mail: lev.shaposhnikov@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ПІ
м. Харків, Україна

This paper explores the development and optimization of an economic system in a free-to-play game based on lootbox mechanics. The study presents the principles of in-game currency distribution, the probability-based unit drop system, and the balance of upgrade costs. Using mathematical modeling and probability theory, the optimal pricing for unit upgrades and modifications was determined, ensuring a balance between player progression and monetization. The results provide a framework for designing sustainable game economies that maintain player engagement while preventing economic stagnation.

Економічна система в free-to-play іграх повинна стимулювати як геймплейний прогрес, так і можливість монетизації. У моєму ігровому проєкті використовується система випадкового отримання юнітів із лутбоксів, а також система внутрішньої ігрової валюти для покращення юнітів. Основна мета дослідження – розробка математичної моделі балансування витрат гравця, яка б забезпечила комфортний темп прогресу та утримання користувачів.

Почнемо з лутбоксів, гравець зможе відкривати по одному лутбоксу кожні 2-3 дні та додатково ще один кожні 8-12 днів. Ця інформація є важливою для розрахунків того, скільки в середньому часу гравець має витрати для отримання або покращення бажаного юніта.

У кожному лутбоксі гравцю випадає 5 юнітів і, з малою окремою ймовірністю, може випасти 6-й юніт-лідер. Ймовірність випадання юнітів ми можемо побачити у цій таблиці:

Таблиця 1 – Ймовірність випадання юнітів певної вартості в певному слоті лутбоксу, %

Вартість	1 слот	2 слот	3 слот	4 слот	5 слот	Лідер слот
1	100	100	0	0	0	0
2	0	0	78,5	59,5	0	0
3	0	0	20	30	50	0
4	0	0	1,5	10	30	0
5	0	0	0	0,5	20	0
Лідер	0	0	0	0	0	5

Так, у середньому виходить, що за один лутбокс гравець отримує: 2,0 юніта вартості 1; 1,38 юніта вартості 2; 1,0 юніта вартості 3; 0,415 юніта вартості 4; 0.205 юніта вартості 5; 0.05 лідера.

Тоді за формулою ми можемо розрахувати скільки в середньому треба відкрити лутбоксів, щоб отримати хоча б одного юніта певної вартості:

$$L = \frac{1}{P_x},$$

де P – середня кількість юнітів вартості X за один лутбокс, що виводить нас на такі результати: 1 лутбокс на юніта 1 вартості; 1,45 лутбоксів на юніта 2 вартості; 1 лутбокс на юніта 3 вартості; 2,41 лутбоксів на юніта 4 вартості; 4,88 лутбоксів на юніта 5 вартості; 20 лутбоксів на юніта-лідера.

Таким чином, у нас є економічна система для коротко-часової утримки гравця. Для ж довгострокової утримки я додав механіку покращення юнітів, яка також має свою економічну складову.

У моєму проєкті юнітам можна покращувати здоров'я та змінювати атаки. Вартість цих послуг можна розрахувати за такими формулами:

$$C_{hp}(v, u) = B_v \times f(u),$$

де $C_{hp}(v, u)$ – вартість покращення здоров'я юніта вартості (v) на покращенні номер (u);

B_v – базова вартість покращення здоров'я для юніта вартості (v);

$f(u)$ – множник залежно від раза покращення.

А вартість зміни атаки розраховується за формулою:

$$C_{atk}(v) = k_v \times D,$$

де $C_{atk}(v)$ – вартість зміни атаки юніта вартості (v);

D – базова вартість зміни атаки;

k_v – коефіцієнт вартості для кожного рівня юніта.

Зазвичай повне покращення юніта буде включати в себе чотири покращення здоров'я і приблизно одну зміну атаки. Для встановлення економічної системи на покращення необхідно ввести окрему валюту. В випадку мого проєкту я ввів валюту, яку можна отримувати лише за видалення юнітів зі своєї колекції. Назвемо для зручності цю валюту “кристалами”. Так я вирішив встановити такий курс конвертації: за юніта 1 вартості – 1 кристал; за 2 вартості – 3 кристали; за 3 вартості – 6 кристалів; за 4 вартості – 15 кристалів; за 5 вартість – 30 кристалів. Ця інформація

необхідна, щоб вирахувати приблизну кількість часу, для повного покращення одного юніта.

Для прикладу припустимо, що сума всіх апгрейдів здоров'я для юніта 5 вартості = 48 кристалів за формулою:

$$C_{hptot}(5) = C_{hp}(5,1) + C_{hp}(5,2) + C_{hp}(5,3) + C_{hp}(5,4) = 48.$$

А нехай $C_{atk}(5) = 30$ кристалів. Таким чином, C_{total} (сума C_{hptot} та C_{atk}) = 78 кристалів.

Далі на основі того, скільки юнітів випадає та скільки кристалів отримуємо таку середню кількість кристалів за один лутбокс:

$$K_{серед} = N_1 \times K_1 + N_2 \times K_2 + N_3 \times K_3 + N_4 \times K_4 + N_5 \times K_5 = 24,515,$$

де N_1 – середня кількість юнітів (1) вартості в одному лутбоксі;

K_1 – кількість кристалів, які отримуються за конвертацію юніта (1) вартості.

Що на період в 2-3 дні можна оцінити як проміжок 8,17–12,26 кристалів в день. І якщо поділити $C_{atk}(5)$ на отримані значення, то отримаємо, що на одне повне покращення юніта 5 вартості піде приблизно 6-9,5 днів.

Таким чином, ми отримуємо довгострокову утримку гравця, бо з відкриттям кожного лутбоксу гравець отримує все більше і більше можливостей витратити свій час та ресурси. І все за рахунок грамотній економічній системі та конвертації одного прогресу в інший.

Список використаних джерел:

1. Schell J. The Art of Game Design: A Book of Lenses, Second Edition. A K Peters/CRC Press. 2019.