

УДК 338.24.01

ПРИМЕНЕНИЕ КРИТЕРИАЛЬНОГО ПОДХОДА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ К ФОРМИРОВАНИЮ ПРОДУКТОВОГО ПОРТФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Мухина Евгения Ринатовна

старший преподаватель

Пермский национальный исследовательский политехнический
университет, Пермь

author@apriori-journal.ru

Аннотация. В статье рассмотрены математические модели процесса принятия решения в условиях неопределенности. Приведена сравнительная характеристика критериев принятия решений в условиях неопределенности. Приведен практический пример принятия решений в области производственной политики в условиях неопределенности деловой среды.

Ключевые слова: неопределенность; матрица последствий; матрица рисков; критерии принятия решений.

APPLICATION CRITERIA APPROACH TO THE FORMATION OF PRODUCT PORTFOLIO UNDER UNCERTAINTY

Mukhina Evgeniya Rinatovna

senior lecturer

Perm National Research Polytechnic University, Perm

Abstract. The article describes the mathematical models of decision-making under uncertainty. A comparative characteristic of criteria for decision-making under uncertainty is given. An example of decision-making in uncertain business environment is proposed.

Key words: uncertainty; matrix effects; risk matrix; decision-making criteria.

Решения, принимаемые в условиях неопределенности, занимают весомую часть всего множества решений, принимаемых менеджерами. Но, как правило, на практике решения, принимаемые в условиях полной неопределенности, не встречаются. Для принятия решений предприятие должно собрать необходимый дополнительный объем релевантной информации и проанализировать ситуацию, либо принять решение на основе суждений, интуиции, анализа накопленного опыта руководителя. Для принятия оптимальных решений необходимо использовать научный подход при использовании различных методов [1].

Воспользуемся математическими моделями процесса принятия решения в условиях неопределенности, т.е. отсутствия необходимой для обоснованного принятия решения информации.

Аналог задач такого рода ситуации изучается в теории игр. Отличительная особенность игры с природой состоит в том, что в ней сознательно действует только один из участников. Второй игрок (природа) сознательно против первого игрока не действует, а выступает как не имеющий конкретной цели и случайным образом выбирающий очередные «ходы». Методы принятия решений в играх с природой зависят от характера неопределенности, точнее от того, известны или нет вероятности состояний (стратегий) природы,

Рассмотрим организацию и аналитическое представление игры с природой. Пусть игрок 1 имеет m возможных стратегий: L_1, L_2, \dots, L_m , а у природы имеется n возможных состояний (стратегий): P_1, P_2, \dots, P_n , тогда условия игры с природой задаются матрицей A выигрышей игрока 1:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

Возможен и другой способ задания матрицы игры с природой: не в виде матрицы выигрышей, а в виде так называемой матрицы рисков

$R = \|r_{ij}\|_{m,n}$. В данном случае величина риска – это размер платы за отсутствие информации о состоянии среды. Матрица R может быть построена непосредственно из условий задачи или на основе матрицы выигрышей A .

Риском r_{ij} игрока при использовании им стратегии L_i и при состоянии среды P_j называется разность между выигрышем, который игрок получил бы, если бы он знал, что выбор среды будет P_j , и выигрышем, который игрок получит, не имея этой информации.

Зная стратегию P_j природы, игрок выбирает ту стратегию, при которой его выигрыш максимальный $\beta_j = \max_{i=1,\dots,m} a_{ij}$, т.е. риск $r_{ij} = \beta_j - a_{ij}$ при заданном j [2].

К правилам принятия решений, при которых не учитывается численное значение вероятных исходов, относятся:

- Правило осторожного наблюдателя (критерий Вальда);
- Правило максимакса;
- Правило пессимизма-оптимизма (критерий Гурвица);
- Правило минимального риска (критерий Сэвиджа).

Предлагаем рассмотреть данные критерии в сравнении по степени риска (таблица 1).

Построим матрицу выигрышей для ООО «НПК «Энергия», для примера воспользуемся данными по производству бумаги БКМ-140, оптовый спрос на которую колеблется от 50000 кг. до 950000 кг. Производственные мощности позволяют увеличить объем выпуска до 1000000 кг в квартал. Полная себестоимость 1 кг. бумаги БКМ-140 составляет 20 руб. Помимо этого, в случае если объем нереализованной продукции превышает 100 т., необходимо арендовать еще один склад. Затраты на аренду составляют 16000 руб. за квартал.

Сравнительная характеристика критериев принятия решений в условиях неопределенности

Наименование критерия	Краткая характеристика	Степень риска
Правило осторожного наблюдателя (максиминный критерий Вальда)	Природа рассматривается как агрессивно настроенный и сознательно действующий противник типа тех, которые противодействуют в матричных играх. Выбирается решение, для которого достигается значение $W = \max_{1 \leq i \leq m} \min_{1 \leq j \leq n} a_{ij}$	Минимальный риск
Правило максимакса	Стратегия, максимизирующая максимальные выигрыши для каждого состояния природы. Это критерий крайнего оптимизма. Наилучшим признается решение, при котором достигается максимальный выигрыш, равный [3] $M = \max_{1 \leq i \leq m} \max_{1 \leq j \leq n} a_{ij}$	Высокий риск
Правило пессимизма-оптимизма (критерий Гурвица)	Критерий пессимизма-оптимизма Гурвица. Этот критерий при выборе решения рекомендует руководствоваться некоторым средним результатом, характеризующим состояние между крайним пессимизмом и безудержным оптимизмом. Согласно этому критерию, стратегия в матрице А выбирается в соответствии со значением $H_A = \max_{1 \leq i \leq m} \left\{ p \min_{1 \leq j \leq n} a_{ij} + (1-p) \max_{1 \leq j \leq n} a_{ij} \right\},$ Применительно к матрице рисков R критерий пессимизма-оптимизма Гурвица имеет вид: $H_R = \min_{1 \leq i \leq m} \left\{ p \max_{1 \leq j \leq n} r_{ij} + (1-p) \min_{1 \leq j \leq n} r_{ij} \right\}.$	Умеренный риск
Правило минимального риска (критерий минимаксного риска Сэвиджа).	Выбор стратегии аналогичен выбору стратегии по принципу Вальда с тем отличием, что игрок руководствуется не матрицей выигрышей А, а матрицей рисков R: $S = \min_{1 \leq i \leq m} \max_{1 \leq j \leq n} r_{ij}$	Минимальный риск

Эластичность спроса по цене на данный товар составляет 0,44, что говорит о том, что спрос неэластичен. Следовательно, у товара нет заменителей, организация может незначительно повышать цену.

Предлагается увеличить цену на 2 % в случае, когда объем спроса превышает объем предложения более чем на 100000 кг. В противном случае цена остается без изменений.

Итак, построим матрицу последствий.

Стратегиями компании являются различные показатели объема производства бумаги БКМ-140, которые она может производить. Состояниями природы выступают значения оптового спроса на БКМ-140.

Вычислим доход, который получит производитель, если он примет решение о выпуске 50000 кг бумаги БКМ-140, а спрос будет 200000 кг.

Итак, пусть компания произвела 50000 кг., издержки производства которых составили $50000 \times 20 = 1000000$ руб. Если бы спрос был 50000 кг., то выручка составила бы $42 \times 50000 = 2100000$ руб., а прибыль при таком сочетании спроса и предложения – $2100000 - 1000000 = 1100000$ руб. Но спрос 200000 кг., поэтому выручка составит $42 \times 1,02 \times 50000 = 2142000$ руб. А прибыль в этом случае будет равна 1142000 руб.

Рассмотрим и обратную ситуацию, когда спрос меньше предложения. Предположим, объем производства 200000 кг. бумаги БКМ, а спрос в течение сезона всего 50000 кг. В этом случае издержки производства составляют $20 \times 200000 = 4000000$ руб. Помимо этого возникают дополнительные расходы на хранение продукции в размере 16000 руб. Выручка же от продажи продукции при таком раскладе равна $42 \times 50000 = 2100000$ руб. Таким образом, компания несет убыток в размере 1916000 руб.

Аналогичным образом выполняются расчеты при других сочетаниях спроса и предложения. В итоге получаем матрицу последствий, которая приведена в таблице 2.

При этом возникает вопрос об оценке размеров риска, связанного с недополучением дохода при выборе того или иного решения. Обсудим

логику соответствующего подхода. Пусть принимается i -е решение. Очевидно, если бы было известно, что реальная ситуация примет j -й вариант, то ЛПР приняло бы решение, дающее доход $q_j = \max_j q_{ij}$. Но так как i -е решение принимается в условиях неопределенности, то существует риск получить доход не q_i , а всего лишь q_{ij} . И этому неблагоприятному исходу можно сопоставить риск r_{ij} , размер которого целесообразно оценить как разность $r_{ij} = q_i - q_{ij}$.

Матрицу $R = (r_{ij})$, составленную из элементов r_{ij} (где $i = 1, 2, \dots, m$, а $j = 1, 2, \dots, n$), называют матрицей рисков.

Построим матрицу рисков по полученной выше матрице последствий. Очевидно, $q_1 = 1100$ тыс. руб., $q_2 = 2200$ тыс. руб., $q_3 = 3300$ тыс. руб., $q_4 = 4400$ тыс. руб., $q_5 = 5500$ тыс. руб., $q_6 = 6600$ тыс. руб., $q_7 = 7700$ тыс. руб., $q_8 = 8800$ тыс. руб., $q_9 = 9900$ тыс. руб., $q_{10} = 11000$ тыс. руб., $q_{11} = 12100$ тыс. руб., $q_{12} = 13200$ тыс. руб., $q_{13} = 14300$ тыс. руб., $q_{14} = 15400$ тыс. руб., $q_{15} = 16500$ тыс. руб., $q_{16} = 17600$ тыс. руб., $q_{17} = 18700$ тыс. руб., $q_{18} = 19800$ тыс. руб., $q_{19} = 20900$ тыс. руб., $q_{20} = 22000$ тыс. руб. Следовательно, матрица рисков имеет следующий вид (таблица 3).

Итак, применим описанные ранее критерии для принятия решений с учетом изложенных условий.

- Допустим, мы руководствуемся критерием максимакса, несем высокий риск ради получения максимального выигрыша. В этом случае необходимо принять 20-е решение относительно выпуска продукции, т.е. произвести 1000 т. бумаги в течение лета.
- Если мы придерживаемся стратегии минимального риска, в таком случае необходимо руководствоваться критерием максимина или минимакса. Рассмотрим процесс принятия решений с использованием критерия максимина. Выбираем наибольший минимальный доход по каждому из возможных решений. В первом случае минимальный доход составит 1100 тыс. руб., во втором случае – 100 тыс.

руб., в третьем – убыток 900 тыс. руб. и т.д. Следовательно, необходимо принять первое решение о выпуске продукции. Критерий минимакса аналогичен критерию максимина. Но лицо, принимающее решение, руководствуется не матрицей последствий, а матрицей рисков. Согласно этому критерию, лучшим является решение, при котором максимальное значение риска будет минимальным. Риск при принятии первого решения $r_1 = 20858$, $r_2 = 19716$, $r_3 = 18574$, $r_4 = 17432$, $r_5 = 16290$, $r_6 = 15148$, $r_7 = 14006$, $r_8 = 12864$, $r_9 = 11722$, $r_{10} = 10580$, $r_{11} = 10016$, $r_{12} = 11016$, $r_{13} = 12016$, $r_{14} = 13016$, $r_{15} = 14016$, $r_{16} = 15016$, $r_{17} = 16016$, $r_{18} = 17016$, $r_{19} = 18016$, $r_{20} = 19016$. Среди максимальных значение риска по каждому из возможных решений выбираем минимальное значение. В данном случае критерию минимакса удовлетворяет 11-е решение, согласно которому необходимо произвести 550 т. бумаги в течение лета.

- Если организация придерживается стратегии умеренного риска, можно воспользоваться критерием Гурвица. Чем больше значение альфа-критерия Гурвица, тем меньший риск мы закладываем при принятии решений. Оценив ранее сложность и стабильность деловой среды для ООО «НПК «Энергия», мы сделали вывод об умеренной неопределенности. Возьмем в таком случае значение критерия альфа равным 0,5. Тогда нам следует принять такое решение, при котором достигается максимум выражения $c_i = \alpha \times \min q_{ig} + (1 - \alpha) \times \max q_{ig}$. При $\alpha = 0,5$ получаем вектор $c = (1121, 1192, 1263, 1326, 1397, 1468, 1539, 1610, 1681, 1752, 1823, 1894, 1965, 2036, 2107, 2178, 2249, 1942, 1992, 2042)$. Максимальное значение $c = 2249$ получаем при принятии семнадцатого решения, т.е. необходимо произвести 850 т. бумаги БКМ-140.

Для выбора оптимального для предприятия варианта требуется проведение маркетингового анализа продуктового портфеля, учет фактора сезонности, оценка неопределенности деловой среды.

Матрица последствий

Объем производства бумаги БКМ-140, т.	Спрос на бумагу БКМ-140, т.																			
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
50	1100	1100	1100	1142	1142	1142	1142	1142	1142	1142	1142	1142	1142	1142	1142	1142	1142	1142	1142	1142
100	100	2200	2200	2200	2284	2284	2284	2284	2284	2284	2284	2284	2284	2284	2284	2284	2284	2284	2284	2284
150	-900	1200	3300	3300	3300	3426	3426	3426	3426	3426	3426	3426	3426	3426	3426	3426	3426	3426	3426	3426
200	-1916	200	2300	4400	4400	4400	4568	4568	4568	4568	4568	4568	4568	4568	4568	4568	4568	4568	4568	4568
250	-2916	-816	1300	3400	5500	5500	5500	5710	5710	5710	5710	5710	5710	5710	5710	5710	5710	5710	5710	5710
300	-3916	-1816	284	2400	4500	6600	6600	6600	6852	6852	6852	6852	6852	6852	6852	6852	6852	6852	6852	6852
350	-4916	-2816	-716	1384	3500	5600	7700	7700	7700	7994	7994	7994	7994	7994	7994	7994	7994	7994	7994	7994
400	-5916	-3816	-1716	384	2484	4600	6700	8800	8800	8800	9136	9136	9136	9136	9136	9136	9136	9136	9136	9136
450	-6916	-4816	-2716	-616	1484	3584	5700	7800	9900	9900	9900	10278	10278	10278	10278	10278	10278	10278	10278	10278
500	-7916	-5816	-3716	-1616	484	2584	4684	6800	8900	11000	11000	11000	11420	11420	11420	11420	11420	11420	11420	11420
550	-8916	-6816	-4716	-2616	-516	1584	3700	5800	7900	10000	12100	12100	12100	12562	12562	12562	12562	12562	12562	12562
600	-9916	-7816	-5716	-3616	-1516	584	2684	4784	6884	9000	11100	13200	13200	13200	13704	13704	13704	13704	13704	13704
650	-10916	-8816	-6716	-4616	-2516	-416	1684	3784	5884	7984	10100	12200	14300	14300	14300	14846	14846	14846	14846	14846
700	-11916	-9816	-7716	-5616	-3516	1416	684	2784	4884	6984	9084	11200	13300	15400	15400	15400	15988	15988	15988	15988
750	-12916	-10816	-8716	-6616	-4516	2416	-316	1784	1784	5984	8084	10184	12300	14400	16500	16500	16500	17130	17130	17130
800	-13916	-11816	-9716	-7616	-5516	3416	1316	784	2884	4984	7084	9184	11284	13400	15500	17600	17600	17600	18272	18272
850	-14916	-12816	10716	-8616	-6516	4416	2316	-216	1884	3984	6084	8184	10284	12384	14500	16600	18700	18700	18700	19414
900	-15916	-13816	11716	-9616	-7516	5416	3316	1216	884	2984	5084	7184	9284	11400	13484	15600	17700	19800	19800	19800
950	-16916	-14816	12716	10616	-8516	6416	4316	2216	-116	1984	4084	6184	8284	10400	12484	14584	16700	18800	20900	20900
1000	-17916	-15816	13716	11616	-9516	7416	5316	3216	1116	984	3084	5184	7284	9400	11484	13584	15684	17800	19900	22000

Матрица рисков

Объем производства бумаги БКМ-140, т.	Спрос на бумагу БКМ-140, т.																			
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
50	0	1100	2200	3258	4358	5458	6558	7658	8758	9858	10958	12058	13158	14258	15358	16458	17558	18658	19758	20858
100	1000	0	1100	2200	3216	4316	5416	6516	7616	8716	9816	10916	12016	13116	14216	15316	16416	17516	18616	19716
150	2000	1000	0	1100	2200	3174	4274	5374	6474	7574	8674	9774	10874	11974	13074	14174	15274	16374	17474	18574
200	3016	2000	1000	0	1100	2200	3132	4232	5332	6432	7532	8632	9732	10832	11932	13032	14132	15232	16332	17432
250	4016	3016	2000	1000	0	1100	2200	3090	4190	5290	6390	7490	8590	9690	10790	11890	12990	14090	15190	16290
300	5016	4016	3016	2000	1000	0	1100	2200	3048	4148	5248	6348	7448	8548	9648	10748	11848	12948	14048	15148
350	6016	5016	4016	3016	2000	1000	0	1100	2200	3006	4106	5206	6306	7406	8506	9606	10706	11806	12906	14006
400	7016	6016	5016	4016	3016	2000	1000	0	1100	2200	2964	4064	5164	6264	7364	8464	9564	10664	11764	12864
450	8016	7016	6016	5016	4016	3016	2000	1000	0	1100	2200	2922	4022	5122	6222	7322	8422	9522	10622	11722
500	9016	8016	7016	6016	5016	4016	3016	2000	1000	0	1100	2200	2880	3980	5080	6180	7280	8380	9480	10580
550	10016	9016	8016	7016	6016	5016	4000	3000	2000	1000	0	1100	2200	2838	3938	5038	6138	7238	8338	9438
600	11016	10016	9016	8016	7016	6016	5016	4016	3016	2000	1000	0	1100	2200	2796	3896	4996	6096	7196	8296
650	12016	11016	10016	9016	8016	7016	6016	5016	4016	3016	2000	1000	0	1100	2200	2754	3854	4954	6054	7154
700	13016	12016	11016	10016	9016	8016	7016	6016	5016	4016	3016	2000	1000	0	1100	2200	2712	3812	4912	6012
750	14016	13016	12016	11016	10016	9016	8016	7016	8116	5016	4016	3016	2000	1000	0	1100	2200	2670	3770	4870
800	15016	14016	13016	12016	11016	10016	9016	8016	7016	6016	5016	4016	3016	2000	1000	0	1100	2200	2628	3728
850	16016	15016	14016	13016	12016	11016	10016	9016	8016	7016	6016	5016	4016	3016	2000	1000	0	1100	2200	2586
900	17016	16016	15016	14016	13016	12016	11016	10016	9016	8016	7016	6016	5016	4000	3016	2000	1000	0	1100	2200
950	18016	17016	16016	15016	14016	13016	12016	11016	10016	9016	8016	7016	6016	5000	4016	3016	2000	1000	0	1100
1000	19016	18016	17016	16016	15016	14016	13016	12016	11016	10016	9016	8016	7016	6000	5016	4016	3016	2000	1000	0

Список использованных источников

1. Кулакова О. Бюджетирование // Бюджетирование и финансовый менеджмент. [Электронный ресурс].
2. Курбатова С.Г. Анализ принципов оптимальности в динамических играх с природой // Федеральный образовательный портал. [Электронный ресурс].
3. Математика для экономистов. [Электронный ресурс].
4. Принятие решений в условиях неопределенности. [Электронный ресурс]. URL:<http://www.zashita-informacii.ru>