

УДК 330 336 330.4 519.816

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПРИ АКТУАЛИЗАЦИИ В БУДУЩЕМ МНОЖЕСТВА ВОЗМОЖНЫХ ШАНСОВ И РИСКОВ

Мадера А.Г.

НИИ Системных исследований РАН, Москва, e-mail: alexmadera@mail.ru

Принимая решение люди ориентируются прежде всего на дивиденды (шансы) от принятого решения и только затем взвешивают возможные неудачи (риски). Поэтому для принятия научно обоснованного решения необходимо в равной мере оценивать шансы и риски, а также баланс между ними. В статье развивается метод принятия решений в условиях неопределенности при актуализации в будущем множества возможных шансов и рисков. Для принятия наилучшего решения вводится комплексный критерий, а также диаграмма шансов и рисков для их визуального отображения. Метод рассмотрен на конкретный пример.

Ключевые слова: принятие решений, шансы, риски, субъективные вероятности, критерий

DECISION MAKING UNDER UNCERTAINTY AT A FUTURE ACTUALIZATION THE SETS OF POSSIBLE CHANCES AND RISKS

Madera A.G.

Institute for System Studies of RAS, Moscow, e-mail: alexmadera@mail.ru

People while making a decision is oriented primarily on dividends (chances) which promised this decision and in the last instance on those difficulties (risks) that may be encountered on the way to their goal. Therefore, for making the science-based decisions it is necessary to evaluate as chances so risks as well as the balance between them. In this paper we develop a method of decision making under uncertainty at the actualization the set of possible future chances and risks. To make the best decision introduced complex criterion as well as a diagram of chances and risks for their visual mappings. This method is considered by a specific example.

Keywords: decision making, chances, risks, subjective probabilities, criteria

В существующей на сегодняшний день теории принятия решений как в условиях риска, так и в условиях полной неопределенности [3, 6], используется матрица платежей, или равносильная ей, матрица рисков. В платежной матрице содержатся данные о возможных альтернативах, предполагаемых состояниях природы, а также количественные меры результатов, выражаемые в виде прибыли или убытка, при каждом сочетании альтернативы и состояния природы. В условиях риска в матрицу платежей добавляется еще строка с известными (из тех или иных соображений) объективными вероятностями состояний природы. Принятие наилучшего решения осуществляется на основании матрицы платежей. Причем в условиях риска – путем вычисления ожидаемых платежей с выбором наилучшего решения, соответствующего максимальному их значению, а в условиях полной неопределенности – на основании различных критериев (Вальда, Сэвиджа, Гурвица и пр.), которые, однако, противоречат друг другу, что затрудняет окончательный выбор.

Используемые в теории принятия решений модели – в условиях риска и полной неопределенности – являются неадекватными. Так, модель принятия решений в условиях риска требует знания объективных вероятностей наступления различных состояний

природы. Между тем, применение объективных (классических, статистических) вероятностей к человеческой деятельности в любой сфере – экономике, социологии, менеджменте, психологии и пр. – неправомерно, поскольку последние не являются вероятностными объектами (подробнее см. [1, 4, 5, 7]). Обе модели – в условиях полной неопределенности и в условиях риска – исходят из допущения, что будущий результат принятого решения при каждом сочетании «решение – состояние природы» является единственным и строго определенным. Между тем, в результате принятого решения в будущем может реализоваться множество самых разнообразных исходов, носящих как благоприятный (шансы), так и неблагоприятный (риски) для субъекта характер [4], причем какие именно состояния природы и конкретные результаты актуализируются в будущем являются полностью неопределенными и непредсказуемыми. Поэтому при рассмотрении различных сочетаний «решение – возможное состояние природы» необходимо анализировать все возможные шансы (прибыли, удачи) и риски (ущерб, неудачи).

Вместе с тем, в существующей литературе по принятию решений в различных областях (экономике, менеджменте и пр.) рассматриваются исключительно риски. Вместе с тем, психология принятия решений свидетельствует об ином: человек

предпринимая ту или иную деятельность руководствуется в первую очередь теми преимуществами и возможностями, которые сулит ему достижение поставленной цели и только в последнюю очередь рассматривает возможные неудачи и трудности на своем пути. В противном случае, то есть при ориентации только на неудачу, будет отсутствовать мотивация, необходимая для начала любой деятельности. Здесь мы солидарны с великим экономистом Дж. Кейнс, который полагал, что именно мотивация на успех, а не на будущие возможные неудачи, заставляет субъекта принимать решение и действовать, воплощая его в жизнь [2]. В силу сказанного, при принятии решения необходимо анализировать как шансы, то есть выгоды, так и риски, то есть препятствия и неудачи, но не одни лишь риски, как это сложилось в литературе («риск-менеджмент», «рискология» и пр.).

В данной статье рассматривается метод для принятия наилучшего решения в условиях полной неопределенности, который учитывает прогнозы и оценки наступления в будущем множества результатов (шансов и рисков), которыми может завершиться принятое решение. Метод использует модифицированную матрицу платежей (вместо обычной матрицы платежей), отражающую реализацию в будущем множества шансов и рисков при каждом сочетании «принятое решение – состояние природы». Наилучшее решение принимается на основе максимального значения комплексного критерия, отражающего баланс между всеми суммарными шансами и всеми суммарными рисками. Для визуального отображения соотношений между суммарными шансами и рисками вводится диаграмма шансов и рисков. Применение метода рассмотрено на конкретном примере.

Процедура принятия решения в условиях неопределенного будущего, с учетом прогнозирования и оценки множества шансов и рисков.

Процедуру, реализующую разработанный метод рассмотрим на модельном примере газетного киоска: продавец газет закупает газеты у поставщика накануне вечером по цене 1 у.д.е., а продает их на следующий день утром по цене 2 у.д.е. [3, 6]. Объем спроса на газеты априори не известен, поэтому продавец не знает сколько газет ему следует закупить, чтобы, с одной стороны, не упустить свою выгоду, если закупит мало газет, а с другой – не остаться с нераспроданными газетами, если закупит их слишком много.

Природой здесь является спрос на газеты на следующий день, состояниями природы (С) – объем неизвестного ожидаемого спроса (ОС), относительно которого продавец полагает, что завтра он может составить 1 экз. – состояние С₁, 2 экз. – состояние С₂ или 3 экз. – состояние С₃. Содержанием решения (А) продавца является выбор объема закупаемых газет (ОЗ) накануне: 1 экз. (решение А₁), 2 экз. (решение А₂) или 3 экз. (решение А₃). Значения платежей (прибыли или убытка) П, у.д.е. рассчитываются как $P = 2 \text{ у.д.е.} \times \min\{ОС, ОЗ\} - 1 \text{ у.д.е.} \times ОЗ$. Предполагается, что вероятности наступления состояний природы по оценкам продавца газет составят соответственно 0,2 (для С₁), 0,6 (для С₂) и 0,2 (для С₃).

Рассмотрим принятие решений с двух точек зрения: по существующей теории принятия решений и по предлагаемому методу.

Существующая теория принятия решений. В существующей теории принятия решений используются стандартная матрица платежей (табл. 1) и критерий принятия решения, представляющий собой ожидаемый платеж [3]. При этом делается неявное допущение, что при данном конкретном сочетании «решение – состояние природы» результатом будет один единственный исход (прибыль/убыток), наступающий с вероятностью 1 (табл. 1).

Таблица 1

Стандартная матрица платежей модели продавца газет

Альтернативы (А)	Состояния природы – ожидаемый спрос на газеты, экз.			Ожидаемые платежи \bar{P} , у.д.е.
	С ₁	С ₂	С ₃	
А ₁	1	1	1	$1 \cdot 0,2 + 1 \cdot 0,6 + 1 \cdot 0,2 = 1$
А ₂	0	2	2	$0 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,6 + 2 \cdot 0,2 = 1,6$
А ₃	-1	1	3	$(-1) \cdot 0,2 + 1 \cdot 0,6 + 3 \cdot 0,2 = 1$
Вероятности состояний природы	0,2	0,6	0,2	

Наилучшим будет решение A_2 , соответствующее максимальному значению ожидаемого платежа (1,6 у.д.е)

Вместе с тем, допущение, при котором каждое сочетание «решение – состояние природы» завершается с вероятностью 1 одним единственным результатом (табл. 1) – прибылью или убытком – не может быть признано адекватным реальной практике, поскольку любое решение всегда приводит к множеству различных последствий, каждое из которых может актуализироваться в реальности с той или иной вероятностью.

Предлагаемый метод принятия решений. Рассмотрим процедуру принятия решений предлагаемым методом. В данном примере решение при каждом состоянии будущего спроса, может иметь различные последствия: (а) получение прибыли (шанс), (б) убытки из-за несоответствия предложения спросу (риск), (в) упущенная выгода, как альтернативная прибыль от ин-

вестирования тех же средств в иной проект (риск), (г) утрата части клиентов, если продаваемые продавцом газеты будут в постоянном дефиците (риск), (д) рост объема продаж, если закупаемые продавцом газеты будут пользоваться спросом (шанс) и прочие. Примем для простоты, что множество шансов и рисков, которые могут актуализироваться в будущем имеют следующее содержание: (а) все закупленные газеты будут распроданы с наибольшим доходом (шанс ch_1), (б) ни одна газета не будет продана и продавец понесет убытки (риск ri_1), (в) будет продано газет меньше, чем ожидалось, так что продавец газет недополучит часть дохода (риск ri_2).

Для реализации метода составляется модифицированная матрица платежей (табл. 2). Каждая ячейка матрицы содержит данные по шансам и рискам (ch_1, ri_1, ri_2), которые могут актуализироваться при различных сочетаниях «решение A_i – состояние природы C_j », то есть (A_i, C_j) .

Таблица 2

Модифицированная матрица платежей продавца газет

Решения (A)	Шансы ch_1 и риски ri_1, ri_2	Количественные меры (M), вероятности (P) и величины (Ch_1/R_k) шансов / рисков при состояниях природы									Полная величина шанса / риска	Полная вероятность шанса / риска
		C_1			C_2			C_3				
		M	P	Ch_1/R_k	M	P	Ch_1/R_k	M	P	Ch_1/R_k		
A_1	ch_1	2	0,4	0,8	2	0,6	1,2	2	0,8	1,6	1,2	0,6
	ri_1	1	0,3	0,3	1	0,2	0,2	1	0,1	0,1	0,2	0,2
	ri_2	0	0,3	0	2	0,2	0,4	2	0,1	0,2	0,28	0,2
A_2	ch_1	2	0,1	0,2	4	0,5	2	4	0,7	2,8	1,8	0,46
	ri_1	1	0,4	0,4	1	0,3	0,3	1	0,2	0,2	0,3	0,3
	ri_2	0	0,5	0	2	0,2	0,4	4	0,1	0,4	0,32	0,24
A_3	ch_1	2	0,3	0,6	4	0,5	2	6	0,6	3,6	2,04	0,48
	ri_1	1	0,5	0,5	1	0,3	0,3	1	0,3	0,3	0,34	0,34
	ri_2	0	0,2	0	2	0,2	0,4	4	0,1	0,4	0,32	0,18
Субъективные вероятности состояний природы		0,2			0,6			0,2				

В табл. 2 введены следующие обозначения и вычисляемые величины:

– субъективные вероятности актуализации (P-столбцы в табл. 2) шансов и рисков $P_{ch,1}(A_i, C_j)$, $P_{ri,1}(A_i, C_j)$, $P_{ri,2}(A_i, C_j)$, назначенные продавцом/экспертом;

– количественные меры (M – столбцы в табл. 2) шансов и рисков, рассчитываемые по формулам: $M_{ch,1}(A_i, C_j) = 2$ у.д.е. $\times \min\{OC, O3\}$, $M_{ri,1}(A_i, C_j) = 1$ у.д.е. $\times O3$, $M_{ri,2}(A_i, C_j) = 2$ у.д.е. $\times PC$ (PC – реальный спрос, оказавшийся меньшим ожидаемого; здесь принято, что $PC = OC - 1$);

– величины шансов $Ch(A_i, C_j)$ и рисков $R_k(A_i, C_j)$, $k = 1, 2$ (Ch_1/R_k – столбцы в табл. 2), равные произведениям количественных мер $M(A_i, C_j)$ и вероятностей актуализации $P(A_i, C_j)$;

– полные величины шансов $Ch_1(A_i)$ и рисков $R_k(A_i)$, $k = 1, 2$ для каждого решения A_i , $i = 1, 2, 3$, равные усредненным по вероятностям всех состояний природы C_j ($j = 1, 2, 3$) величин шансов и рисков [4]:

$$Ch_1(A_i) = \sum_{j=1}^3 Ch(A_i, C_j)P(A_i, C_j),$$

$$R_k(A_i) = \sum_{j=1}^3 R(A_i, C_j) \cdot P(A_i, C_j).$$

Например, полная величина шанса для решения A_1 будет равна (табл. 2): $Ch_1(A_1) = 0,8 \cdot 0,2 + 1,2 \cdot 0,6 + 1,6 \cdot 0,2 = 1,2$;

– полные вероятности актуализации шансов $P_{ch,1}(A_i)$ и рисков $P_{ri,1}(A_i)$, $P_{ri,2}(A_i)$ [4], с которой полные величины шансов и рисков, соответствующие каждому решению A_i , $i = 1, 2, 3$, актуализируются в будущем. Определяются усреднением по вероятностям P_1, P_2, P_3 состояний природы C_1, C_2, C_3 . Например, полная вероятность шанса для решения A_1 составит (данные см. в табл. 2) $P_{ch,1}(A_1) = P_{ch,1}(A_1, C_1) \cdot P_1 +$

$$+ P_{ch,1}(A_1, C_2) \cdot P_2 + P_{ch,1}(A_1, C_3) \cdot P_3 = 0,4 \cdot 0,2 + 0,6 \cdot 0,6 + 0,8 \cdot 0,2 = 0,6.$$

По вычисленным значениям полных величин шансов и рисков, а также полным вероятностям их актуализации (табл. 2), определяются значения суммарных шансов $Ch(A_i)$ и суммарных рисков $R(A_i)$ (табл. 3) для каждого решения A_i [4]:

$$Ch(A_i) = Ch_1(A_i) \cdot P_{ch,1}(A_i),$$

$$R(A_i) = R_1(A_i) \cdot P_{ri,1}(A_i) + R_2(A_i) \cdot P_{ri,2}(A_i).$$

Например, суммарный риск для решения A_2 составит

$$R(A_2) = 0,3 \cdot 0,3 + 0,32 \cdot 0,24 = 0,1668.$$

Таблица 3

Суммарные шансы $Ch(A_i)$, суммарные риски $R(A_i)$ и комплексный критерий $R\&Ch$

Решения (A)	Суммарный шанс	Суммарный риск	Комплексный показатель шансов и рисков
A_1	0,72	0,096	0,624
A_2	0,828	0,1668	0,6612
A_3	0,9792	0,1732	0,806

Принятие окончательного решения основывается на максимизации комплексного критерия [4]

$$R\&Ch(A_i) = \beta_{Ch} Ch(A_i) - \beta_R R(A_i),$$

по всем комплексным критериям, рассчитанным для каждой альтернативы A_i .

Комплексный критерий $R\&Ch(A_i)$ характеризует соотношение баланса между благоприятными (шансами) и неблагоприятными (рисками) для субъекта результатами принятого решения A_i . Наилучшее решение будет соответствовать максимальному значению критерия $R\&Ch$ среди всех остальных решений. Коэффициенты β_{Ch} и β_R отражают относительную важность шансов и рисков с точки зрения склонности субъекта к риску: при его склонности к риску $\beta_{Ch} < \beta_R$, при осторожном отношении $\beta_{Ch} > \beta_R$, при нейтральном отношении $\beta_{Ch} = \beta_R$. В данном примере примем, что субъект одинаково относится как к шансам, так и к рискам, то есть $\beta_{Ch} = \beta_R = 1$.

Значения комплексного показателя $R\&Ch(A_i)$, вычисленные для каждого решения (табл. 3) позволяют заключить, что наилучшим будет решение A_3 , соответствующее максимальному значению критерия $R\&Ch(A_3) = 0,806$. Таким образом, согласно предлагаемому методу рекомендуется принять решение A_3 , в отличие от решения A_2 , рекомендуемого обычной существующей

теорией принятия решений со стандартной матрицей платежей (табл. 1). Принятие решения A_3 является более адекватным реальной действительности, поскольку принимает во внимание множественность возможных исходов решений. Для наглядного отображения суммарных шансов и рисков служит [4] диаграмма шансов и рисков (рисунок).



Диаграмма шансов и рисков для решения A_3

Заключение

Разработанный в статье метод позволяет принимать наилучшие решения в условиях полной неопределенности, с учетом прогнозирования и оценки множества возможных результатов и последствий (шансов и рисков) принятых решений. Структура данных для принятия решений отражает введенная модифицированная матрица платежей, значительно отличающаяся от обычной, полнотой представления множества возможных будущих результатов принятых решений. Наилучшее решение принимается на основании максимизации комплексного критерия, характеризующего соотношение баланса между суммарными величинами шансов и рисков, а также – диаграммы, в визуальном виде представляющей баланс между ними. Алгоритм разработанного ме-

тода продемонстрирован на конкретном модельном примере.

Список литературы

1. Карнап Р. Философские основания физики. – М.: Издательство ЛКИ, УРСС, 2008.
2. Кейнс Дж.М. Общая теория занятости, процента и денег. – М.: Гелиос АРВ, 2012.
3. Мадера А.Г. Моделирование и принятие решений в менеджменте. – 3-е изд. – М.: Издательство ЛКИ / УРСС, 2013.
4. Мадера А.Г. Риски и шансы: Неопределенность, прогнозирование и оценка. – М.: КРАСАНД / УРСС, 2014.
5. Мадера А.Г. Метод прогнозирования вероятностей актуализации последствий принятых решений в условиях неопределенности // Менеджмент в России и за рубежом, № 6, 2012. С. 21 – 29.
6. Мур Д.Х., Уэдерфорд Л.Р. Экономическое моделирование в Microsoft Excel. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2004.
7. Философия математики и технических наук // Под общ. ред. С.А. Лебедева. – М.: Академический проект, 2006.