

УДК 519.2

Ким Виктор Сергеевич студент, Научный руководитель: Кругликова Ольга Валерьевна доцент, Дальневосточный государственный университет путей сообщений, г. Хабаровск

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ В ИГРОВОЙ ИНДУСТРИИ

В данной статье проведён анализ применения теории вероятностей в игровой индустрии: рассмотрены математические основы вероятностных процессов, механики генерации случайных событий, системы выпадения наград и алгоритмы балансировки в играх; приведены формулы теории вероятностей и практические примеры их применения, а также выполнен анализ влияния случайности на поведение игроков. Особое внимание уделено современным адаптивным системам, использующим данные о действиях пользователя для динамического изменения вероятностей.

Ключевые слова: теория вероятностей, игровая индустрия, случайные процессы, генерация событий, лут, геймдизайн, адаптивные алгоритмы.

Kim Viktor Sergeevich, Kruglikova Olga Valerevna, Far Eastern State Transport University, Khabarovsk

ELEMENTS OF PROBABILITY THEORY IN THE GAMING INDUSTRY

This article provides an in-depth analysis of probability theory in the gaming industry. It examines probabilistic models, loot systems, balancing algorithms, and the impact of randomness on player behavior. Special attention is paid to modern adaptive systems that use data on user actions to dynamically change probabilities. Mathematical formulas and practical examples are presented.

Keywords: probability theory, gaming industry, randomness, loot systems, game design, adaptive algorithms.

Тема данной статьи является актуальной, поскольку игровая индустрия представляет собой одну из наиболее быстро развивающихся сфер цифровой экономики. Современные видеоигры используют сложные математические и алгоритмические модели, позволяющие управлять игровым процессом и поведением пользователей. Одним из ключевых инструментов в игровой индустрии, является теория вероятностей, обеспечивающая моделирование случайных процессов.

Использование вероятностных моделей позволяет разработчикам создавать разнообразный и динамичный игровой процесс, регулировать уровень сложности и обеспечивать баланс между предсказуемостью и случайностью. Это особенно важно для удержания внимания игрока и формирования положительного пользовательского опыта.

Вероятность события определяется как отношение числа благоприятных исходов к общему числу возможных исходов:

$$P(A) = m/n$$

(1)

где m — число благоприятных исходов, n — общее число исходов.

В игровой индустрии данная формула применяется при расчёте вероятности выпадения предметов, получения наград или успешного выполнения игровых действий.

Для зависимых событий используется условная вероятность:

$$P(A \vee B) = P(A \cdot B) / P(B)$$

(2)

Для независимых событий применяется формула:

$$P(A \cdot B) = P(A) \cdot P(B)$$

(3)

Эти зависимости используются при моделировании сложных игровых сценариев.

Основные элементы теории вероятностей в игровой индустрии рассмотрены в таблице 1.

Таблица 1

Понятие	Описание	Пример в игровой индустрии
Вероятность	Числовая мера возможности наступления случайного события	Шанс выпадения легендарного предмета составляет 1%
Независимые события	События, при которых наступление одного не влияет на вероятность другого	Последовательное открытие нескольких сундуков с одинаковым шансом награды
Условная вероятность	Вероятность события, вычисленная при условии, что другое событие уже произошло	Повышенный шанс критического удара после успешной предыдущей атаки
Распределение вероятностей	Закон, описывающий соотношение значений случайной величины и вероятностей их реализации	Система редкости предметов с заданными процентными долями

Одним из ключевых применений теории вероятностей является система выпадения предметов (loot system). В данной системе каждому предмету присваивается определённый вес, на основе которого рассчитывается вероятность его получения:

$$P_a = w_a / \sum_{i=1}^n w \quad (4)$$

где w — вес предмета, это некая абстрактная мера частоты, с которой должен встречаться предмет. Если вес предмета высокий — он будет выпадать чаще остальных. Итоговый процент шанса выпадения здесь напрямую зависит от веса всех предметов из выборки. Например, у вас есть

три вещи, с весами 10, 15 и 25. Шанс выпадения каждой из них считается по формуле (4) и составляет 20%, 30% и 50% соответственно.

Пример распределения вероятностей выпадения предметов описан в таблице 2

Таблица 2

Тип предмета	Вероятность
Обычный	70%
Редкий	20%
Эпический	9%
Легендарный	1%

В современных играх всё чаще применяются сложные вероятностные модели, включающие несколько уровней случайности. Например, в игре “Genshin Impact” система «молитвы» использует гарантированные механики (pity system), которые корректируют вероятности после определённого числа неудачных попыток. Это позволяет снизить влияние негативной случайности на пользовательский опыт.

Дополнительно в игровой индустрии используются различные распределения вероятностей. Например, биномиальное распределение применяется при анализе серии независимых попыток:

$$P_n(X=k)=C_n^k \cdot p^k \cdot q^{n-k} \quad (5)$$

Где n – всего событий, p – вероятность успеха, q – вероятность неудачи

Данная формула позволяет определить вероятность получения определённого числа успехов за заданное количество попыток.

Геометрическое распределение используется для моделирования количества попыток до первого успеха:

$$P_n(X=k)=q^{k-1} \cdot p \quad (6)$$

Это особенно полезно при расчёте среднего числа открытий сундуков или прохождений подземелий для получения целевого предмета.

Важную роль играет математическое ожидание: дискретная случайная величина

$$M(X)=\sum_{i=1}^n x_i p_i \quad (7)$$

Оно позволяет оценить средний результат игровых действий, например среднее количество получаемых наград за определённое время. Для игровых экономик математическое ожидание служит основой для балансировки — разработчики стремятся сделать его предсказуемым, чтобы избежать инфляции или дефицита ресурсов.

Также учитывается вероятность хотя бы одного успеха при многократных попытках:

$$P_n(m \geq 1)=1-q^n \quad (8)$$

Например, при вероятности 1% и 100 попытках шанс хотя бы одного успеха составляет около 63,4%.

Теория вероятностей активно применяется при балансировке игрового процесса. Разработчики регулируют вероятность критических ударов, уклонения, успеха действий и других параметров. Это позволяет сделать игру одновременно сложной и справедливой.

В многопользовательских играх (например, “Dota 2”, “League of Legends”) используются псевдослучайные распределения (PRD), которые снижают дисперсию и делают исходы более предсказуемыми для игрока. В отличие от классической случайности, PRD увеличивает вероятность успеха с каждой неудачной попыткой, что уменьшает вероятность длинных серий неудач.

Кроме того, вероятностные модели используются в искусственном интеллекте. Поведение неигровых персонажей (NPC) может определяться вероятностным выбором действий, что делает их поведение более реалистичным. Например, в игре “The Last of Us” враги выбирают тактику атаки на основе взвешенных вероятностей, зависящих от текущей ситуации и действий игрока.

Использование генераторов псевдослучайных чисел позволяет реализовать случайность в играх. Несмотря на детерминированную природу, такие генераторы обеспечивают достаточную степень случайности для игровых задач. Современные игровые движки (Unreal Engine, Unity) предоставляют встроенные инструменты для генерации случайных величин с различными законами распределения.

Особое значение имеет инициализация генератора. Использование фиксированного seed-значения позволяет воспроизводить последовательности случайных событий, что важно для отладки, тестирования и создания систем повтора (replay). В соревновательных играх это также служит инструментом проверки честности игрового процесса.

Современные игры всё чаще используют адаптивные вероятностные системы, которые изменяют вероятности событий в зависимости от поведения игрока. Это позволяет повысить удовлетворённость пользователей и снизить уровень фрустрации.

Такие системы базируются на анализе игровых метрик: времени сессии, количества неудачных попыток, предпочтений игрока. Например, в игре “Resident Evil 4” система динамической сложности корректирует количество выпадающих ресурсов и урон врагов в зависимости от успешности прохождения. В “Left 4 Dead” изменяет количество врагов и боеприпасов, опираясь на состояние команды игроков.

Формально такие системы могут быть описаны как марковские процессы принятия решений (MDP), где состояние игрока определяет вероятности переходов и выпадающих наград.

Анализ показывает, что применение теории вероятностей оказывает значительное влияние на игровой процесс. К положительным аспектам относятся повышение реиграбельности, создание эффекта неожиданности и увеличение вовлечённости игроков.

Однако чрезмерная случайность может вызывать негативные эмоции и ощущение несправедливости. Феномен «иллюзии контроля» (illusion of control) приводит к тому, что игроки переоценивают своё влияние на случайные события. Исследования в области поведенческой экономики показывают, что люди хуже переносят потери, вызванные случайностью, чем потери, связанные с недостатком навыка (эффект неприятия потерь).

Для смягчения этих эффектов разработчики внедряют:

- визуальные и аудиальные подсказки, подчёркивающие случайность (анимации броска кубика, вращения рулетки);
- гарантированные механики (pity timers);
- прозрачность вероятностей (обязательное раскрытие шансов в играх с лутбоксами в соответствии с законодательством ряда стран).

В играх с условно-бесплатной моделью (free-to-play) вероятностные механики становятся основой монетизации. Лутбоксы, гача-системы,

случайные наборы предметов генерируют значительную долю дохода. Однако это вызывает этические и юридические дискуссии, поскольку такие механики могут способствовать развитию игровой зависимости и неконтролируемым тратам.

Математическое ожидание выигрыша в таких системах всегда настраивается в пользу разработчика, что делает их аналогом азартных игр. В ответ на это в ряде стран (Бельгия, Нидерланды, Китай) введены ограничения на распространение игр с непрозрачными вероятностными механиками. В России также обсуждается возможное регулирование данного сегмента.

Заключение

Таким образом, теория вероятностей является фундаментальным инструментом разработки современных видеоигр. Она позволяет моделировать случайные процессы, обеспечивать баланс и управлять поведением игроков.

Её применение охватывает все уровни игровой системы — от генерации событий до построения экономических моделей и искусственного интеллекта. В будущем развитие данной области будет связано с использованием методов машинного обучения и адаптивных алгоритмов, что позволит создавать более персонализированные игровые системы. Уже сейчас наблюдается переход от статических вероятностных таблиц к динамическим моделям, учитывающим поведение конкретного игрока в реальном времени.

Кроме того, возрастающее внимание со стороны законодателей к вопросам этичности использования вероятностных механик стимулирует развитие альтернативных подходов к монетизации и геймдизайну, сохраняющих интерес игроков без эксплуатации психологических уязвимостей.

Список литературы

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. — М.: Наука, 2010.
2. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей. — М.: ЛКИ, 2007.
3. Adams E. Fundamentals of Game Design. — New Riders, 2014.
4. Salen K., Zimmerman E. Rules of Play. — MIT Press, 2004.