Принятие решений в условиях неполной информации

Т. Тжаскалик

Введение в исследование операций

с применением компьютера

Решения в условиях риска – одношаговая задача

Пример 5.1

Оптовая стоимость: 80 гр./шт.,

Розничная цена: 1,10 зл/шт.,

Количество газет в пачке: 40 шт.,

«Неудачный» день: спрос 50 шт., частота 26%

«Нормальный» день спрос 100 шт., частота 40%

«Удачный» день спрос 150 шт., частота 34%

Решение	Прибыль продавца газет при спросе, равном:		
	n=50	n=100	n=150
x=1	12	12	12
x=2	-9	24	24
x=3	-41	14	36
x=4	-73	-18	37

Правило максимизации ожидаемой полезности

Рассчитываем ожидаемую полезность каждого решения с использованием распределения вероятностей каждого состояния природы. Рекомендуется принять решение, для которого ожидаемая прибыль оказывается максимальной.

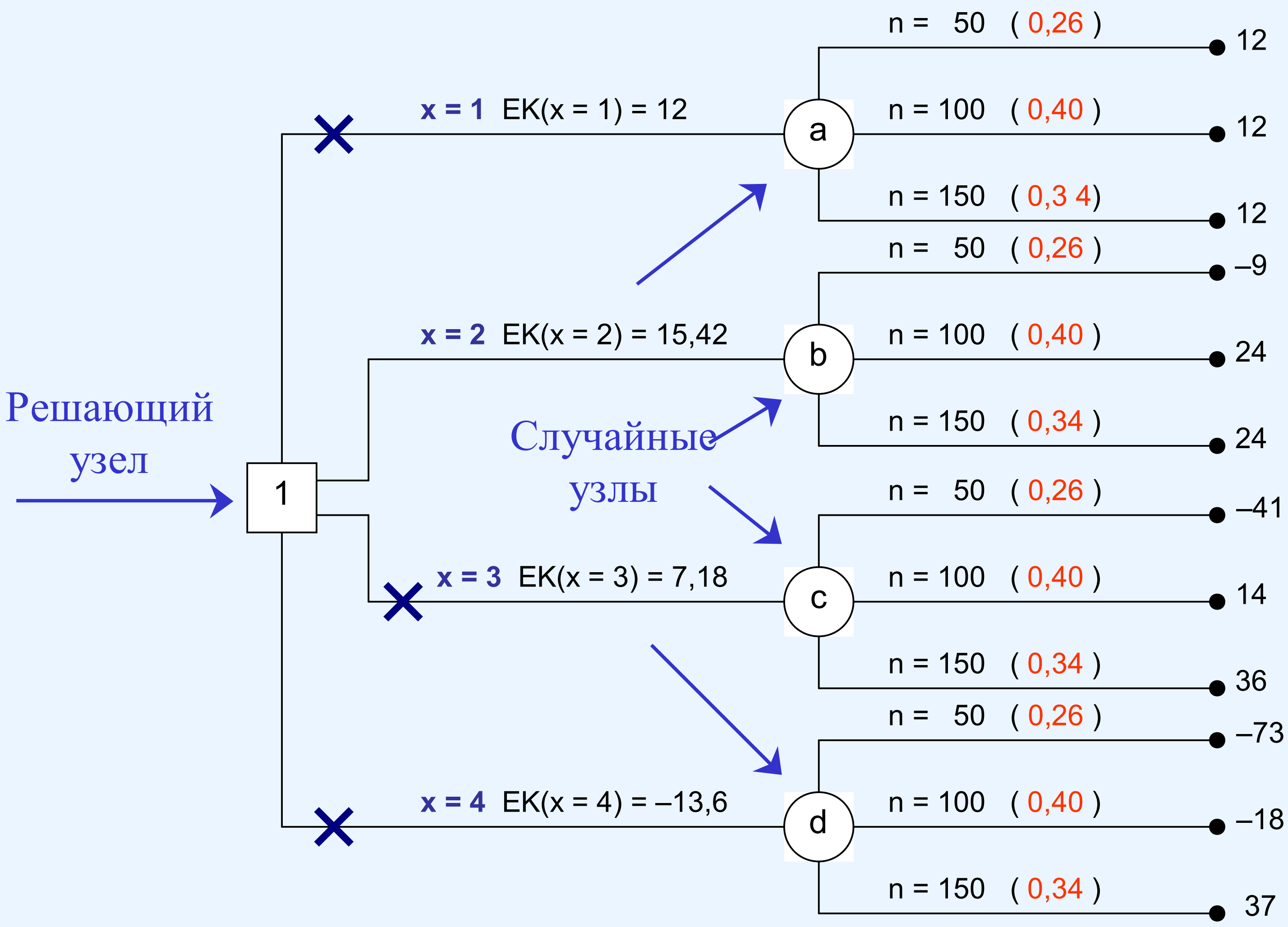
$$EK(x=1) = 12 \cdot 0{,}26 + 12 \cdot 0{,}4 + 12 \cdot 0{,}34 = 12$$

$$EK(x=2) = (-9) \cdot 0{,}26 + 24 \cdot 0{,}4 + 24 \cdot 0{,}34 = 15{,}42$$

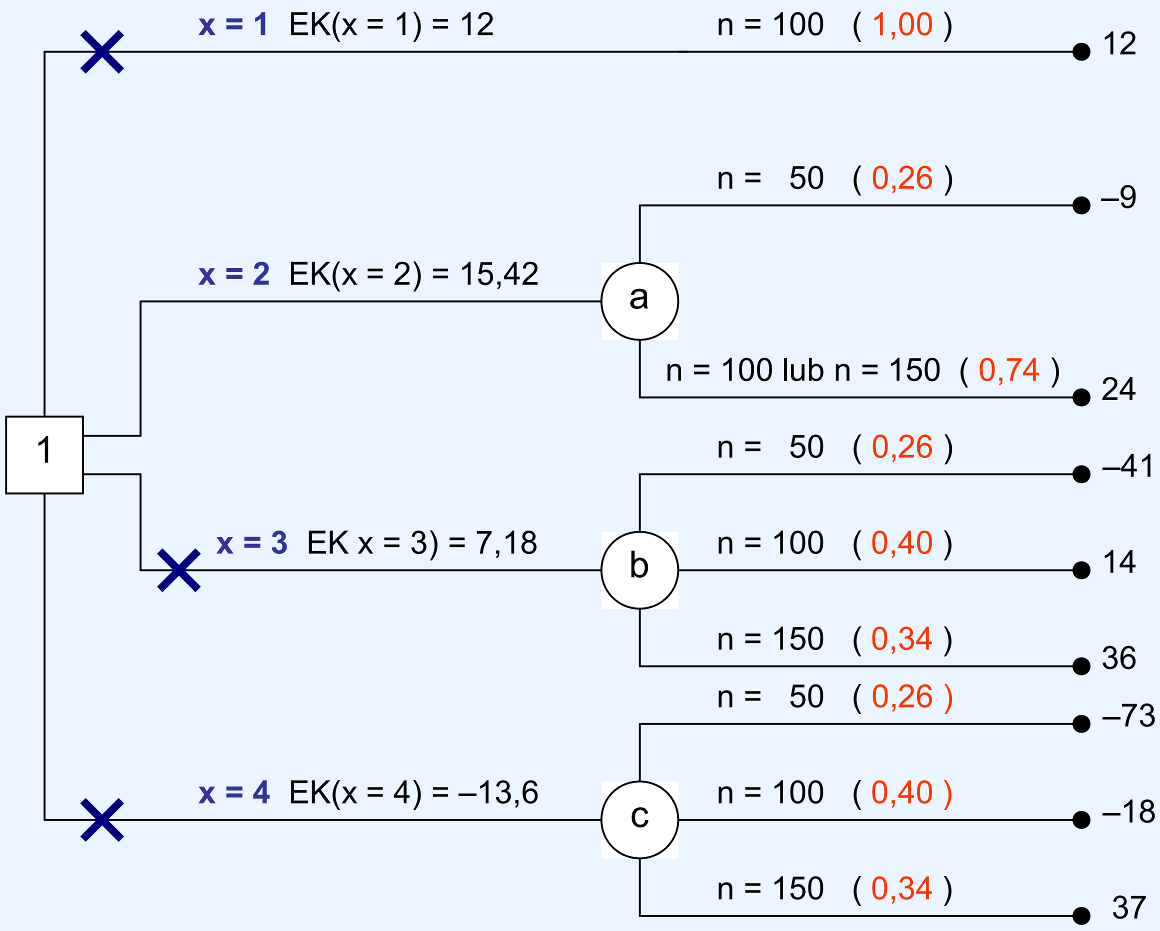
$$EK(x=3) = (-41) \cdot 0{,}26 + 14 \cdot 0{,}4 + 36 \cdot 0{,}34 = 7{,}18$$

$$EK(x=4) = (-73) \cdot 0{,}26 + (-18) \cdot 0{,}4 + 37 \cdot 0{,}34 = -13{,}6$$

Одношаговое дерево решений (1)



Одношаговое дерево решений (2)



Двухшаговая задача

Пример 5.2

Капитал продавца газет на начало первого дня = 75

Допустимые решения

Первый день	Второй день		
$x_1(75) = 1$	$x_2(87) = 1$	$x_2(66) = 1$	$x_2(99) = 1$
$x_1(75) = 2$	$x_2(87) = 2$	$x_2(66) = 2$	$x_2(99) = 2$
			$x_2(99) = 3$

Стратегия - функция, приписывающая каждому решающему узлу некоторое решение

Оптимальная стратегия - Приписывает каждому состоянию решение, оптимальное с позиций применяемого решающего правила

Двухшаговое дерево решений (1)

Этап 2

$EK(x_2(87)=1) = 99$

$EK(x_2(87)=2) = 78 \cdot 0{,}26 + 111 \cdot 0{,}74 = 102{,}42$

$EK(x_2(66)=1) = 78$

$EK(x_2(66)=2) = 57 \cdot 0{,}26 + 90 \cdot 0{,}74 = 81{,}42$

$EK(x_2(99)=1) = 111$

$EK(x_2(99)=2) = 90 \cdot 0{,}26 + 123 \cdot 0{,}74 = 114{,}42$

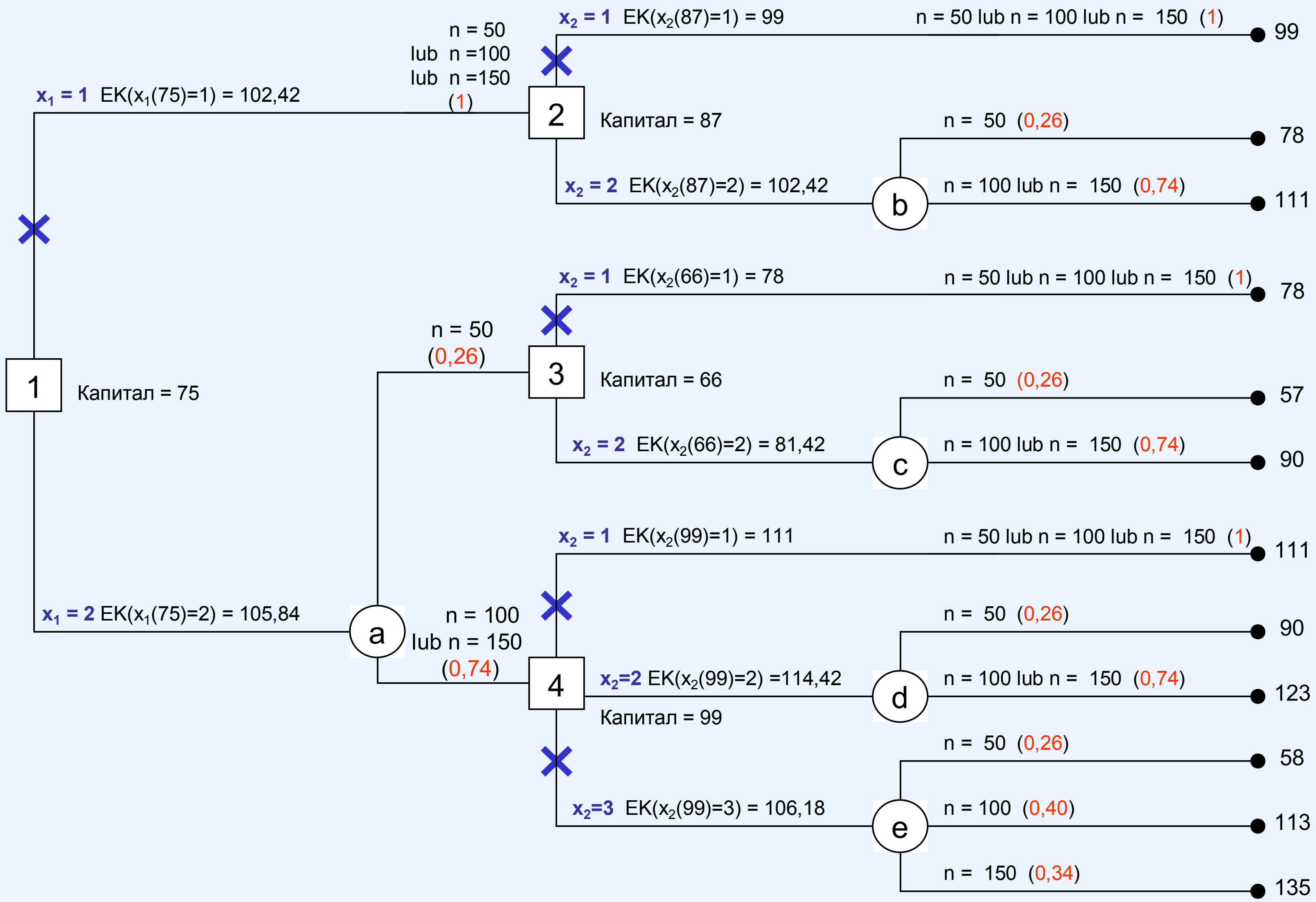
$EK(x_2(99)=3) = 58 \cdot 0{,}26 + 113 \cdot 0{,}4 + 135 \cdot 0{,}34 = 106{,}18$

Этап 1

$EK(x_1(75)=1) = 102{,}42$

$EK(x_1(75)=2) = 81{,}42 \cdot 0{,}26 + 114{,}42 \cdot 0{,}74 = 105{,}84$

Двухшаговое дерево решений (2)



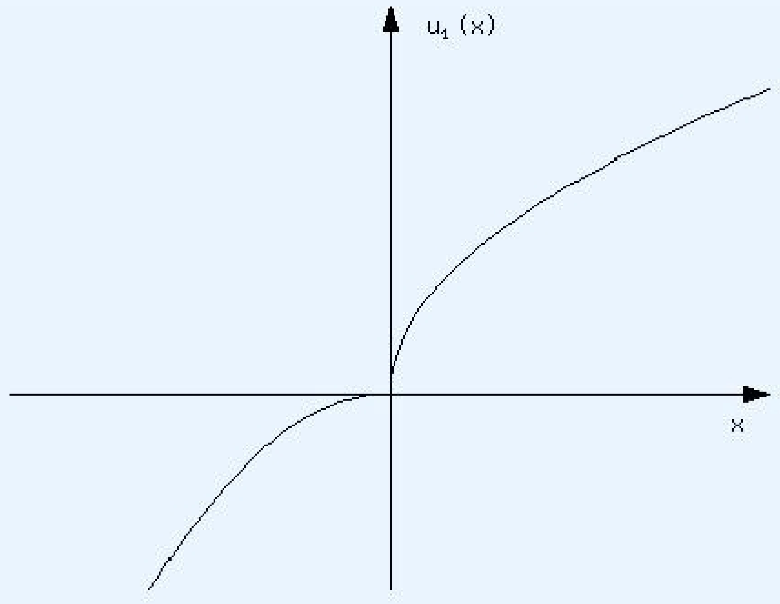
Двухшаговое дерево решений (3)

Оптимальная стратегия

Этап	Решающий узел	Оптимальное решение
1	1	$x_1 = 2$
2	2	$x_2 = 2$
2	3	$x_2 = 2$
2	4	$x_2 = 2$

Функция полезности при нежелании рисковать

$$u_1(x) = \begin{cases} 10\sqrt{x}, & x \geq 0 \\ \dfrac{-x^2}{10}, & x < 0 \end{cases}$$



<table>
<tr><th rowspan="2">Решение</th><th colspan="3">Значения функции полезности u_1 при спросе, равном:</th></tr>
<tr><th>$n = 50$</th><th>$n = 100$</th><th>$n = 150$</th></tr>
<tr><td>$x = 1$</td><td>34,64</td><td>34,64</td><td>34,64</td></tr>
<tr><td>$x = 2$</td><td>–8,1</td><td>48,99</td><td>48,99</td></tr>
<tr><td>$x = 3$</td><td>–168,1</td><td>37,42</td><td>60</td></tr>
<tr><td>$x = 4$</td><td>–532,9</td><td>–32,4</td><td>60,83</td></tr>
</table>

Правило максимизации ожидаемой полезности (1)

Рассчитываем ожидаемую полезность каждого решения с учетом распределения вероятностей состояний природы. Рекомендуем принять решение, для которого ожидаемая полезность оказывается максимальной.

$$Eu_1(x=1) = 34{,}64 \cdot 0{,}26 + 34{,}64 \cdot 0{,}4 + 34{,}64 \cdot 0{,}34 = 34{,}64$$

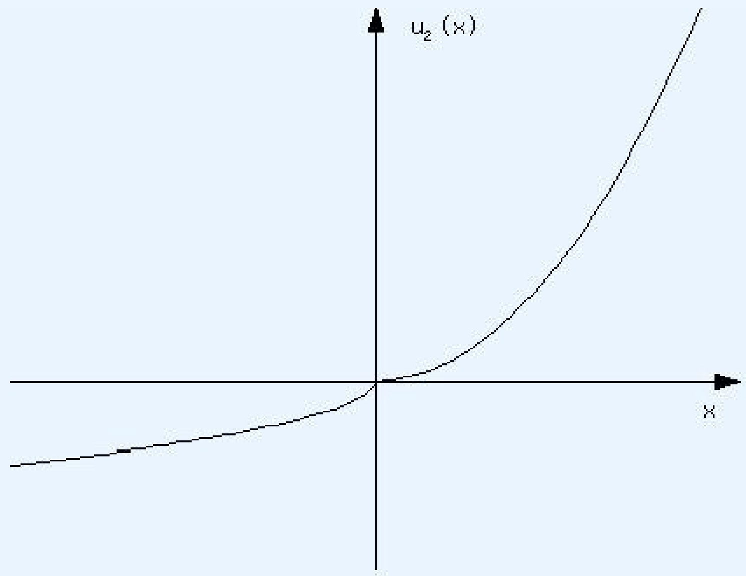
$$Eu_1\ (x=2) = (-8{,}1) \cdot 0{,}26 + 48{,}99 \cdot 0{,}4 + 48{,}99 \cdot 0{,}34 = 34{,}15$$

$$Eu_1\ (x=3) = (-168{,}1) \cdot 0{,}26 + 37{,}42 \cdot 0{,}4 + 60 \cdot 0{,}34 = -8{,}34$$

$$Eu_1\ (x=4) = (-532{,}9) \cdot 0{,}26 + (-32{,}4) \cdot 0{,}4 + 60{,}83 \cdot 0{,}34 = -130{,}83$$

Функция полезности при склонности к риску

$$u_2(x)=\begin{cases}\dfrac{x^2}{10}, & x\ge 0\\ -10\sqrt{|x|}, & x<0\end{cases}$$



Решение	Значения функции полезности u_2 при спросе, равном:		
	n = 50	n = 100	n = 150
$x = 1$	14,4	14,4	14,4
$x = 2$	–30	57,6	57,6
$x = 3$	–64,03	19,6	129,6
$x = 4$	–85,44	–42,43	136,9

Правило максимизации ожидаемой полезности (2)

Рассчитываем ожидаемую полезность каждого решения с учетом распределения вероятностей состояний природы. Рекомендуем принять решение, для которого ожидаемая полезность оказывается максимальной.

$$Eu_2(x=1) = 14{,}4 \cdot 0{,}26 + 14{,}4 \cdot 0{,}4 + 14{,}4 \cdot 0{,}34 = 14{,}4$$

$$Eu_2(x=2) = (-30) \cdot 0{,}26 + 57{,}6 \cdot 0{,}4 + 57{,}6 \cdot 0{,}34 = 34{,}82$$

$$Eu_2(x=3) = (-64{,}03) \cdot 0{,}26 + 19{,}6 \cdot 0{,}4 + 129{,}6 \cdot 0{,}34 = 35{,}26$$

$$Eu_2(x=4) = (-85{,}44) \cdot 0{,}26 + (-42{,}43) \cdot 0{,}4 + 136{,}9 \cdot 0{,}34 = 7{,}36$$

Принятие решений в условиях неопределенности

Пример 5.3

Зерновая культура	Погодные условия		
	Засуха	Нормальные	Дождливые
1	8	10	12
2	10	11	7
3	9	13	8
4	11	10	6
5	10	10	9

Какое решение должен принять крестьянин, если ему неизвестны вероятности конкретных состояний природы?

Правило max-min

В ходе анализа строк матрицы платежей находим для каждого решения минимальный доход, который можно получить с учетом возможности наступления каждого состояния природы. Выбираем то решение, для которого минимальный доход оказывается наибольшим.

Зерновая культура	Погодные условия			min
	Засуха	Нормальные	Дождливые	
1	8	10	12	**8**
2	10	11	7	**7**
3	9	13	8	**8**
4	11	10	6	**6**
5	10	10	9	**9**

max

Правило min-max

В ходе анализа строк матрицы платежей находим для каждого решения максимальные убытки, которые можно понести с учетом возможности наступления каждого состояния природы. Выбираем то решение, для которого максимальные убытки оказываются наименьшими.

Правило max-max

В ходе анализа строк матрицы платежей находим для каждого решения максимальный доход, который можно получить с учетом возможности наступления каждого состояния природы. Выбираем то решение, для которого максимальный доход оказывается наибольшим.

Зерновая культура	Погодные условия			max
	Засуха	Нормальные	Дождливые	
1	8	10	12	**12**
2	10	11	7	**11**
3	9	13	8	**13**
4	11	10	6	**11**
5	10	10	9	**10**

max

Правило Гурвица (1)

Коэффициент осторожности

a_i - минимальный платеж для решения i,

A_i - максимальный платеж для решения i,

$$H_i(\gamma) = a_i \cdot \gamma + A_i \cdot (1 - \gamma)$$

$\gamma \in [0, 1]$ - коэффициент осторожности

Значение 1 соответствует абсолютному нежеланию рисковать, значение 0 соответствует крайней склонности к риску.

Правило Гурвица (2)

В ходе анализа строк матрицы платежей находим для каждого решения с номером i значения: a_i, A_i и $H_i(\gamma)$. Выбираем то решение, для которого значение $H_i(\gamma)$ оказывается наибольшим.

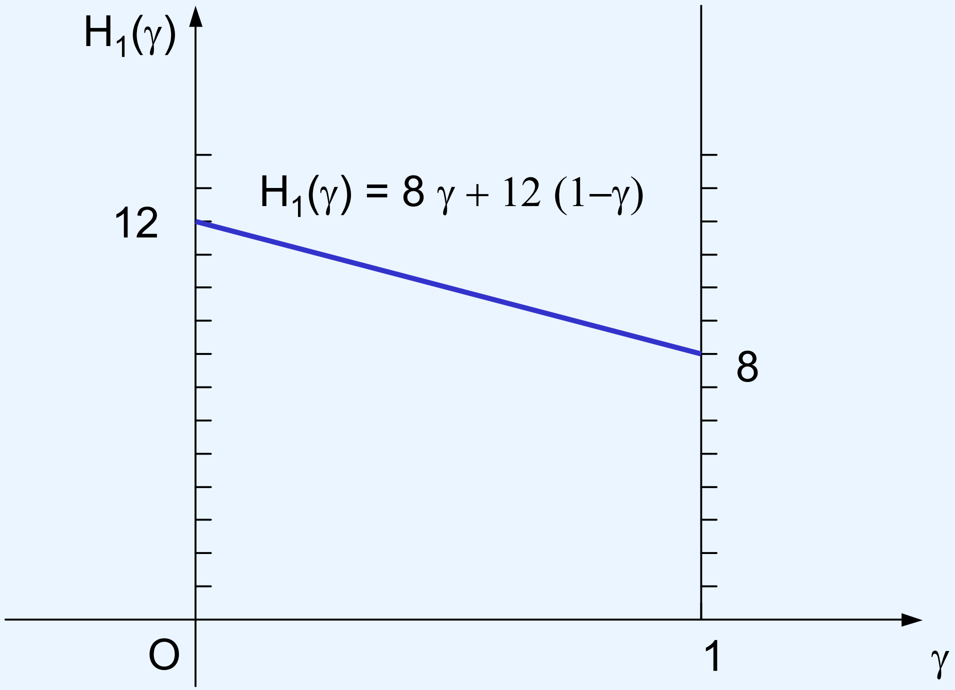
Зерновая культура	Погодные условия			min	max	$H_i(\gamma$-=0,5)
	Засуха	Норм.	Дожд.			
1	8	10	12	**8**	**12**	**10**
2	10	11	7	**7**	**11**	**9**
3	9	13	8	**8**	**13**	**10,5**
4	11	10	6	**6**	**11**	**8,5**
5	10	10	9	**9**	**10**	**9,5**

max

Правило Гурвица (3)

Функция $H_1(\gamma)$

$$H_1(\gamma) = 8 \cdot \gamma + 12 \cdot (1 - \gamma)$$



Правило Гурвица (4)

Функции $H_1(\gamma)$ - $H_5(\gamma)$

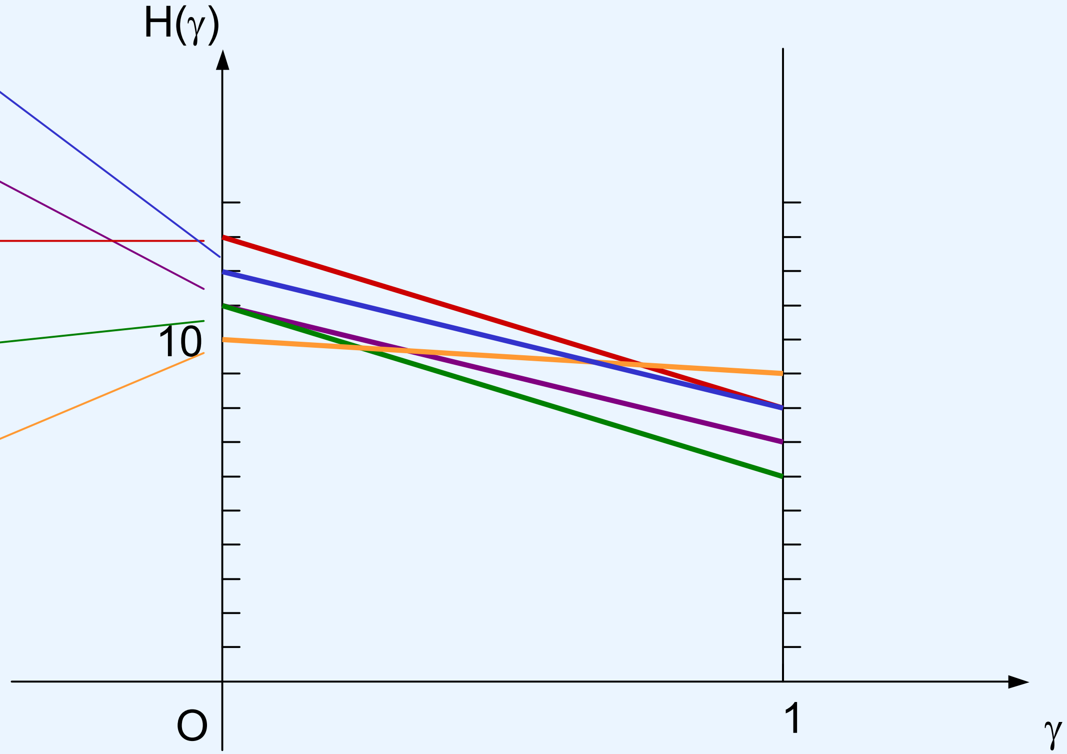
$H_1(\gamma) = 8 \cdot \gamma + 12 \cdot (1-\gamma)$

$H_2(\gamma) = 7 \cdot \gamma + 11 \cdot (1-\gamma)$

$H_3(\gamma) = 8 \cdot \gamma + 13 \cdot (1-\gamma)$

$H_4(\gamma) = 6 \cdot \gamma + 11 \cdot (1-\gamma)$

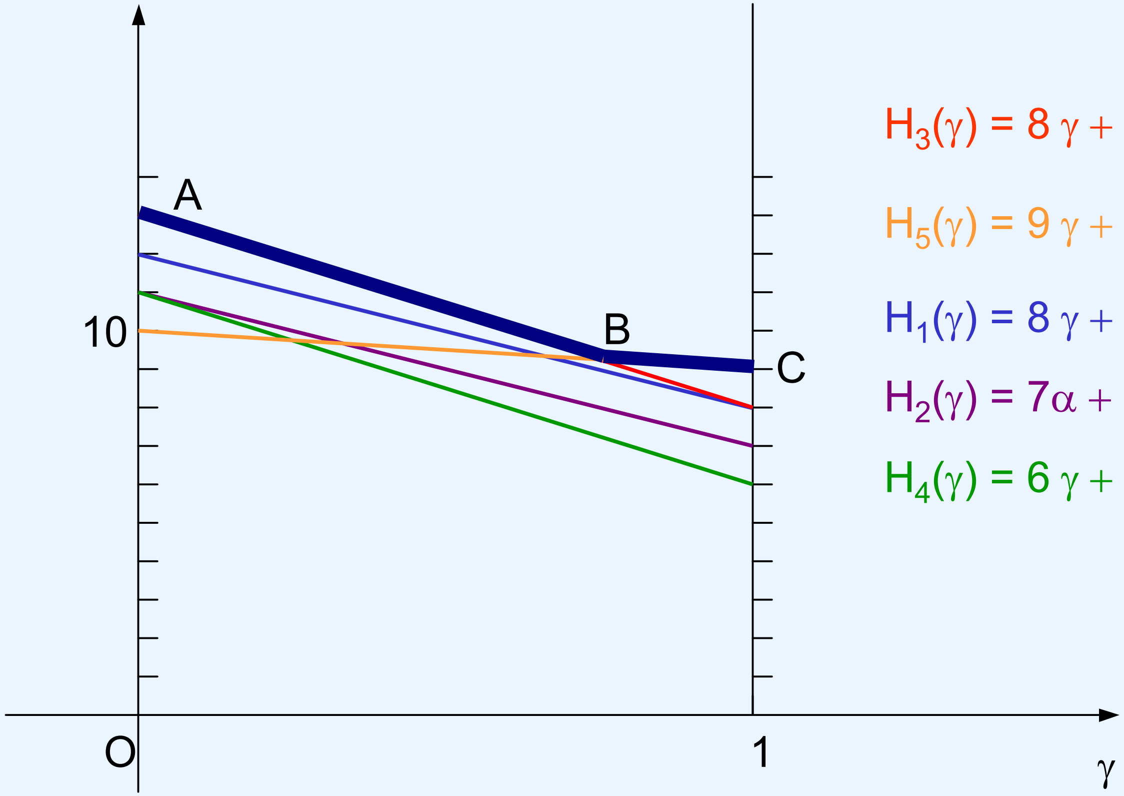
$H_5(\gamma) = 9 \cdot \gamma + 10 \cdot (1-\gamma)$



Правило Гурвица (5)

Функции $H(\gamma)$

$$H(\gamma) = \max \{ H_1(\gamma), H_2(\gamma), H_3(\gamma), H_4(\gamma), H_5(\gamma) \}$$



$H_3(\gamma) = 8\,\gamma + 13\,(1-\gamma)$

$H_5(\gamma) = 9\,\gamma + 10\,(1-\gamma)$

$H_1(\gamma) = 8\,\gamma + 11\,(1-\gamma)$

$H_2(\gamma) = 7\alpha + 11\,(1-\gamma)$

$H_4(\gamma) = 6\,\gamma + 11(1-\gamma)$

Правило Лапласа

В ходе анализа строк матрицы платежей находим для каждого решения ожидаемый доход в предположении равной вероятности реализации каждого состояния природы. Выбираем то решение, для которого ожидаемый доход оказывается наибольшим.

Зерновая культура	Погодные условия			Ожидаемый доход
	Засуха	Нормальные	Дождливые	
1	8	10	12	30/3 max
2	10	11	7	28/3
3	9	13	8	30/3 max
4	11	10	6	27/3
5	10	10	9	29/3

Правило Саважа (1)

Матрица сожаления

Позволяет определить упущенную выгоду от принятия решения, неудачного в контексте реализованного состояния природы.

w^*_j – максимальное значение в j-м столбце матрицы платежей,

w_{ij} – доходы для решения $x=i$ и j-го состояния природы,

z_{ij} – элемент матрицы сожаления: $z_{ij} = w^*_j - w_{ij}$

$$W = \begin{bmatrix} 8 & 10 & 12 \\ 10 & 11 & 7 \\ 9 & 13 & 8 \\ 11 & 10 & 6 \\ 10 & 10 & 9 \end{bmatrix} \qquad Z = \begin{bmatrix} 3 & 3 & 0 \\ 1 & 2 & 5 \\ 2 & 0 & 4 \\ 0 & 3 & 6 \\ 1 & 3 & 3 \end{bmatrix}$$

w^*_j **11** **13** **12**

Правило Саважа (2)

С использованием всех строк матрицы платежей находим для каждого состояния природы значения максимальных доходов w^*_j и формируем матрицу сожаления Z. Для каждого решения находим максимальные значения матрицы Z. Выбираем решение, которое минимизирует наибольшие возможные потери.

Зерновая культура	Погодные условия			Максимальное сожаление
	Засуха	Нормальные	Дождливые	
1	3	3	0	**3**
2	1	2	5	**5**
3	2	0	4	**4**
4	0	3	6	**6**
5	1	3	3	**3**

min

min

Правила принятия решений – сравнение результатов

Правило принятия решения	Рекомендуемое решение
Max-min	5
Max-max	3
Гурвича	3
Лапласа	1, 3
Саважа	1, 5

Игры двух лиц с нулевой суммой

Пример 5.4

S_1 – провести по одному дню в городе A и городе B
S_2 – провести оба дня в A
S_3 – провести оба дня в B.

Матрицы платежей

$$W_1 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 4 \\ 1 & 0 & 5 \\ 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \qquad W_2 = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -4 \\ -1 & 0 & -5 \\ 0 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$W = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 4 \\ 1 & 0 & 5 \\ 0 & 1 & -1 \end{bmatrix}$$

Исключение подчиненных стратегий

Доминирование стратегий

Подчиненная стратегия

Доминирующая стратегия

Недоминируемая стратегия

$$W = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 4 \\ 1 & 0 & 5 \\ \cancel{0} & \cancel{1} & \cancel{1} \end{bmatrix}$$

$$W = \begin{bmatrix} 1 & 2 & \cancel{4} \\ 1 & 0 & \cancel{5} \end{bmatrix}$$

$$W = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ \cancel{1} & \cancel{0} \end{bmatrix}$$

$$W = \begin{bmatrix} 1 & \cancel{2} \end{bmatrix}$$

$$W = \begin{bmatrix} 1 \end{bmatrix}$$

Седловая точка (1)

w_{I}* - платеж Игрока I, полученный при использовании стратегии $S_{\mathrm{I}}^{(i^*)}$, выбранной при помощи правила max-min.

w_{II}* - платеж Игрока II, полученный при использовании стратегии $S_{\mathrm{II}}^{(j^*)}$, выбранной при помощи правила min-max.

Если

$$w_{\mathrm{I}}^* = w_{\mathrm{II}}^*,$$

то рациональные ожидания Игрока I совпадают с рациональными ожиданиями Игрока II

$$(S_{\mathrm{I}}^{(i^*)}, S_{\mathrm{II}}^{(j^*)}) \text{ - седловая точка}$$

Если седловая точка существует, то она является оптимальным решением игры.

Седловая точка (2)

Пример 5.5

Игрок I	Игрок II					min
	S_{II}^1	S_{II}^2	S_{II}^3	S_{II}^4	S_{II}^5	
S_I^1	180	150	230	170	150	150
S_I^2	200	210	200	150	190	150
S_I^3	210	230	190	190	200	190
S_I^4	150	220	170	180	220	150
S_I^5	210	200	160	150	210	150
max	210	230	230	190	220	

max

min

Игра Человек – Петух – Червяк

Пример 5.6

	Человек	Петух	Червяк	**min**
Человек	0	1	–1	**–1**
Петух	–1	0	1	**–1**
Червяк	1	–1	0	**–1**
max	**1**	**1**	**1**	

Смешанные стратегии (1)

Определения

Вектор строк $x = [x_1, x_2, \ldots, x_m]$ такой, что $0 \le x_i \le 1$ и $x_1 + x_2 + \ldots + x_m = 1$, называется **смешанной стратегией Игрока I**.

Вектор столбцов $y = [y_1, y_2, \ldots, y_n]'$ такой, что $0 \le y_j \le 1$ и $y_1 + y_2 + \ldots + y_n = 1$, называется **смешанной стратегией Игрока II**.

Чистая стратегия является частным случаем смешанной стратегии, в которой заданная стратегия выбирается с вероятностью 1.

$w_{\mathrm{I}}(x, y)$ ожидаемый платеж Игрока I, если он будет применять стратегию x, а Игрок II стратегию y.

$w_{\mathrm{II}}(x, y)$ ожидаемый платеж Игрока II, если он будет применять стратегию y, а Игрок I стратегию x.

Смешанные стратегии (2)

Ожидаемый платеж Игрока I

Игрок I применяет стратегию $x^* = [x^*_1, x^*_2, x^*_3]$

Игрок II применяет стратегию $y = [y_1, y_2, y_3]$

$$\begin{array}{c} S^1{}_{\mathrm{I}} \\ S^2{}_{\mathrm{I}} \\ S^3{}_{\mathrm{I}} \end{array} \begin{bmatrix} 0 & 1 & -1 \\ -1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

Стратегия S_{I}^1 $[0 \cdot y_1 + 1 \cdot y_2 + (-1) \cdot y_3] \cdot x^*_1$

Стратегия S_{I}^2 $[(-1) \cdot y_1 + 0 \cdot y_2 + 1 \cdot y_3] \cdot x^*_2$

Стратегия S_{I}^3 $[1 \cdot y_1 + (-1) \cdot y_2 + 0 \cdot y_3] \cdot x^*_3$

т.е.

$$w_{\mathrm{I}}(x^*, y) = (y_2 - y_3) \cdot x^*_1 + (-y_1 + y_3) \cdot x^*_2 + (y_1 - y_2) \cdot x^*_3$$

Смешанные стратегии (3)

Ожидаемый платеж Игрока II

Игрок I применяет стратегию $x = [x_1, x_2, x_3]$

Игрок II применяет стратегию $y^* = [y^*_1, y^*_2, y^*_3]$

$$\begin{array}{c} \begin{array}{ccc} S^1_{\mathrm{II}} & S^2_{\mathrm{II}} & S^3_{\mathrm{II}} \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 1 & -1 \\ -1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \end{array}$$

Стратегия S_{II}^1 $[0 \cdot x_1 + (-1) \cdot x_2 + 1 \cdot x_3] \cdot y^*_1$

Стратегия S_{II}^2 $[1 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 + (-1) \cdot x_3] \cdot y^*_2$

Стратегия S_{II}^3 $[(-1) \cdot x_1 + 1 \cdot x_2 + 0 \cdot x_3] \cdot y^*_3$

т.е.

$$w_{\mathrm{II}}(x, y^*) = (-x_2 + x_3) \cdot y^*_1 + (x_1 - x_3) \cdot y^*_2 + (-x_1 + x_2) \cdot y^*_3$$

Смешанные стратегии (4)

Общий случай

m – количество стратегий Игрока I

n – количество стратегий Игрока II

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_{m1} & w_{m2} & \dots & w_{mn} \end{bmatrix}$$

$$w_I(x^*, y) = \sum_{i=1}^{m} (w_{11}y_1 + w_{12}y_2 + \dots + w_{1n}y_n) \cdot x^*{}_i$$

$$w_{II}(x, y^*) = \sum_{j=1}^{n} (w_{11}x_1 + w_{21}x_2 + \dots + w_{m1}x_m) \cdot y^*{}_j$$

Смешанные стратегии (5)

Теорема 1

Для произвольных стратегий x Игрока I и y Игрока II истинно отношение:

$$w_{\mathrm{I}}(x, y) \le w_{\mathrm{II}}(x, y)$$

Теорема 2

Существует пара оптимальных стратегий x^* и y^* таких, что:

$$w_{\mathrm{I}}(x^*, y^*) = w_{\mathrm{II}}(x^*, y^*)$$

Теорема 3

Значение v и оптимальные стратегии x^* и y^* можно найти путем решения следующих задач линейного программирования, сформулированных для каждого игрока:

Игрок I	Игрок II
$\boldsymbol{v} \to \max$	$\boldsymbol{v} \to \min$
$\boldsymbol{xW} \ge \boldsymbol{v}$	$\boldsymbol{Wy} \le \boldsymbol{v}$
$\boldsymbol{x}1 = 1$	$1\boldsymbol{y} = 1$
$\boldsymbol{x} \ge 0$	$\boldsymbol{y} \ge 0$

Смешанные стратегии (6)

Поиск оптимальных смешанных стратегий

Игрок I

$$\begin{aligned} x_4 &\to \max \\ -x_2 + x_3 &\geq x_4 \\ x_1 - x_3 &\geq x_4 \\ -x_1 - x_2 &\geq x_4 \\ x_1 + x_2 + x_3 &= 1 \\ x_1, x_2, x_3 &\geq 0 \end{aligned}$$

Игрок II

$$\begin{aligned} y_4 &\to \min \\ y_2 - y_3 &\leq y_4 \\ -y_1 + y_3 &\leq y_4 \\ y_1 - y_2 &\leq y_4 \\ y_1 + y_2 + y_3 &= 1 \\ y_1, y_2, y_3 &\geq 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_4 &\to \max \\ -x_2 + x_3 - x_4 &\geq 0 \\ x_1 - x_3 - x_4 &\geq 0 \\ -x_1 - x_2 - x_4 &\geq 0 \\ x_1 + x_2 + x_3 &= 1 \\ x_1, x_2, x_3 &\geq 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_4 &\to \min \\ y_2 - y_3 - y_4 &\leq 0 \\ -y_1 + y_3 - y_4 &\leq 0 \\ y_1 - y_2 - y_4 &\leq 0 \\ y_1 + y_2 + y_3 &= 1 \\ y_1, y_2, y_3 &\geq 0 \end{aligned}$$

Оптимиальное решение

$$x^*{}_1 = \frac{1}{3}, x^*{}_2 = \frac{1}{3}, x^*{}_3 = \frac{1}{3}, x^*{}_4 = 0, \qquad y^*{}_1 = \frac{1}{3}, y^*{}_2 = \frac{1}{3}, y^*{}_3 = \frac{1}{3}, y^*{}_4 = 0,$$

Смешанные стратегии (7)

Двойственность задач для Игрока I и Игрока II

$$
\begin{aligned}
x_4 &\to \max \\
-x_2 + x_3 - x_4 &\ge 0 \\
x_1 - x_3 - x_4 &\ge 0 \\
-x_1 - x_2 - x_4 &\ge 0 \\
x_1 + x_2 + x_3 &= 1 \\
x_1, x_2, x_3 &\ge 0
\end{aligned}
\quad \Rightarrow \quad
\begin{aligned}
-x_4 &\to \min \\
-x_2 + x_3 - x_4 &\ge 0 \\
x_1 - x_3 - x_4 &\ge 0 \\
-x_1 - x_2 - x_4 &\ge 0 \\
-x_1 - x_2 - x_3 &= -1 \\
x_1, x_2, x_3 &\ge 0
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
-y_4 &\to \max \\
y_2 - y_3 - y_4 &\le 0 \\
-y_1 + y_3 - y_4 &\le 0 \\
y_1 - y_2 - y_4 &\le 0 \\
-y_1 - y_2 - y_3 &= -1 \\
y_1, y_2, y_3 &\ge 0
\end{aligned}
\quad \Rightarrow \quad
\begin{aligned}
y_4 &\to \min \\
y_2 - y_3 - y_4 &\le 0 \\
-y_1 + y_3 - y_4 &\le 0 \\
y_1 - y_2 - y_4 &\le 0 \\
y_1 + y_2 + y_3 &= 1 \\
y_1, y_2, y_3 &\ge 0
\end{aligned}
$$

Резюме (1)

Ключевые слова

Неполная информация
Состояния природы
Матрица платежей
Принятие решений в условиях риска
Принятие решений в условиях неопределенности
Правило максимизации ожидаемой прибыли
ЛПР, не желающий рисковать
ЛПР со склонностью к риску
Полезность
Функция полезности
Правило максимизации ожидаемой полезности
Одношаговое решение
Многошаговое решение
Дерево решений

Резюме (2)

Ключевые слова (продолжение)

Правила принятия решений в условиях неопределенности
Правила max-min, min-max, max-max

Коэффициент осторожности
Правило минимального сожаления

Теория игр

Игра двух лиц с нулевой суммой

Стратегия

Оптимальная стратегия
Подчиненная стратегия

Доминирующая стратегия

Седловая точка

Смешанная стратегия

Можно отдыхать!