

Л.В. Рыбакова, Н.Г. Шульгина

### ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ НА ПРИМЕРЕ ИПК «ЗЕЙСКИЙ ВЕСТНИК»

*Рассматриваются возможности и ограничения применения математического аппарата теории игр при принятии управленческих решений в ситуации выбора оптимальной стратегии функционирования современного бизнеса. Объект исследования – полиграфическое предприятие.*

*Ключевые слова: выбор стратегии, платежная матрица, доход, риск, критерии выбора, теория игр.*

### SELECTING THE OPTIMAL STRATEGY IN CONDITIONS UNCERTAINTIES ON THE EXAMPLE OF PKI «ZEYSKY VESTNIK»

*In the article possibilities and restrictions of application of the mathematical device of the game theory are considered at acceptance of administrative decisions in a situation of a choice of the optimum strategy of functioning of modern business. The object of research is a printing enterprise.*

*Key words: choice of strategy, payment matrix, income, risk, selection criteria, game theory.*

Руководителям разного уровня нередко приходится принимать управленческое решение в условиях недостаточной или ненадежной информации, большой текучести кадров, недобросовестности партнеров, частых изменений законодательства. При этом возможны непреднамеренные ошибки. В процессе реализации управленческого решения также возможны непредвиденные ситуации, затрудняющие точное его выполнение. В итоге фактические результаты не всегда совпадают с запланированными. Таким образом, для управления всегда характерны неопределенность и риск.

Деятельность, направленная на извлечение прибыли, изначально несет в себе риск, вызываемый многовариантностью решения задач в обстановке неопределенности внешней по отношению к организации среды и, следовательно, не обеспечивающий однозначного результата. Неопределенными могут быть как условия выполнения операций, так и сознательные действия противников или других лиц, от которых зависит успех операции.

Наличие рисков в любой сфере человеческой деятельности также связано с одновременным действием в различных направлениях многих факторов, влияющих на исход принимаемых решений. Без учета этих факторов и умения управлять ими не обойтись.

Разумеется, когда речь идет о неопределенности, рекомендации, вытекающие из научного исследования, не могут быть столь же четкими и однозначными, как в условиях определенности. Однако количественный анализ ситуации все же может принести пользу и помочь при выборе решения.

Количественные оценки риска при выборе альтернатив разработаны в теории экономического поведения и математической теории игр, они активно применяются в исследовательской практике [1].

В условиях стремительного развития экономики все больше внимания уделяется возможности наступления риска, а математические методы оценки риска становятся все более востребованными.

Целью данной статьи является демонстрация возможностей применения теории игр при принятии управленческих решений в неопределенных и рискованных условиях.

Методами теории игр вырабатываются рекомендации по рациональному образу действий участников «конфликта», при этом строят упрощенную модель ситуации, называемой «игрой». Под «игрой» понимают мероприятие, состоящее из ряда действий, или «ходов» [2].

Объектом исследования в данной работе является издательско-полиграфический комплекс «Зейский вестник», который для усиления своих позиций на потребительском рынке Амурской области планирует выпускать дополнительную продукцию. В качестве математической модели данной ситуации рассмотрим «игру с природой».

В этой игре издательско-полиграфический комплекс «Зейский вестник» будет выступать в роли сознательного игрока А, а роль природы П исполнит ситуация, складывающаяся на потребительском рынке и влияющая на доходы издательско-полиграфического комплекса «Зейский вестник», сознательно не противодействуя игроку А.

В распоряжении игрока А (издательско-полиграфический комплекс «Зейский вестник») имеются три чистые стратегии  $A_i$ , где  $i = 1, 2, 3$ . При этом стратегия  $A_1$  означает оказание дополнительных услуг гражданам – выполнение заказов по оформлению визитных карточек, буклетов, календарей, содержащих рекламную информацию об организациях, фирмах и объединениях; стратегия  $A_2$  предполагает выполнение заказов на издание брошюр, обложек для аттестатов, трудовых книжек и военных билетов, афиш, календарей с именами кандидатов в выборные органы государственной власти, а также выпуск школьных тетрадей; стратегия  $A_3$  предполагает выпуск ежедневника дополнительно к общему объему выпускаемых газет.

Исходя из того, что имеются данные о доходах при состоянии природы П, где П1 – рост покупательской способности населения и конкуренции; П2 – сценарий неизменной покупательской способности и конкурентной ситуации; П3 – сценарий снижения покупательской способности и неизменной конкуренции; П4 – сценарий неизменной покупательской способности и роста конкуренции; сформирована платежная матрица при состоянии природы П (табл. 1).

Таблица 1

Стратегии $A_i$	Сценарии развития ситуации $P_i$			
	П1	П2	П3	П4
A1	86	77	61	70
A2	78	63	57	60
A3	80	73	67	68

Предположим, что руководство издательско-полиграфического комплекса «Зейский вестник» решает вопрос о выборе стратегии в условиях полной неопределенности. Под неопределенностью понимается состояние среды (природы) в условиях отсутствия информации о вероятности этого состояния у лица, принимающего решение (ЛПР).

Если руководство издательско-полиграфического комплекса не имеет такой информации и не может определить вероятности наступления события, то следует привлечь экспертов. Эксперты, зная ситуацию на рынке, смогут определить вероятность каждого сценария. Для рассматриваемой ситуации значения вероятностей приведены в табл. 2.

Таблица 2

Стратегии $A_i$	Вероятности развития ситуации			
	П1	П2	П3	П4
A1	0,1	0,4	0,2	0,3
A2	0,3	0,3	0,1	0,3
A3	0,1	0,4	0,2	0,3

Наиболее распространенным способом использования вероятностей при принятии решения является вычисление математического ожидания, которое представляет собой сумму произведений численных значений исходов на их вероятности. Так, для платежной матрицы (табл. 1) математические ожидания составят:

$$M(A1) = 86*0,1+77*0,4+61*0,2+70*0,3=72,6;$$

$$M(A2) = 78*0,1+63*0,4+57*0,2+60*0,3=62,4;$$

$$M(A3) = 80*0,1+73*0,4+67*0,2+68*0,3=71.$$

Здесь выбирается значение с максимальной суммой математического ожидания 72,6 (это стратегия A1).

В ситуации при отсутствии вероятностей состояния среды для определения наилучшего решения используются такие основные правила (критерии) как правило максимакса, критерий Вальда и критерий минимаксного риска Севиджа [3].

Критерий максимакса применяется для определения стратегии, максимизирующей максимальные выигрыши для каждого состояния природы. Это критерий крайнего оптимизма. Наилучшим признается решение, при котором достигается максимальный выигрыш из всех возможных. По этому критерию наилучшим является решение, при котором достигается максимальный выигрыш 86 тыс. руб., т.е. это стратегия A1.

С позиции максиминного критерия Вальда природа рассматривается как агрессивно настроенный и сознательно действующий противник. Здесь выбирается решение, для которого характерна максимизация минимального дохода. Это перестрахованная позиция крайнего пессимизма, рассчитанная на худший случай.

Для платежной матрицы (см. табл. 1) нетрудно рассчитать, что для стратегии A1 минимальный доход равен 61 тыс. руб., для стратегии A2 – 57 тыс. руб., а для стратегии A3 – 67 тыс. руб. Очевидно, что наиболее приемлемой стратегией для игрока А является стратегия A3, так как доход в этом случае равен 67 тыс.руб. и является наибольшим из минимальных.

Критерий минимального риска Севиджа позволяет выбрать стратегию аналогично выбору по принципу Вальда, но с тем отличием, что игрок руководствуется не матрицей выигрышей, а матрицей рисков.

Матрицу рисков получим из платежной матрицы и покажем в табл. 3.

Таблица 3

#### Матрица рисков

Стратегии A <sub>i</sub>	Вероятности развития ситуации			
	П1	П2	П3	П4
A1	0	0	6	0
A2	8	10	10	10
A3	6	4	0	2

В соответствии с матрицей рисков выбор делаем по правилу minmax – минимального разочарования (табл. 4).

Таблица 4

#### Выбор оптимальной стратегии

Стратегии A <sub>i</sub>	Вероятности развития ситуации				Максимальный риск
	П1	П2	П3	П4	
A1	0	0	6	0	6
A2	8	10	10	10	10
A3	6	4	0	2	6

Таким образом, минимальный из максимальных рисков соответствует стратегии A1 и стратегии A3.

Покажем выбор стратегии на основе обобщенного критерия пессимизма-оптимизма Гурвица. Метод Гурвица используется лицами, принимающими решения в условиях риска для выбора оптимальной стратегии с использованием коэффициентов, для которых предполагается формальный метод, основанный на принципах «неубывания средних рисков» для безопасной ситуации и «невозрастания средних рисков» в случае опасной ситуации.

Для расчетов воспользуемся матрицей (табл. 1) как основной, а также дополнительными показателями.

Практическая статистика показывает, что большое колебание доходов чаще всего свидетельствует о невысокой надежности стратегии, а небольшое свидетельствует об обратном. В табл. 5 покажем предполагаемые доходы «игры».

Таблица 5

## Предполагаемые доходы игры

Стратегии $A_i$	Вероятности развития ситуации				Средний доход	Колебания доходности
	П1	П2	П3	П4		
A1	86	77	61	70	73,5	25
A2	78	63	57	60	64,5	21
A3	80	73	67	68	72	13

Из последних двух столбцов видно, что средние доходы при выборе стратегии A1 равны 73,5, но при этом сама высокая предположительная ненадежность – у стратегии A1, поскольку показатель колебаний доходов этой стратегии самый высокий.

В нашем случае предположим, что коэффициент пессимизма  $p=0,5$ . Поэтому критерий Гурвица ( $H_a$ ) для каждой стратегии равен:

$$H_{a1} = 0,5 \cdot 61 + 0,5 \cdot 86 = 0,5(61 + 86) = 73,5 \text{ тыс. руб.};$$

$$H_{a2} = 0,5 \cdot (57 + 78) = 67,5 \text{ тыс. руб.};$$

$$H_{a3} = 0,5 \cdot (67 + 80) = 73,5 \text{ тыс. руб.}$$

На основании критерия Гурвица оптимальными также являются две стратегии с наибольшей предполагаемой прибылью – A1 и A3, с прибылью 73,5 тыс. руб.

В случае, когда по принятому критерию к использованию рекомендуется несколько стратегий (в данном случае A1 и A3), выбор между ними можно сделать по дополнительному критерию, – например, в расчет может приниматься среднее квадратичное отклонение от средних выигрышей при каждой стратегии.

Следует заметить, что принимая решение в условиях отсутствия информации о степени вероятности создания различных ситуаций, сценарии их наступления можно считать равновероятными. Тогда ожидаемая прибыль для каждой стратегии будет равна среднеарифметическому данных ( $\bar{X}$ ) по каждой стратегии:

$$\bar{X}_1 = \frac{86 + 77 + 61 + 70}{4} = 73,5 \text{ тыс. руб.}$$

$$\bar{X}_2 = \frac{78 + 63 + 57 + 68}{4} = 64,5 \text{ тыс. руб.}$$

$$\bar{X}_3 = \frac{80 + 73 + 67 + 68}{4} = 72 \text{ тыс. руб.}$$

С использованием полученных среднеарифметических результатов прибыли рассчитываются среднеквадратические отклонения от средних выигрышей.

Среднеквадратическое отклонение находится по формуле:

$$G_i = \sqrt{D(ai)}, \quad (1)$$

где  $G$  – среднеквадратичное отклонение;  $D(a)$  – дисперсия.

Дисперсия определяется по следующей формуле:

$$D(ai) = \sum (x_j - \bar{x})^2 / n. \quad (2)$$

$$G1 = \sqrt{\frac{(86 - 73,5)^2 + (77 - 73,5)^2 + (61 - 73,5)^2 + (70 - 73,5)^2}{4}} = 9,179;$$

$$G2 = \sqrt{\frac{(78 - 64,5)^2 + (63 - 64,5)^2 + (57 - 64,5)^2 + (60 - 64,5)^2}{4}} = 8,08;$$

$$G3 = \sqrt{\frac{(80 - 72)^2 + (73 - 72)^2 + (67 - 72)^2 + (68 - 72)^2}{4}} = 5,14.$$

Среднеквадратичное отклонение показывает величину отклонения прибыли от ее среднего значения.

Анализируя среднеквадратическое отклонение, рассчитанное по формуле (1), делаем вывод, что наиболее привлекательна стратегия А3, так как величина отклонения в данном случае наименьшая и составляет 5,14 тыс.руб.

Наряду со среднеквадратическим отклонением, целесообразно использовать коэффициент вариации (V), который характеризует относительную величину отклонения и уровень риска.

$$V1 = \frac{9,179}{73,5} \cdot 100\% = 12,49\%,$$

$$V2 = \frac{8,08}{64,5} \cdot 100\% = 12,52\%,$$

$$V3 = \frac{5,14}{72} \cdot 100\% = 7,15\%.$$

Расчет коэффициента вариации подтверждает выбор стратегии А3 как имеющей минимальные риски.

Таким образом, в случае отсутствия информации о вероятностных состояниях среды теория не дает однозначных и математически строгих рекомендаций по выбору критериев принятия решений, что объясняется неопределенностью ситуаций. Однако применение математического аппарата позволяет формализовать рассматриваемую ситуацию и обосновать выбор в условиях неопределенности. Разумный выход при этом – попытаться получить дополнительную информацию для снижения неопределенности и последующих рисков.

---

1. Рыбакова, Л.В. Применение теории игр при моделировании управленческих решений для предприятия «Городской водоканал» // Экономика и менеджмент систем управления. – 2013. – № 4 (10). – С. 80-91.

2. Шагги, В.Л. Теория игр: учебник и практикум для академического бакалавриата. – М.: Юрайт, 2015 – 223 с.

3. Карлик, А.Е. Методы принятия управленческих решений: учебник для бакалавров / А.Е. Карлик, Л.А. Трофимова, В.В. Трофимов. – М.: Юрайт, 2013. – 335 с.