Теория статистических решений

(статистические игры, игры с «природой«)

Содержание

1. Основные понятия
2. Игры без эксперимента
3. Игры с единичным экспериментом
4. Игры с многократным экспериментом
5. Дерево решений при принятии решений в условиях неопределенности

Литература

1. Коршунов Ю.М. Математические основы кибернетики. М.: Энергия,1980 – 424 с.
2. Зайченко Ю.П. Исследование операций, Киев: Высшая школа, 1975, 1988, 1993, 2001 гг.,
3. Таха Х. Исследование операций. 1985, 2002.
4. Исследование операций. Под ред. Моудера Дж., Эльмаграби С. М.: Мир, 1981г. (В 2-х томах)

Тема 1. Статистические игры. Основные понятия

1. Основные понятия теории статистических решений

В основе теории **антагонистических игр** – предположение о том, что интересы двух игроков **противоположны**, что имеет место **конфликтная ситуация**. В таких играх игрок действует активно в противовес интересам других игроков (если игры не кооперативные)

1.1. Основные понятия теории статистических решений

Во многих практических ситуациях - один из игроков **нейтрален,** т.е. не стремится обратить в свою пользу ошибки, совершаемые противником

В таких ситуациях сторону, выступающую в качестве объективной реальности, ***т.е. совокупность внешних обстоятельств (имеющих случайный неопределенный характер),*** в которых приходится принимать решения, принято называть **«природой»**

1.1. Основные понятия теории статистических решений

 # Df 1. Модели ситуаций, в которых в качестве одного из противников выступает «природа» - называют **играми с «природой» или статистическими играми**

1.1. Основные понятия теории статистических решений

 # Df 2. Второй участник игры с «природой» - «статистик» или ЛПР

«Природа» не совершает злого умысла по отношению к человеку («статистику»)

→ «природу» нельзя рассматривать как разумного противника, который мог бы использовать ошибки, совершаемые «статистиком»

→ **в игре с «природой» есть только задача «статистика», но нет задачи «природы»**

1.1. Основные понятия теории статистических решений

Df 3. Задача «статистика»

Необходимо:

- **выработать (принять решение)** с наибольшей для себя выгодой в условиях неопределенности (неполной информации) о поведении «природы»
- т.к. информация неполна, т.е. есть возможность принятия ошибочного решения, нужно выработать такое решение (стратегию), которое сводит к **минимуму нежелательные последствия ошибочного решения**

1.1. Основные понятия теории статистических решений

Df 3. Задача «статистика»

Необходимо:

- учитывать то, что в некоторых ситуациях можно провести **эксперимент** (со стоимостными и временными затратами), поэтому нужен анализ: имеет ли смысл проводить эксперимент и каковы его характеристики

1.1. Основные понятия теории статистических решений

 # Df 4.

- **Теория статистических решений** (ТСтР) – это теория статистических игр (игр с «природой»
- **ТСтР** – это теория оптимального недетерминированного поведения в условиях неопределенности /МЭ, т.5, стр. 183/
- **ТСтР (**более узко, с точки зрения математической статистики) **-** это теория проведения статистических наблюдений, их обработки и использования /Там же/

Теория статистических решений

Современная общая концепция статистического решения принадлежит А. Вальду /Вальд А. Последовательный анализ. М. 1960/

Классическая **задача математической статистики** – на основе качественного описания распределения вероятностей некоторой случайной величины и результатов фиксированного числа наблюдений (измерений) случайной величины **необходимо сделать вывод об оценке закона распределения (и выбрать оптимальное поведение)**

Теория статистических решений

Последовательный анализ Вальда - каждый дополнительный эксперимент имеет стоимость, ошибочное решение штрафуется.

Необходимо построить решающее правило, оптимальное в том смысле, что **минимизируется математическое ожидание всех убытков**

Применение последовательного анализа ведет к снижению необходимого числа наблюдений (экспериментов)

В 1820 г. Лаплас уподобил получение статистической оценки азартной игре, в которой статистик терпит поражение, если его оценки плохи

Тема 2.
Статистические игры без эксперимента

2.1. Постановка задачи

2.2. Подходы к решению

2. Игра без эксперимента.
2.1. Постановка задачи

ДАНО (блок данных B):

- **$D = \{d_1, d_2, \ldots, d_m\}$ – множество стратегий «статистика» (ЛПР)**
- **$S = \{s_1, s_2, \ldots s_n\}$ – множество состояний «природы»**
- **$L(d,s) : \{a_{i,j}\}$ – функция потерь (выигрышей)**

Возможно ! **ДАНО (блок B'):**

- **$P(S) = (p_1, p_2, \ldots, p_n)$ – вероятности состояний «природы»**

НАЙТИ: («чистую») стратегию поведения «статистика» (ЛПР)

ПРИМЕР:

- **d_1 – не брать зонтик,**
  d_2 – взять зонтик
- **s_1 – будет дождь**
  s_2 – будет ясно
- **$\{a_{i,j}\}$=**

L(d,s)	s1	s2
d1	100	0
d2	-50	50

- **$(p_1, p_2) = (0,3; 0,7)$**

Вопросы для обсуждения

- Какую исходную информацию в теории статистических игр можно считать объективной (экспертной), а какую субъективной?
- Понятие чистых и смешанных стратегий в антагонистических и статистических играх, что общего? В чем различие?

2. Игра без эксперимента.
2.2. Подходы к решению задачи

- Принцип Сэвиджа …
- Принцип Гурвица …
- Принцип Лапласа …

Какие еще принципы (критерии) оптимальности используются в играх без эксперимента? Смысл их введения?

- Принцип максимального правдоподобия …
- Критерий «ожидаемое значение – дисперсия» …
- Критерий предельного уровня …
- …

1. Таха Х. Исследование операций
2. Лабскер Л.Г., Яновская Е.В. Общая методика конструирования критериев оптимальности решений в условиях риска и неопределенности // Финансовый менеджмент №5, 2002 [http://www.dis.ru/fm/arhiv/2002/5/10.html

2. Игра без эксперимента.
2.2. *Подходы к решению задачи*

- **Принцип минимакса (критерий Вальда)**

$$d^* : L(d^*) = \min_d \max_s L(d,s)$$

- **Принцип минимальных ожидаемых потерь (критерий Байеса)**

$$d^* : ML(d^*) = \min_d ML(d),$$

где $ML(d) = \sum_s L(d,s)*P(s) = \sum_j a_{i,j}*p_j$

- математическое ожидание потерь при выборе «статистиком» стратегии d

Казанская О.В.

ПРИМЕР:

- …

$d^* = d_2$ $L(d^*) = 50$

- $ML(d_1) =$

$= 100*0,3 +$

$+ 0*0,7 = 30$

$ML(d_2) =$

$- 50*0,3 +$

$+ 50*0,7 = 20$

$d^* = d_2$ $L(d^*) = 20$

2. Игра без эксперимента
2.2. Подходы к решению задачи
Комментарии к принципу Байеса /Таха Х./

Нецелесообразно использовать ожидаемое значение стоимостного выражения (выигрыша или потерь) [принцип Байеса] как единственный критерий для получения решения

Этот критерий служит только ориентиром, а окончательное решение может быть принято лишь на основе всех существенных факторов

Использование данного принципа предполагает **многократное решение одной и той же задачи**

2. Игра без эксперимента

2.2. Подходы к решению задачи

Комментарии к принципу Байеса /Таха Х./

Математически это утверждение можно доказать следующим образом:

если X – случайная величина,

а M{X} – математическое ожидание X, то при достаточно большом объеме выборки разница между выборочным средним и математическим ожиданием стремится к нулю.

Следовательно, использование данного критерия, допустимо лишь в случае, когда одно и тоже решение приходится принимать достаточно большое число раз

► **Вывод !!:** ***ориентация на ожидания будет приводить к неверным результатам для решений, которые приходится принимать небольшое число раз***

2. Игра без эксперимента.
2.3. Дерево решений

характер-ка эксп-та	вер-ти исходов эксп-та	принятие решений di / ?$_i$	априорные / апостериорные вер-ти состояний природы	функция потерь	ожиданме потери	минималь-ные ожидаемые потери	оптима-льная стратегия: di или ?i		ожидаемый риск от принятого решения (см П1)	принятие решения о необходимости / продолжении эксперимента
e_0 $c_0 = 0$	$p(z_0) = 1$	d_1 d_2	$p(s_1) = 0{,}3$ $p(s_2) = 0{,}7$ $p(s_1) = 0{,}3$ $p(s_2) = 0{,}7$	100 0 -50 50	100*0,3+ 0*0,7 = **30** - 50*0,3 + 50*0,7 = **20**	min (30, 20) = 20	$d^* = d_2$		= 20 + 0 = 20	?

Игра без эксперимента
Вопросы для обсуждения

- Критерии или принципы оптимальности ?
- Как сформулировать ответ в терминах исходной задачи?
- Что общего и различного в принципах оптимальности в антагонистических и статистических играх? Чем это объясняется?

Тема 3.
Статистические игры с единичным экспериментом

3.1. Постановка задачи

3.2. Подходы к решению

3. Игра с единичным экспериментом.
3.1. *Постановка задачи. Слайд 1*

ДАНО (блоки данных: B+B'+C+C')

Блок данных C:

- **e_1** – единичный эксперимент
- **$c(e_1)$** – стоимость эксперимента
- **$Z = \{z_1, z_2, \ldots z_a\}$** – множество исходов эксперимента
- **$P\{z/s\}$** – распределение условных вероятностей исходов эксперимента при том или ином состоянии «природы», т.е **$P(z_l/s_j)$**,

$l=1, \ldots, a$; $j=1, \ldots, n$

ПРИМЕР:

- e_1 – звонок в метеослужбу
- **$c(e_1) = 5$**
- z_1 – будет дождь

z_2 – возможны осадки

z_3 – будет ясно

- $P(z_l/s_j) =$

=

	s1	s2
z1	**0,5**	**0,1**
z2	**0,4**	**0,4**
z3	**0,1**	**0,5**
	1,0	1,0

3. Игра с единичным экспериментом.
3.1 *Постановка задачи. Слайд 2*

Блок данных С (продолжение):

- **!!!** Возможные решения задачи представляются в виде **решающих функций** вида:

  $\varphi_k (z,d) : \varphi_k (z_l) = d_i$, $k=1,w$

НАЙТИ: решение задачи **в виде решающей функции,** т.е. найти способ поведения в зависимости от результата эксперимента

ПРИМЕР:

- $\varphi_1 = \{ (1,2), (2,2),(3,1) \}$,

т.е. $\varphi_1 (z_1) = d_2$ и т.д.

$\varphi_2 = \{ (1,2), (2,1),(3,1) \}$,

$\varphi_3 = \{ (1,1), (2,1),(3,1) \}$

Выпишите ВСЕ варианты решающих функций !

3. Игра с единичным экспериментом.
3.1. *Постановка задачи. Слайд 3*

ДООПРЕДЕЛЕНИЕ задачи (блок С') :

- **Функция риска –** математическое ожидание потерь в случае выбора той или иной решающей функции при определенном состоянии «природы»

$R(\varphi,s) = ML(\varphi,s) = \sum_{z} L(\varphi_k(z_l, d_i)) * P(z_l/s_j)$

$R(\varphi_k, s_j) =$

$= \sum_{l} L(\varphi_k(z_l) = d_i ; s_j) * P(z_l / s_j)$

ПРИМЕР:

- $R(\varphi,s) =$

$R(\varphi,s)$	s1	s2
φ1	**-35**	
φ2		

3. Игра с единичным экспериментом.
3.1. *Постановка задачи. Слайд 4*

ДООПРЕДЕЛЕНИЕ задачи (блок С’) :

$$R(\varphi_k, s_j) = \sum_l L(\varphi_k (z_l) = d_i ; s_j) * P(z_l / s_j)$$

ПРИМЕР:

- $R(\varphi_1,s_1) = L [\varphi_1(z_1)=d_2; s_1] * P(z_1/s_1) +$

  $+ L [\varphi_1(z_2)=d_2; s_1] * P(z_2/s_1) +$

  $+ L [\varphi_1(z_3)=d_1; s_1] * P(z_3/s_1) =$

$= (-50)*0,5 + (-50)*0,4 + 100*0,1 = (- 25) + (- 20) + 10 = - 35$

$R(\varphi,s)$	s1	s2
$\varphi 1$	-35	
$\varphi 2$		

3. Игра с единичным экспериментом.
3.1. *Постановка задачи. Слайд 5*

ДООПРЕДЕЛЕНИЕ задачи (блок С') :

$$R(\varphi_k, s_j) = \sum_l L(\varphi_k (z_l) = d_i ; s_j) * P(z_l / s_j)$$

ПРИМЕР:

- $R(\varphi_1,s_1) = L [\varphi_1(z_1)=d_2; s_1] * P(z_1/s_1) +$
  $+ L [\varphi_1(z_2)=d_2; s_1] * P(z_2/s_1) +$
  $+ L [\varphi_1(z_3)=d_1; s_1] * P(z_3/s_1) =$

$= (-50)*0,5 + (-50)*0,4 + 100*0,1 = (- 25) + (- 20) + 10 = - 35$

$R(\varphi,s)$	s1	s2
φ1	-35	25
φ2	25	5

3. Игра с единичным экспериментом.
3.2. *Подходы к решению задачи.* Слайд 1

- **Принцип минимакса**

$$\varphi^*(z):\ R(\varphi^*) = \min_{\varphi} \max_{s} R(\varphi, s)$$

ПРИМЕР :

R(φ,s)	s1	s2	max
φ1	**-35**	**25**	25
φ2	**25**	**5**	25

$\varphi^*(z) = \varphi_1$

и

$\varphi^*(z) = \varphi_2$

$R(\varphi^*) = 25$

3. Игра с единичным экспериментом.
3.2. *Подходы к решению задачи. Слайд 2*

- **Принцип минимального ожидаемого риска**

$$\varphi^* : \ R(\varphi^*) = \min_{\varphi} MR(\varphi),$$

где $MR(\varphi_k) = \sum_{s} R(\varphi, s) * P(s),$

т.е.: $MR(\varphi_k) = \sum_{j} R(\varphi_k, s_j) * P(s_j)$

ПРИМЕР :

$R(\varphi,s)$	s1	s2	$MR(\varphi)$
$\varphi 1$	-35	25	7
$\varphi 2$	25	5	11
$P(s_j)$	0,3	0,7	

$$\varphi^*(z) = \varphi_1$$

$$R(\varphi^*) = 7$$

3. Игра с единичным экспериментом.
3.2. *Подходы к решению задачи . Слайд 3*

- **принципы, основанные на использовании апостериорных вероятностей**

ДООПРЕДЕЛЕНИЕ задачи:

Блок D' – **расчет** апостериорных вероятностей

$$\mathbf{P(s/z)} = \frac{\mathbf{P(z/s) * P(s)}}{\mathbf{P(z)}}, \text{ где } \mathbf{P(z)} = \sum_{s} \mathbf{P(z/s) * P(s)}$$

3. Игра с единичным экспериментом.
3.2. *Подходы к решению задачи . Слайд 4*

ДООПРЕДЕЛЕНИЕ задачи:

Блок D^1 – **расчет** апостериорных вероятностей

$$P(s_j/z_k) = \frac{P(z_k/s_j) * P(s_j)}{P(z_k)}, \text{ где } P(z_k) = \sum_j P(z_k/s_j) * P(s_j)$$

ПРИМЕР

P(s/z)	s1	s2
z1	**0,68**	**0,32**
z2		
z3		
P(s)	**0,30**	**0,70**

3. Игра с единичным экспериментом.
3.2. *Подходы к решению задачи. Слайд 5*

ДООПРЕДЕЛЕНИЕ задачи:

Блок D^1 – **расчет** апостериорных вероятностей

ПРИМЕР :

$$P(z_1) = P(z_1/s_1)*P(s_1) + P(z_1/s_2)*P(s_2) =$$
$$= 0,5 * 0,3 + 0,1 * 0,7 = 0,15 + 0,07 = 0,22$$

$$P(s_2/z_1) = [P(z_1/s_2) * P(s_2)] / P(z_1) =$$
$$= 0,1 * 0,7 / 0,22 = 0,32$$

$$P(s_1/z_1) = [P(z_1/s_1) * P(s_1)] / P(z_1) =$$
$$= 0,5 * 0,3 / 0,22 = 0,68$$

$$P(s_1/z_1) + P(s_2/z_1) = 1,0 \text{ !!}$$

3. Игра с единичным экспериментом.
3.2. *Подходы к решению задачи. Слайд 6*

ДООПРЕДЕЛЕНИЕ задачи:

Блок D^1 – **расчет** апостериорных вероятностей

$$P(s_j/z_k) = \frac{P(z_k/s_j) * P(s_j)}{P(z_k)}, \text{ где } \quad P(z_k) = \sum_j P(z_k/s_j) * P(s_j)$$

ПРИМЕР (результаты расчета):

Примечание:

Неопределенность относительно состояний природы может уменьшится, а может увеличиться!

P(s/z)	s1	s2
z1	**0,68**	**0,32**
z2	**0,30**	**0,70**
z3	**0,08**	**0,92**
P(s)	**0,30**	**0,70**

3. Игра с единичным экспериментом.
3.2. *Подходы к решению задачи. Слайд 7*

- **принципы, основанные на использовании апостериорных вероятностей**

ДООПРЕДЕЛЕНИЕ задачи:

Блок D^2 – **расчет** ожидаемых потерь на основе апостериорных вероятностей

$$\mathbf{ML\hat{}(d, z) = \sum_{s} L(d, s) * P(s / z)}$$

$$\mathbf{ML\hat{}(d_i, z_k) = \sum_{j} L(d_i, s_j) * P(s_j / z_k)}$$

где **ML^(d, z)** - ожидаемые потери, рассчитанные на основе апостериорных вероятностей

3. Игра с единичным экспериментом.
3.2. *Подходы к решению задачи. Слайд 8*

ДООПРЕДЕЛЕНИЕ задачи:

Блок D^2 – **расчет** ожидаемых потерь на основе апостериорных вероятностей

$$ML\hat{}(d_i, z_k) = \sum_j L(d_i, s_j) * P(s_j / z_k)$$

ПРИМЕР :

ML^ (d,z)	z1	z2	z3
d1			**8**
d2			

Игра с единичным экспериментом. *Подходы к решению задачи - 9*

ДООПРЕДЕЛЕНИЕ задачи:

Блок D^2 – **расчет** ожидаемых потерь на основе апостериорных вероятностей

$$ML\hat{}(d_i, z_k) = \sum_j L(d_i, s_j) * P(s_j / z_k)$$

ПРИМЕР :

$$ML\hat{}(d_1, z_3) = L(d_1, s_1) * P(s_1 / z_3) +$$
$$+ L(d_1, s_2) * P(s_2 / z_3) =$$
$$= 100 * 0{,}08 + 0 * 0{,}92 = 8$$

3. Игра с единичным экспериментом.
3.2. *Подходы к решению задачи.* Слайд 10

ДООПРЕДЕЛЕНИЕ задачи:

Блок D^2 – **расчет** ожидаемых потерь на основе апостериорных вероятностей

$$\mathbf{ML\hat{}(d_i, z_k) = \sum_j L(d_i, s_j) * P(s_j / z_k)}$$

ПРИМЕР (результаты расчета):

ML^ (d,z)	z1	z2	z3
d1	**68**	**30**	**8**
d2	**-18**	**20**	**42**

3. Игра с единичным экспериментом.
3.2. *Подходы к решению задачи. Слайд 11*

- **принципы, основанные на использовании апостериорных вероятностей:**

  - Принцип максимального правдоподобия

  - Байесовский принцип – принцип минималь-ного ожидаемого риска, рассчитанного на основе знания апостериорных вероятностей

3. Игра с единичным экспериментом.
3.2. *Подходы к решению задачи. Слайд 12*

- **Принцип максимального правдоподобия:**

на основе каждого исхода эксперимента делаются выводы о возможном состоянии природы в соответствии с наибольшей условной вероятностью P(s,z)

При построении решающей функции учитываются наиболее вероятные состояния природы

3. Игра с единичным экспериментом.
3.2. *Подходы к решению задачи. Слайд 13*

- **Принцип максимального правдоподобия:**

ПРИМЕР :

P(s/z)	s1	s2	**max**	наиболее вероятное состояние
z1	**0,68**	**0,32**	**0,68**	s_1 **– будет дождь**
z2	**0,30**	**0,70**	**0,70**	s_2 **– будет ясно**
z3	**0,08**	**0,92**	**0,92**	s_2 **– будет ясно**

Отсюда решающая функция: $z_1 \rightarrow d_2$ **(т.к. будет дождь),**

$z_2 \rightarrow d_1$ **(т.к. будет ясно),**

$z_3 \rightarrow d_1$ **(т.к. будет ясно)**

т.е $\varphi^*(z) = \varphi_2 = \{(1,2), (2,1), (3,1)\}$ **– оптимистическая стратегия**

3. Игра с единичным экспериментом.
3.2. *Подходы к решению задачи. Слайд 14*

- **Байесовский принцип**

$\varphi^*(z)$: ML^ (d*,z) = min ML^ (d*,z)

ПРИМЕР : **$\varphi^* = \varphi_2 = \{(1,2), (2,2), (3,1)\}$ – пессимистическая стратегия**

ML^ (d,z)	z1	z2	z3
d1	**68**	**30**	**8**
d2	**-18**	**20**	**42**
min ML^ (d,z)	**-18**	**20**	**8**
$\varphi^*(z)$	d2	d2	d1

Примеры ответов в терминах модели

- *Обоснование выбора критерия:* **«Для решения задачи был выбран критерий Лапласа, в соответствии с указанной степенью уверенности в преобладании выигрышной ситуации над проигрышной. Значение alpha принято равным 0.5»**

- *Рекомендация по поводу необходимости проведения следующего эксперимента:* **«ПЕРВЫЙ эксперимент не рекомендуется проводить по причине его слишком высокой стоимости в сопоставлении с предполагаемым выигрышем»**

- *Выбор стратегии для исхода эксперимента:* **«При ВТОРОМ исходе ПЕРВОГО эксперимента следует выбрать ВТОРУЮ стратегию. Ожидаемый выигрыш увеличивается с учётом стоимости эксперимента до 20»**

Теория статистических решений (Статистические игры, игры с «природой«)

2011

Тема 4.
Статистические игры с многократным экспериментом (с последовательными выборками)

Основные определения

Игры, в которых статистик по результатам каждого эксперимента (каждой серии испытаний) на основе имеющейся информации принимает:

- либо решение прекратить эксперимент и выбрать стратегию **d*** или **φ***,
- либо решение продолжить эксперименты,

называются **играми с многократным экспериментом** (с последовательными выборками)

Примечание: Если задано предельно допустимое число экспериментов (испытаний), после которых решение должно быть обязательно выбрано (принято), то игра называется **игрой с усеченной последовательной выборкой**

Основные определения

Стратегия статистика в игре с многократным экспериментом состоит:

- в выборе **плана проведения эксперимента**, указывающего, когда должен быть закончен эксперимент,
- в выборе **решающей функции**, указывающей, какое решение должно быть принято по окончании эксперимента

Что учитывается при принятии решений?

1. **Стоимость проведения эксперимента** (если выигрыш, получаемый от снижения неопределенности ситуации, меньше стоимости эксперимента, эксперимент нецелесообразен!)

2. Основные **принципы оптимальности**:
- байесовский принцип
- принцип максимального правдоподобия

Что учитывается при принятии решений?

3. Общее число стратегий (решающих функций) в играх с многократным экспериментом получается значительно большим, чем в играх с единичным экспериментом:

при e_1: $w_1 = m^{a1}$, при e_2: $w_2 = w_1^{a2}$, …

→ трудоемкость составления полного перечня стратегий статистика и выбора наилучшей из них

→ **использование апостериорных вероятностей позволяет упростить вычисления**

Что учитывается при принятии решений?

4. Если при проведении многократного эксперимента рассчитываются апостериорные вероятности, можно снизить неопределенность относительно состояния природы

Признак для определения момента окончания эксперимента (при определенных его исходах) - …

Признак для определения момента окончания эксперимента

Случай двухальтернативной гипотезы:

Дано: $D = \{d_1, d_2\}$, $S = \{s_1, s_2\}$,

$P(S) = (p_1, p_2) = (p, 1\text{-}p)$ - апостериорное распределение вероятностей после проведения q экспериментов

Информация ЛПР: «пороговые» значения δ и γ

Признак для определения момента окончания эксперимента

Диапазоны $\mathbf{\Delta (d_1) = [0, \delta]}$ и $\mathbf{\Delta (d_2) = [\gamma, 1]}$ называются **областями остановки**

Область остановки: $\mathbf{\Delta (d) = \Delta (d_1) \cap \Delta (d_2)}$,

т.е., если после эксперимента при каком-то его исходе выполняется условие:

P (s) принадлежит области Δ (d),

то эксперимент прекращается **-** (неопределенность «снята» !!)

Признак для определения момента окончания эксперимента

ПРИМЕР:

Пусть информация ЛПР: δ = 0,2 γ = 0,8

По исходам первого эксперимента (звонок в метеослужбу) рассчитаны апостериорные вероятности:

P(s/z)	s1	s2
z1	**0,68**	**0,32**
z2	**0,30**	**0,70**
z3	**0,08**	**0,92**
P(s)	**0,30**	**0,70**

Следовательно, при исходе эксперимента z_3 («будет ясно») эксперимент можно ... атить