Федеральное государственное образовательное бюджетное

учреждение высшего образования

**«Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»**

**(Финансовый университет)**

Факультет прикладной математики и информационных технологий

Департамент анализа данных, принятия решений и финансовых технологий

Домашнее творческое задание

по дисциплине «Теория игр» на тему:

**Теоретико-игровая модель конфликта между командами разработчиков в крупной IT-компании**

Направление подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Профиль «Анализ данных и принятие решений в экономике и финансах»

*Выполнил*:

студент группы ПМ20-4

Есаков Вячеслав Александрович

*Проверил*:

к.э.н. Кораблев Ю.А.

Москва – 2022 г.

Оглавление

[Введение 3](#_Toc104835814)

[Содержательное экономико-математическое описание исследуемой конфликтной ситуации 5](#_Toc104835815)

[Описание математического аппарата 10](#_Toc104835816)

[Решение игры “Успешное будущее” 12](#_Toc104835817)

[Заключение 16](#_Toc104835818)

[Список использованной литературы 17](#_Toc104835819)

# **Введение**

В рамках теории игр можно рассмотреть множество моделей конфликтов из реальной жизни. Интересы очень часто сталкиваются, и чтобы определить оптимальные решения при разных действиях сторон и используют эту науку. Проверка интуитивных выборов даёт в итоге обоснованный результат исследований.

За последние несколько лет многие гиганты IT-индустрии при развитии своих приложений расширяли имеющиеся продукты и внедряли новые, создавая общую экосистему. Компании вроде Яндекса, VK-group, Сбербанк внедряют технологии с целью упростить доступ ко всем сервисам сразу, обеспечивая также связь между ними, что даёт дополнительное преимущество пользователю.

Использование такой экосистемы обычно стоит определённую ежемесячную плату (подписку). Поэтому постоянное расширение доступного функционала входит в интересы компаний для привлечения новых пользователей. В частности, для этого создаются отдельные команды разработчиков, которые создают эти продукты независимо друг от друга.

Может проводиться несколько проектов параллельно, поэтому для лучшей реализации задания между группами существует конкуренция, поскольку лучший проект получает лучшее финансирование и право на дальнейшее развитие продукта, а компания в итоге получает развитие своего продукта и новых пользователей, эффективно используя своих работников.

Рассмотрим как раз такую модельную ситуацию.   
Компания “Медиа-глоб” планирует внедрить в число своих сервисов несколько новых проектов : образовательную платформу, онлайн кинотеатр, онлайн игру. Для этого у них есть 2 команды разработчиков, результаты работы которых хотят сравнить. У каждой из них есть время на разработку. Можно потратить все силы как на один проект, так и разделиться на выполнение нескольких (однако результат будет менее эффективным – ограничение в рабочей силе и времени). Финансирование команды будет производиться исходя из количества привлечённых пользователей к экосистеме компании, при этом реализация 2 разных версий программ из одной категории может быть выгодна.

# **Описание экономико-математической основы в данной конфликтной ситуации**

**Игра –** формализированная математическую модель конфликтной ситуации [2, с. 7].

**Стратегиями** будем называть возможные варианты действия игроков [2, с. 13].

Данная игра является биматричной. Значит, решением данной игры будет поиск ситуации равновесия.

Распишем все имеющиеся данные об этой игре.

Участники конфликта:

* игрок А – команда разработчиков «Std»
* игрок B – команда разработчиков «HP+»

Интересы игроков:

Игроки стремятся реализовать один или несколько проектов, чтобы привлечь как можно больше новых пользователей, по сравнению с конкурентами. Это также обеспечит большее финансирование в дальнейшем, что даёт дополнительную выгоду в дальнейшем.

Стратегии игроков

* А1 – «Std» разрабатывает образовательный сервис;
* А1 – «Std» разрабатывает онлайн кинотеатр;
* А1 – «Std» разрабатывает игру;
* B1 – «HP+» разрабатывает образовательный сервис;
* B2 – «HP+» разрабатывает онлайн кинотеатр;
* B3 – «HP+» разрабатывает игру;

= {A1, A2, A3} - множество стратегий игрока А

= {В1, В2, B3} - множество стратегий игрока В

Множество исходов игры: \*= {(A1, В1), (A1, В2), (A1, B3), (A2, В1), (A2, В2), (A2, B3), (A3, B1), (A3, B2), (A3, B3)}

По статистике, в среднем за неделю привлекается 1000 новых пользователей, которые для доступа к сервисам оплачивают ежемесячную подписку, стоимостью 200 рублей. На основании действий других компаний также можно сделать прогнозы по тому, какие сервисы сейчас наиболее востребованы. При наличии всех 3 проектов, 50% пользователей предпочтут образовательный сервис, 20% - онлайн кинотеатр, 30% - игру. При этом если останется только 2 проекта, то интерес к ним будет разделяться пропорционально заявленным долям. У команд есть различный опыт в разработке приложений. Если обе команды выпустят одинаковый продукт, то интерес пользователей будет распределяться следующим образом:

* «Std» 66% : 33% «HP+», если выбран образовательный сервис;
* «Std» : «HP+», если выбран онлайн кинотеатр (негативный результат)
* «Std» 25% : 75%«HP+», если выбрана игра;

Выигрышем игрока будет являться чистая прибыль, полученная с подписки новых пользователей на сервис “Медиа-глоб”. Исходя из всех затраченных усилий, а также предпочтений пользователей обе команды стремятся максимизировать свой выигрыш.

Рассмотрим каждый исход в чистых стратегиях отдельно. Выигрыши игроков почитаем отдельно:

* (A1, B1) – Обе команды разрабатывают проект образовательной системы. В силу своей специфики оба остаются востребованными, однако опыт в разработке таких сервисов и конечный результат лучше у команды “Std”. Поэтому распределение внимания новых пользователей между ними 2:1. Также мало развивается сам потенциал экосистемы, из-за чего аудитория снижается до 900 человек.
* (A1, B2) – команда “Std” разрабатывает образовательную платформу, команда “HP+” онлайн кинотеатр. Интерес пользователей разделяется между ними в пропорции 5:2
* (A1, B3) – команда “Std” разрабатывает образовательную платформу, команда “HP+” игру. Интерес пользователей разделяется между ними в пропорции 5:3
* (A2, B1) – команда “Std” разрабатывает онлайн кинотеатр, команда “HP+” образовательную платформу. Интерес пользователей разделяется между ними в пропорции 2:5
* (A2, B2) – Обе команды разрабатывают онлайн кинотеатры. Из-за небольшого различия в функционале и качестве исполнения, заинтересовались ими одинаково (1:1), однако это охватило меньшую аудиторию - 800 новых пользователей.
* (A2, B3) – команда “Std” разрабатывает онлайн кинотеатр, команда “HP+” игру. Интерес пользователей разделяется между ними в пропорции 2:3
* (A3, B1) – команда “Std” разрабатывает игру, команда “HP+” образовательную платформу. Интерес пользователей разделяется между ними в пропорции 3:5
* (A3, B2) – команда “Std” разрабатывает игру, команда “HP+” онлайн кинотеатр. Интерес пользователей разделяется между ними в пропорции 3:2
* (A3, B3) – Обе команды разрабатывают проект игры. Им удалось разработать 2 непохожих друг на друга проекта, оба получили охват в своей аудитории, но в игровой разработке у команды “HP+” явное преимущество. Их продукт лучше запомнился пользователям, из-за чего внимание между проектами распределилось как 1:3. Как и в случае со стратегией (A1, B1) недостаток разнообразия снижает аудиторию проекта до 900.

Рассчитаем выигрыши игроков в каждой ситуации:

Выигрыши игрока А:

(A1, B1) = 2 / 3 \* 900 \* 200 = 120000  
(A1, B2) = 5 / 7 \* 1000 \* 200 = 142857.142856  
(A1, B3) = 5 / 8 \* 1000 \* 200 = 125000  
(A2, B1) = 2 / 7 \* 1000 \* 200 = 57142.85714  
(A2, B2) = 1 / 2 \* 800 \* 200 = 80000  
(A2, B3) = 2 / 5 \* 1000 \* 200 = 80000  
(A3, B1) = 3 / 8 \* 1000 \* 200 = 75000  
(A3, B2) = 3 / 5 \* 1000 \* 200 = 120000  
(A3, B3) = 1 / 4 \* 900 \* 200 = 45000

Выигрыши игрока B:

(A1, B1) = 1 / 3 \* 900 \* 200 = 60000  
(A1, B2) = 2 / 7 \* 1000 \* 200 = 57142.85714  
(A1, B3) = 3 / 8 \* 1000 \* 200 = 75000  
(A2, B1) = 5 / 7 \* 1000 \* 200 = 142857.142856  
(A2, B2) = 1 / 2 \* 800 \* 200 = 80000  
(A2, B3) = 3 / 5 \* 1000 \* 200 = 120000  
(A3, B1) = 5 / 8 \* 1000 \* 200 = 125000  
(A3, B2) = 2 / 5 \* 1000 \* 200 = 80000  
(A3, B3) = 3 / 4 \* 900 \* 200 = 135000

Таким образом, получается следующая матрица выигрышей:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | В1 | В2 | В3 |
| А1 | (120000, 60000) | (142857.143, 57142.857) | (125000, 75000) |
| А2 | (57142.857, 142857.143) | (80000, 80000) | (80000, 120000) |
| А3 | (75000, 125000) | (120000, 80000) | (45000, 135000) |

Распишем матрицы выигрыша отдельно для каждого игрока.

Для игрока А:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | В1 | В2 | В3 |
| А1 | (120000) | (142857.143) | (125000) |
| А2 | (57142.857) | (80000) | (80000) |
| А3 | (75000) | (120000) | (45000) |

Для игрока В:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | В1 | В2 | В3 |
| А1 | (60000) | (57142.857) | (75000) |
| А2 | (142857.143) | (80000) | (120000) |
| А3 | (125000) | (80000) | (135000) |

# **Описание математического аппарата**

Поставленная задача представляет собой биматричную игру, решением которой являются ситуации равновесия (может быть несколько).

Ситуацией равновесия является такая ситуация, при которых каждому игроку выгодно придерживаться выбранных им стратегий, при условии, что другой игрок также придерживается выбранных.

Первым необходимо проверить решение задачи в чистых стратегиях (действия, заданные в условии задачи). Критерий ситуации равновесия в чистых стратегиях:

,

Чтобы найти ситуацию равновесия, выделяем специальным символом(\*) максимальный выигрыш игрока в каждом столбце таблицы игрока А (то есть при фиксированной стратегии игрока B) и в каждой строке матрицы игрока B (то есть при выборе определённой стратегии игроком А, на какой выигрыш в лучшем случае может рассчитывать игрок B. По системе неравенств ситуацией равновесия будет исход, обозначенный сразу 2 звёздочками.

При отсутствии решения в чистых стратегиях, перейдём к решениям в смешанных стратегиях. Смешанной стратегией будет являться вектор вероятностей, который показывает вероятность выбора всех чистых стратегий игроком. В таком случае функция выигрыша будет считаться как математическое ожидание. Для поиска ситуаций равновесия используется следующая система неравенств:

Формализуем смысл данного критерия – если игрок А сменит смешанную стратегию на любую из чистых, полученный выигрыш от этого только уменьшится. Аналогичное условие выполняется для игрока В.

При решении таких задач можно использовать аналитический, графический и численный метод решения. Наиболее полный и простой способ – аналитический, им и воспользуемся в дальнейшем.

Чтобы найти ситуацию равновесия, нужно составить систему неравенств. Однако не все стратегии могут быть включены в смешанную с ненулевой вероятностью (активные стратегии), поэтому необходимо перебрать все возможные подматрицы размерностью 2 и больше. Тогда неравенства в той системе переходят в равенство, которые можно решить, как систему уравнений. После чего проверяется, что полученный ответ является корректным – неотрицательные значения вероятностей, в сумме дающие единицу.

# **Решение игры “Расширение функционала”**

В предыдущих разделах работы были вычислены все значения функций выигрыша для обоих игроков. Используя только данные задачи и заданные чистые стратегии, мы получили матрицы выигрышей игроков во всех игровых ситуациях. Теперь пользуясь критериями поисков ситуаций равновесия, найдём решение этой игры.

Первым шагом будет поиск решения в чистых стратегиях.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | В1 | В2 | В3 |
| А1 | (\*120000, 60000) | (\*142857.143, 57142.857) | (\*125000, 75000\*) |
| А2 | (57142.857, 142857.143\*) | (80000, 80000) | (80000, 120000) |
| А3 | (75000, 125000) | (120000, 80000) | (45000, 135000\*) |

Отметив все наибольшие значения выигрышей, можем заметить одну ситуацию равновесия в чистых стратегиях. Это ситуация (А1, В3), при которой игрок А выбирает первую стратегию – создание образовательного проекта – игрок B выбирает третью стратегию – создание игрового сервиса. Подробнее о выводах о ходе исследования в заключении.

# **Заключение**

Исследование рынка - ключевой фактор при анализе успешности будущего проекта. Зная потребности пользователей, можно рационально оценить потребности и распределить обязанности на своих работников. В итоге усилиями команд «Std» и «HP+» были созданы 2 наиболее востребованных продукта: образовательная платформа и игровой сервис. Выручка, полученная с подписок от новых пользователей, распределилась следующим образом : (125000, 75000). Таким образом первая команда получила более высокий результат за свою работу. Тем не менее вторая команда также добилась хороших результатов. Поиск и анализ всех действий игроков позволил с помощью средств теории игр получить это результат. Также на основании полученного результата можно сделать ещё несколько других полезных выводов.

Можно было бросить усилия обеих команд на разработку одной платформы, тогда результат получился бы лучше? Скорее нет. Как показывает решение задачи и практический опыт в жизни, пользователи имеют различные предпочтения, а потому в экосистеме крупной компании каждый будет искать различные доступные возможности при общей подписке на сервис. Потому подготовить разносторонний, доступный для использования функционал в интересах компании.

Также прослеживается интересная закономерность, что в итоге команда «Std», лучше всего разрабатывающая образовательные проекты, реализовала именно её, а команда «HP+» игру, создание которых является их специализацией. Действительно, создавая проект в сфере, которую ты хорошо знаешь, ты получаешь значительно лучший результат.

В итоге можно прийти к следующим выводам: конкуренция помогает выявить сильные стороны команд в больших компаниях, грамотно разделить между ними обязанности по способностям, и, как следствие, получить наиболее эффективное развитие своей компании.

# **Список использованной литературы**

1. Кораблев, Ю.А. Теория игр. Примеры и задачи: учебное пособие / Кораблев Ю.А. — Москва: КноРус, 2020. — 176 с.