

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИГРОВОЙ СИТУАЦИИ В ВИДЕОИГРЕ RISK OF RAIN 2

Анисенко Е.В. Сидоров А.А., студенты гр.424402

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

Примичева З.Н. – канд. физ.-мат. наук

Аннотация. В игре Risk Of Rain 2 механики тесно переплетаются между собой, что сложным и иногда неочевидным образом влияет на игрока и другие сущности. Разработана программа, позволяющая игрокам рассчитывать значение урона при определённом количестве разных предметов и с учётом этой информации выработать оптимальную стратегию.

Ключевые слова. Моделирование игровой ситуации, формула урона, сложность игры, оптимизационная стратегия, Excel-моделирование, практическое применение.

Risk of Rain 2 – roguelike-шутер от третьего лица, разработанный Hooroo Games и изданный Gearbox Publishing. Игроки управляют выжившим, который застрял на чужой планете. Чтобы выжить, они перемещаются по различным локациям, уничтожая монстров и открывая сундуки, чтобы собрать предметы, повышающие их способности. Ключевой особенностью игры, выделяющей её на фоне соседей по жанру, является сложность, которая растёт не только по мере прохождения этапов, но и непосредственно с течением времени.

Разберём ситуацию на примере одной из выживших Охотница (Huntress) и ее основной способности Шквал (Flurry). Способность Шквал раз в 1,3 сек. совершает залп из 3 снарядов, наносящих 3x100% урона. В случае критической атаки выпускает 6 снарядов вместо 3, каждый из которых наносит критический урон (200% от обычного). Шквал имеет коэффициент срабатывания (proc coefficient) 0,7 [1].

Пусть lv – уровень персонажа, тогда формула урона в зависимости от уровня выглядит следующим образом:

$$bdmg = 12 + 2.4 * (lv - 1),$$

где базовый урон составляет 12 единиц; прирост урона за уровень – 2,4.

Найдем теперь шанс критического удара. Поскольку он изначально составляет 1%, то шанс может быть увеличен на 10% (+10% за шт.) предметом Очки Линзодела (Lens-Maker's Glasses).

Предмет Инстинкт Хищника (Predatory Instincts), даёт +5% к шансу критического удара, а также увеличивает скорость атаки на 12% в случае срабатывания критического удара вплоть до 36%. Каждый последующий Инстинкт Хищника не даёт дополнительного шанса критического удара, но увеличивает потолок прироста скорости атаки на 24%. Таким образом, формула шанса критического удара будет иметь следующий вид:

$$crt = 0.01 + \frac{gl}{10} + 0.05 * bpi$$

где gl – количество Очков Линзодела; bpi – наличие Инстинкта Хищника (0 либо 1).

Предмет Шприц Солдата (Soldier's Syringe) увеличивает скорость атаки на 15% (+15% за шт.). Рассчитаем скорость его атаки:

$$as = 0.769 * (1 + 0.15 * ss + bpi * (0.36 + 0.24 * (pi - 1))) * crt,$$

где 0.769 – базовая скорость атаки; ss – количество Шприцов Солдата; pi – количество Инстинктов Хищника.

Поэтому можно вычислить количество атак в зависимости от шанса критического удара:

$$na = 3 * (1 + crt).$$

Определим количество атак в одну секунду:

$$nas = na * as.$$

Зная количество атак в секунду и урон в зависимости от уровня, рассчитаем урон в секунду без модификаторов:

$$dps = nas * bdmg * (1 + crt).$$

Далее рассмотрим предметы, которые добавляют модификаторы атаки, увеличивающие урон в секунду.

Предмет Ракета «воздух-земля» Mk. 1 (AtG Missile Mk. 1) имеет 10% вероятности выстрелить ракетой, наносящей 300% (+300% за шт.) урона. Формула увеличения урона в зависимости от количества данного предмета:

$$mkmd = (0.1 * pc) * 300 * mkm / 100,$$

где pc – коэффициент срабатывания (равный 0.7); mkm – количество Ракета «воздух-земля» Mk. 1.

Предмет Укулеле (Ukulele) содержит 25% вероятности выстрелить цепочкой молний, наносящей 80% урона до 3 (+2 за шт.) целям в радиусе 20 м. (+2 м. за шт.). Формула увеличения урона в зависимости от наличия данного предмета:

$$ud = \left(\frac{(0.25 * pc) * 80}{100} \right) * bu,$$

где bu – наличие Укулеле (0 либо 1).

Предмет Липкая Бомба (Sticky Bomb) обладает 5% (+5% за шт.) вероятности прикрепить бомбу к врагу, взрыв которой нанесет 180% урона. Формула увеличения урона в зависимости от количества данного предмета:

$$sbd = (0.05 * sb * pc) * 180 / 100,$$

где sb – количество Липких Бомб.

Предмет Блещающая Махина (Brilliant Behemoth): все ваши атаки заканчиваются взрывом радиусом 4 м (+1,5 м за шт.), дополнительно причиняющим 60% урона находящимся поблизости врагам. Формула увеличения урона в зависимости от наличия данного предмета:

$$bbd = 0.6 * bbb,$$

где bbb – наличие Блещающей Махины.

Предмет Убийственная Справедливость (Shattering Justice): после 5 попаданий по врагу его броня снижается на 60 на 8 (+8 за шт.) сек. Формула расчета изменения урона от количества брони [2]:

$$1 - Armor / (100 + Armor * V),$$

где $Armor$ – количество брони.

Тогда увеличение урона при наличии Убийственной Справедливости будет иметь следующий вид:

$$sjd = \left(\frac{100}{100 - (-60) - 1} * (-1) \right) * sjb,$$

где sjb – наличие Убийственной Справедливости.

Также рассмотрим предмет 57-Листный Клевер (57 Leaf Clover): все случайные эффекты получают +1 (+1 за шт.) дополнительный бросок на удачный результат, то есть увеличивает шанс срабатывания предметов, новый шанс срабатывания можно рассчитать по следующей формуле:

$$y = 1 - (1 - p)^{cl+1},$$

где p – старый шанс срабатывания; cl – количество 57-Листных Клеверов.

Отсюда можно получить новые формулы увеличения урона от предметов и шанса критической атаки:

$$mkmd = \frac{(1 - (1 - (0.1 * pc))^{cl+1}) * 300}{100} * mkm,$$

$$ud = \frac{(1 - (1 - (0.25 * pc))^{cl+1}) * 80}{100} * bu,$$

$$sbd = \frac{(1 - (1 - (0.05 * sb * pc))^{cl+1}) * 180}{100},$$

$$crt = 1 - \left(1 - \left(0.01 + \frac{gl}{10} + 0.05 * bpi \right) \right)^{cl+1}.$$

Используя полученные формулы, рассчитаем финальный урон в секунду по одной цели:

$$fdps = dps * (1 + mkmd) * (1 + ud) * (1 + sbd) * (1 + bbd) * (1 + sjd).$$

Все предметы делятся на 3 уровня редкости: обычные, такие как: Очки Линзодела, Шприц Солдата и Липкая Бомба, редкие: Ракета «воздух-земля» Mk. 1, Инстинкт Хищника, Укулеле и легендарные: Блещающая Махина, Убийственная Справедливость и 57-Листный Клевер. По карте игры разбросаны сундуки, из них можно находить предметы. Шанс нахождения обычного предмета в сундуке равен 79,2% [3], редкого 19,8%, а легендарного 0,99%, также существуют большие сундуки они появляются реже, но из них с 80% шансом выпадает редкий предмет и с 20% легендарный.

Также в игре возрастает сложность в зависимости от многих факторов. Сложность можно рассчитать, если учитывать следующие факторы:

$$playerFactor = 0.7 + 0.3 * (playerCount)$$

$$timeFactor = 0.0506 * difficultyValue * playerCount^{0.2}$$

$$stageFactor = 1.15^{stagesCompleted}$$

где $playerCount$ – количество игроков (от 1 до 4); $difficultyValue$ – заранее выбранный режим игры (1 – простой, 2 – средний, 3 – сложный); $stagesCompleted$ – количество пройденных этажей.

Зная факторы, найдем коэффициент увеличения сложности и уровень противников, от которого зависит их урон и здоровье:

$$\begin{aligned} \text{coeff} &= (\text{playerFactor} + \text{timeInMinutes} * \text{timeFactor}) * \text{stageFactor}, \\ \text{enemyLV} &= 1 + (\text{coeff} - \text{playerFactor}) / 0.33, \\ \text{enemyHP} &= \text{startEnemyHP} + \frac{\text{startEnemyHP} * 30}{100} * (\text{enemyLV} - 1), \\ \text{enemyDMG} &= \text{startEnemyDMG} + \frac{\text{startEnemyDMG} * 20}{100} * (\text{enemyLV} - 1), \end{aligned}$$

где *timeInMinutes* – время пройденной с начала игры; *startEnemyHP* – начальное здоровье противника; *startEnemyDMG* – начальный урон противника.

Однако в игре есть Финальный Босс, формула расчета здоровья которого будет иной:

$$\begin{aligned} \text{MithrixHP} &= \left(1000 * \text{stage} * \left(\left(1 + \frac{\text{coeff}}{2.5} \right) * \text{playerCount}^{0.5} * 10 \right) * 10 \right) * \text{MArmor}, \\ \text{MArmor} &= 1 + \frac{20}{100 + 20}, \end{aligned}$$

где *MArmor* – броня Финального Босса, равная 20.

Исходя из этих формул, можно найти приблизительное время для победы над ним:

$$\frac{\text{MithrixHP}}{\text{fdps}}$$

Была создана Excel таблица для расчета всех вышеперечисленных формул, а также макрос, который сравнивает между собой прирост урона от каждого предмета и выводит наиболее эффективный предмет каждой редкости в зависимости от заранее введенной игровой ситуации.

```
' Обычные предметы
If bestCommonItem <> "" Then
    ws.Range("S" & outputRow).Value = "Обычный"
    ws.Range("T" & outputRow).Value = bestCommonItem
    ws.Range("U" & outputRow).Value = Format(maxCommonIncrease, "0.00")
    ws.Range("S" & outputRow & ":U" & outputRow).Interior.Color = RGB(221, 221, 221) ' Серый
    outputRow = outputRow + 1
End If

' Редкие предметы
If bestRareItem <> "" Then
    ws.Range("S" & outputRow).Value = "Редкий"
    ws.Range("T" & outputRow).Value = bestRareItem
    ws.Range("U" & outputRow).Value = Format(maxRareIncrease, "0.00")
    ws.Range("S" & outputRow & ":U" & outputRow).Interior.Color = RGB(19, 136, 8) ' Зеленый
    outputRow = outputRow + 1
End If
```

Рисунок 1 – участок кода макроса

Рассмотрим работу программы при следующих условиях: 5 Очков Линзодела, 1 Шприц Солдата, 2 Липкие Бомбы, 2 Инстинкта Хищника, 1 Ракета «воздух-земля» Mk. 1, 0 Укулеле, 0 Блистающих Махин, 0 Убийственных Справедливостей, 1 57-Листный Клевер, 5 уровень персонажа.

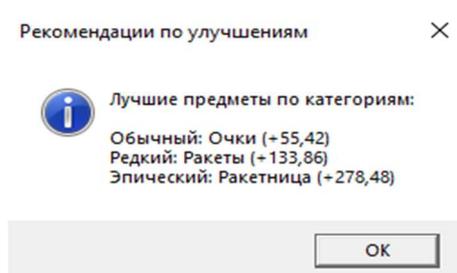


Рисунок 2 – Пример работы макроса

Таким образом, исследование наглядно показывает взаимосвязь математического моделирования и практических расчётов в анализе игровых механик. Данная исследовательская работа имеет практическое применение, поскольку разработанную нами программу можно разместить на форуме для пользователей и любой игрок этой игры сможет ей воспользоваться, а также эта работа может быть полезной для разработчиков в ходе балансировки игр. В дальнейшем мы планируем и дальше развивать нашу работу, рассмотрев навыки других персонажей.

Список использованных источников:

1. *видеоигра Risk of Rain 2.*
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Risk_of_Rain_2
3. https://riskofrain2.fandom.com/wiki/Risk_of_Rain_2_Wiki

MODELING A GAME SITUATION IN THE VIDEO GAME RISK OF RAIN 2

Anisenko E.V., Sidorov A.A., students of group 424402

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics¹, Minsk, Republic of Belarus

Primicheva Z.N. – PhD in Physics and Mathematics

Annotation. In *Risk of Rain 2*, game mechanics are deeply interconnected, influencing the player and other entities in complex and sometimes non-obvious ways. A program was developed to help players calculate damage values based on different item combinations, allowing them to derive optimal strategies using this data.

Keywords. Game mechanics modeling, damage formulas, game difficulty, optimization strategies, Excel modeling, practical application.