

Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет

---

Разработка управленческих  
решений  
Технологии принятия решений

---

2012 г.

# Правила и принципы принятия решений

- В литературе существует целый ряд заумных определений правил принятия решений. Одно из наиболее простых определений дает К. Биркнер: под правилами принятия решений понимают методы, которые позволяют с учетом целей и предпочтений ЛПР осуществлять выбор между альтернативами действий.
- При однозначных условиях правила позволяют всегда приходиться к тем же решениям. При не полностью определенных условиях, что обычно имеет место на практике, правила в зависимости от условий не ведут к однозначному результату и, в конечном счете, ответственность за принятие решения остается за ЛПР. Однако эти правила помогают ЛПР, по крайней мере, взвесить свои решения на основе определенных критериев и сделать его более осознанно.
- Под принципами принятия решений обычно понимают указания по методике, пригодной для исключения таких альтернатив, которые могут быть изначально отклонены, и позволяющей сделать ситуацию выработки решения более простой и наглядной.

# Принцип эффективности

	Прибыль, %	Оборот, млн. руб
A1	14%	3,7
A2	12%	3,6
A3	18%	2,9
A4	22%	3,2
A5	20%	3,4

Здесь альтернативы A2 и A3 могут быть исключены, т.к. по обоим факторам альтернатива A2 уступает A1, а альтернатива A3 уступает A4.

# Принцип доминантности

	Прибыль, %	Оборот, млн. руб
A1	14	3,7
A2	12	3,6
A3	18	2,9
A4	22	3,2
A5	20	3,4
A6	25	3,9

Здесь альтернатива A6 доминирует над всеми остальными альтернативами и, следовательно, все остальные можно не рассматривать.

# Принятие решений в условиях определенности

- Условия определенности имеют место, когда ЛПР известно, какие условия внешней среды наступят или уже наступили. Относительно каждого действия известно, что оно приводит к некоторому конкретному исходу. При этом при одной цели решение однозначно, а при многих целях следует различать между нейтральными, комплементарными (дополняющими) и конкурирующими целями.

# Принятие решений в условиях определенности

- В случае нейтральных отношений целей нейтральная цель в дальнейших рассмотрениях может быть опущена, т.к. она во всех альтернативах одинаково удовлетворяется (или не удовлетворяется).
- Если с улучшением одной из целей одновременно улучшается и другая, то это случай комплементарности (например, снижение издержек и повышение прибыли при прочих равных условиях). При этом при выборе альтернативы можно ограничиться учетом только одной из них.
- Случай конкуренции целей имеет место, когда улучшение одной из целей одновременно ведет к снижению другой. Для этого случая имеется три подхода: максимизация пользы, подавление цели и установление уровня притязаний.

# Возможные стратегии в случае конкуренции целей

- Подход «максимизация пользы» заключается в объединении всех целей в целевую функцию более высокого ранга. Это может быть сделано путем оценки вклада каждой в конечную пользу и приведения их к одной общей цифре.
- Подход «подавление цели» заключается в том, что просто одной из целей приписывается решающее значение.
- Подход «установление уровня притязаний» заключается в том, что ЛПР устанавливает уровень притязаний для всех целей, кроме одной, по которой выбирается альтернатива, дающая максимум (или минимум).

# Установление уровня притязаний

	Ц1	Ц2	Ц3	Ц4	Ц5
A1	160	45	6,5	удовлетворительно	60
A2	150	45	6,0	хорошо	70
A3	95	70	8,0	почти удовлетворительно	65
A4	130	50	6,5	достаточно	55
A5	145	50	7,0	хорошо	85
A6	155	40	9,0	хорошо	90

В таблице представлены целевые значения для шести альтернатив.

Предположим, что ЛПР установило следующие уровни притязаний:

- Ц1 не менее 145 и соответственно отпадают A3 и A4;
- Ц2 не менее 45 и соответственно отпадает A6;
- Ц3 не более 7,5 и соответственно отпадают A3 и A6
- Ц4 не менее «удовлетворительно» и соответственно отпадает A4;
- Ц5 подлежит максимизации и соответственно из оставшихся альтернатив A1, A2 и A5 оптимальным вариантом является A5.

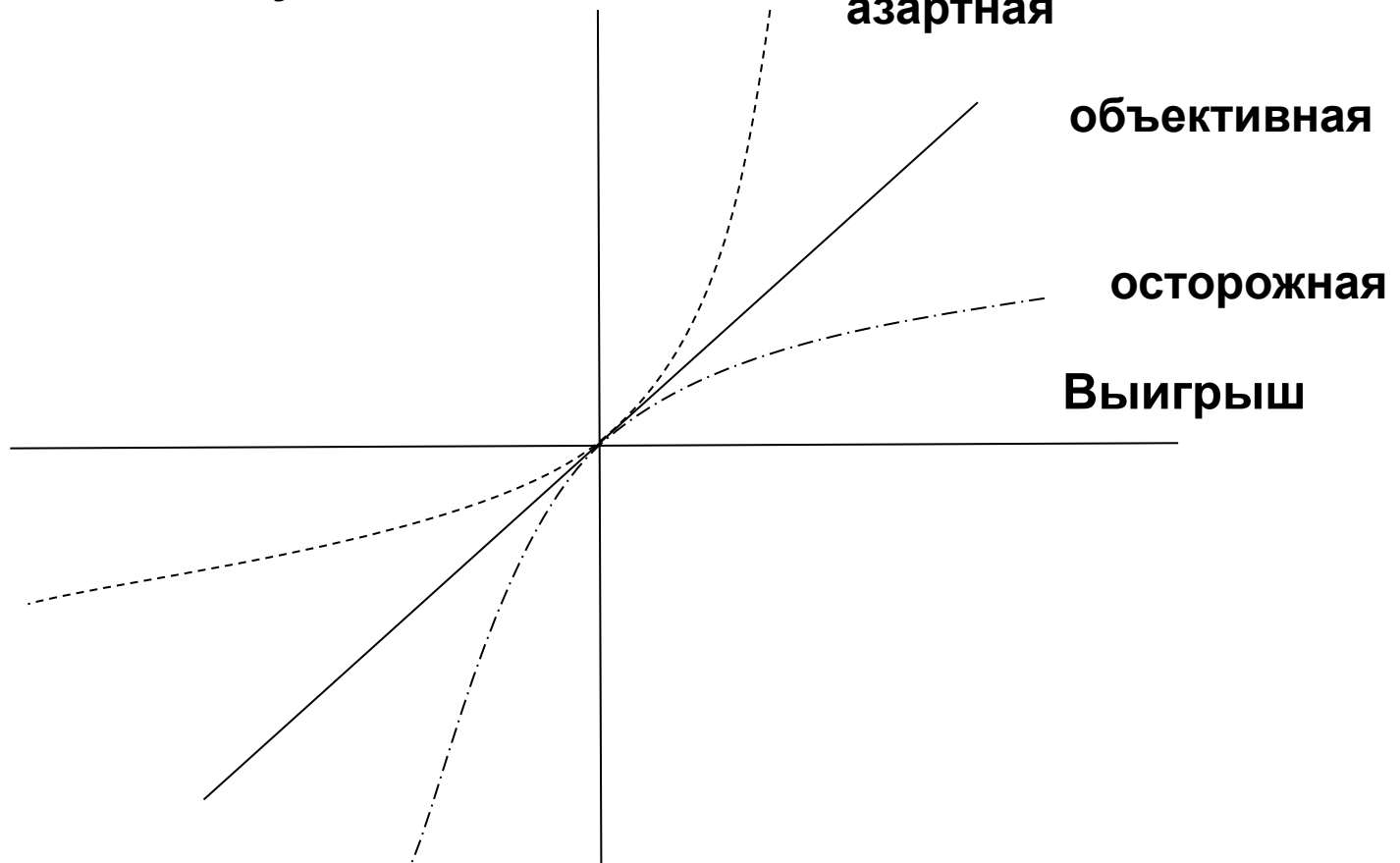


# Нахождение решений в условиях

## определенности при множественности целей

- Прескриптивная теория располагает рядом экспериментальных методов определения функции ценности ЛПР при одной цели, хотя это и не тривиальная задача. Она может быть сильно нелинейной в зависимости от индивидуального характера ЛПР
- Для случая множественных целей требуется вначале определить **мультиатрибутивную функцию ценности ЛПР**. С помощью этой функции отражается (в интересах и по поручению ЛПР) его предпочтение относительно множества его целей, чтобы облегчить принятие решения.

**Функция полезности**



**азартная**

**объективная**

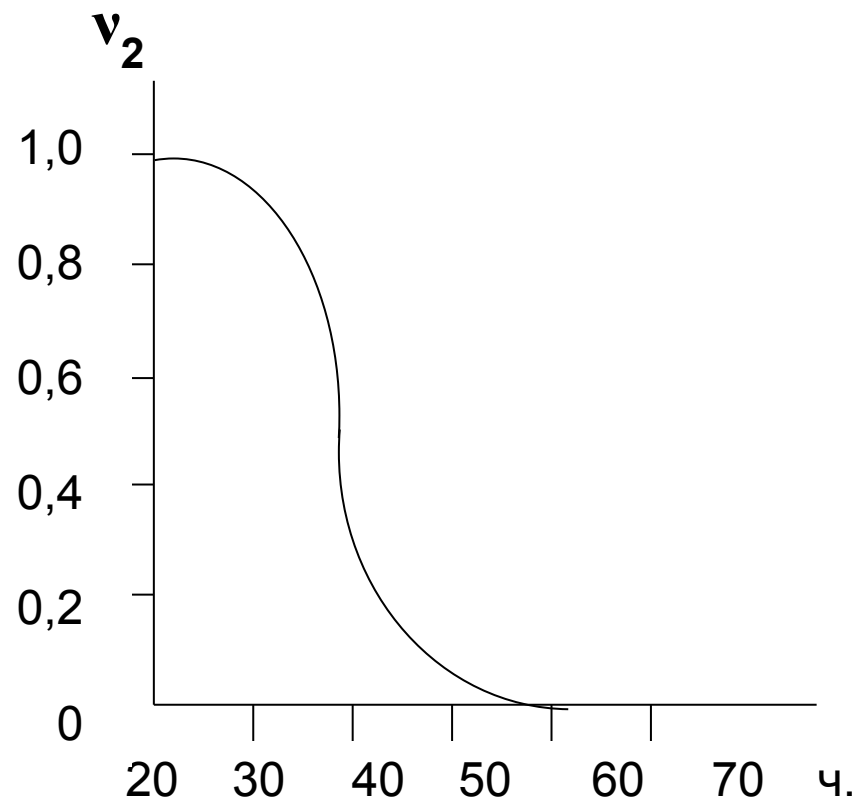
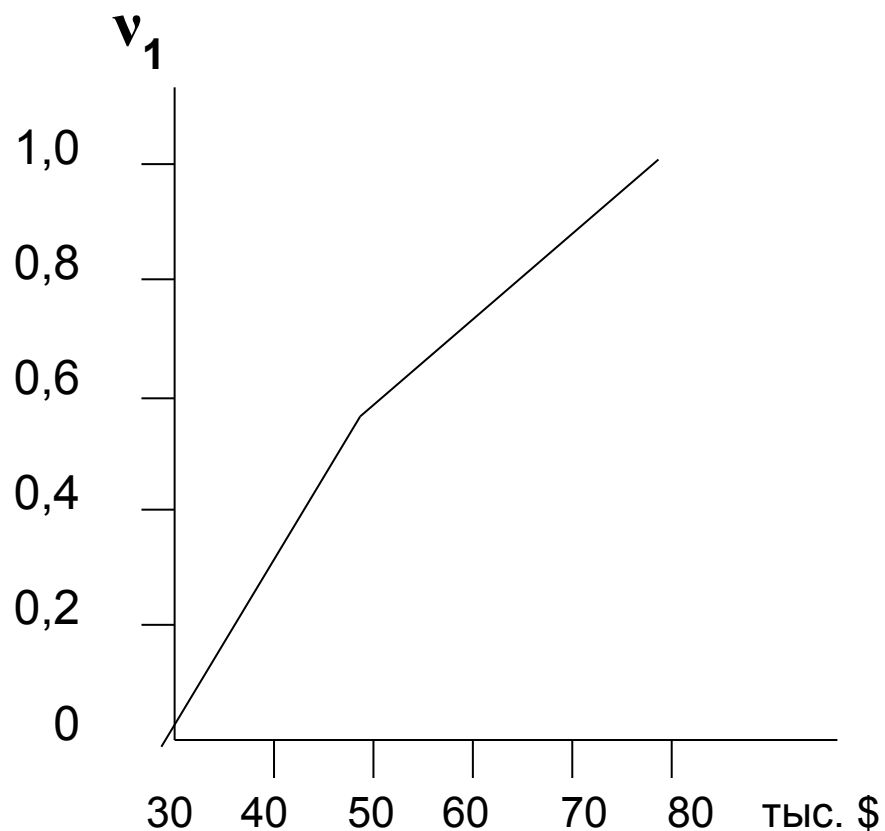
**осторожная**

**Выигрыш**

- Для простоты рассмотрим случай независимости атрибутов целей. Предположим, что выпускник университета ищет место работы. Он определил, что основными параметрами (атрибутами) для него являются годовая зарплата и длительность рабочей недели. В результате поиска он получил три предложения

Альтернативы	Годовая зарплата, \$	Длительность рабочей недели, ч
Консалтинговая фирма	80000	60
Университет	50000	40
Школа	30000	20

Допустим, мы определили функции полезности для нашего выпускника для обоих атрибутов цели – годовой зарплаты и длительности рабочей недели.



**Функция полезности**

Далее необходимо учесть весовые коэффициенты атрибутов. Для этого также разработан целый ряд приемов. Предположим, что для условий нашего примера веса составляют 0,6 и 0,4 для зарплаты и продолжительности рабочей недели соответственно. Тогда можем составить таблицу

Альтернативы	Ценность зарплаты	Взвешенная ценность зарплаты	Ценность продолжи- тельности рабочей недели	Взвешенная ценность продолжи- тельности рабочей недели	Суммарная ценность альтернативы
Консалтинговая фирма	1,0	0,60	0,0	0,00	<b>0,60</b>
Университет	0,6	0,36	0,5	0,20	0,56
Школа	0,0	0,00	1,0	0,40	0,40

- 
- В целом для сложных и ответственных задач методы прескриптивной теории решений реально и успешно применяются.
  - При этом всю техническую работу выполняют специалисты консалтинговых фирм или университетов.
  - Окончательное решение остается за ЛПР, которому представляются все расчеты и обоснования.
  - Широкому применению методов прескриптивной теории на практике препятствуют большие затраты времени на определение функций ценности и весов, сомнения в их стабильности для ЛПР, а также целый ряд дополнительных сложностей и возможных ошибок.
-

---

# Метод Парето решения многокритериальных задач выбора альтернативы

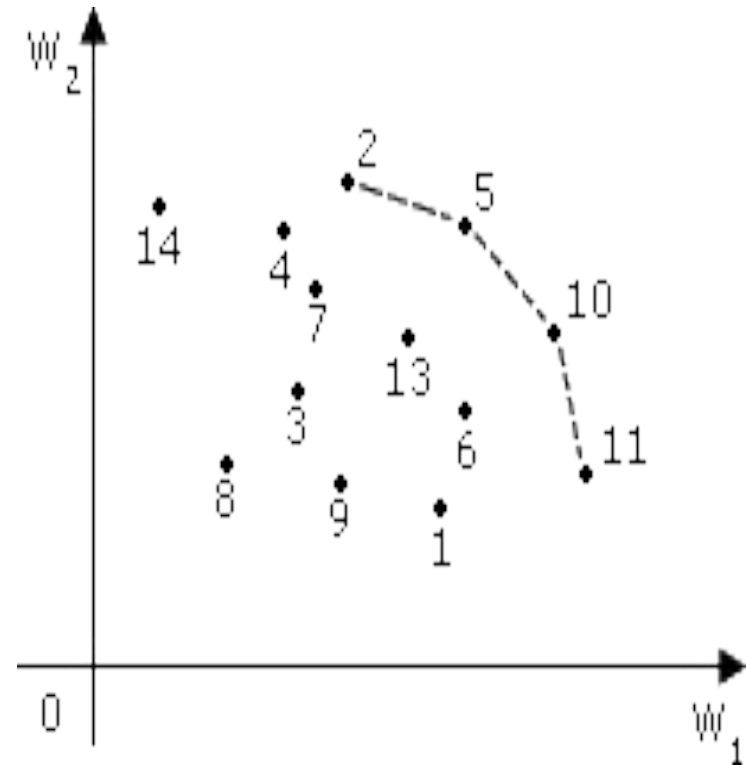
- Предположим, что необходимо решить задачу выбора альтернативы из множества возможных по двум критериям  $W1$  и  $W2$ , которые требуется максимизировать. Множество  $X$  состоит из конечного числа  $n$  возможных решений  $x1, x2, \dots, xn$ . Каждому решению соответствует определенные значения показателей  $W1$  и  $W2$ .
-

# Метод Парето решения

## многокритериальных задач выбора

### альтернативы

- Очевидно, что из всего множества  $X$  эффективными будут только решения  $x_2$ ,  $x_5$ ,  $x_{10}$ ,  $x_{11}$ , лежащие на правой верхней границе области возможных решений. Для всякого другого решения существует хотя бы одно доминирующее решение, для которого либо  $W_1$ , либо  $W_2$ , либо оба больше, чем для данного.



Когда из множества возможных решений выделены эффективные, дальнейший выбор можно вести уже в пределах этого «эффективного» множества, что радикально упрощает решение задачи. На рис. эффективное множество образуют четыре решения:  $x_2$ ,  $x_5$ ,  $x_{10}$ ,  $x_{11}$ , из которых  $x_{11}$  – наилучшее по критерию  $W_1$ , а  $x_2$  – по критерию  $W_2$ . Лицо, принимающее решение, должно теперь выбрать вариант, который для него предпочтителен по обоим критериям.

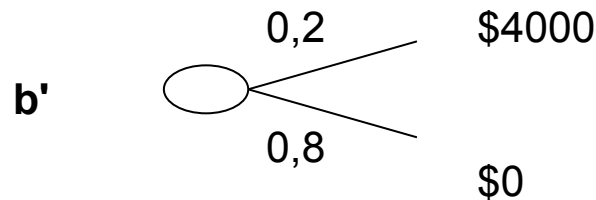
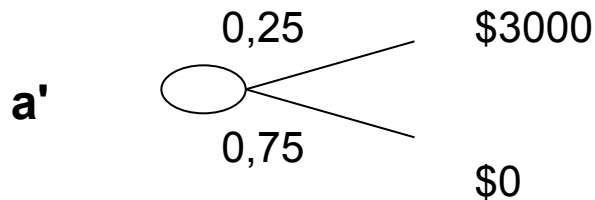
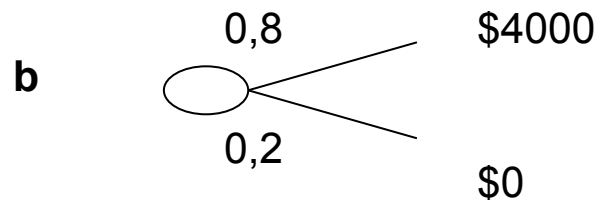
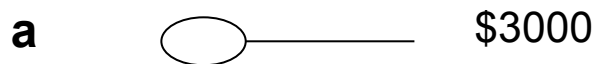


# Парадоксы интуитивных предпочтений

Статистике можно доверять только тогда, когда ее сам фальсифицировал.

У. Черчилль

- «Эффект владения»
- Парадокс М. Але (M. Alais)



# Парадокс Элсберга

- Возьмем урну с 30 красными и 60 черными и желтыми шарами. Между черными и желтыми шарами возможно любое соотношение. Рассмотрим две пары альтернатив:
- $a$  – выигрыш, если из урны вытаскивается красный шар;
- $b$  – выигрыш, если из урны вытаскивается черный шар;
- и
- $a'$  – выигрыш, если вытаскивается один красный или желтый шар;
- $b'$  – выигрыш, если вытаскивается один черный или желтый шар.

# Искажение результатов при оценке вероятностей

- Игральную кость с шестью гранями, четыре из которых красные ( $r$ ) и две зеленые ( $g$ ), бросают 20 раз, и последовательность выпадения красной и зеленой граней фиксируется. Предлагаются три альтернативы:
  - $a$ :  $rgrrr$ ;
  - $b$ :  $grgrrr$ ;
  - $c$ :  $grrrrr$ .
- Если одна из них выпадет в пределах всего сеанса, вы получаете выигрыш. Какую выбрать?

---

# Парадокс Симпсона

- В 1972 году в Великобритании в округе Викхам (Whickham) было начато масштабное исследование влияния привычек на срок жизни (статья в журнале *Clinical Endocrinology*. 1977. №7 ). Из отобранных 1314 женщин были созданы две группы: женщины, которые курили (582 чел.), и женщины, которые до того никогда не курили (732 чел.).
  - Через 20 лет было установлено, что из курящих женщин в живых осталось 443 чел., т.е. 76 %, а из некурящих – 502 чел., т.е. 68 %.
  - Какой вывод можно сделать из этого исследования? Курение продляет жизнь???
-

## **Дополнительная информация**

### **Возрастная группа 18 – 44 года**

288 курящих	269 живы	19 умерли	93 % живых
340 некурящих	327 живы	13 умерли	96 % живых

### **Возрастная группа 45 – 64 года**

245 курящих	167 живы	78 умерли	68 % живых
199 некурящих	147 живы	52 умерли	74 % живых

### **Возрастная группа свыше 64 лет**

49 курящих	7 живы	42 умерли	14,3 % живых
193 некурящих	28 живы	65 умерли	14,5 % живых

В младшей возрастной группе курили 46 %, в средней 55 %, а в старшей 20 %. Во всех трех возрастных группах шансы прожить следующие 20 лет у некурящих выше. Т.е. учет возраста в этом исследовании обязателен, иначе мы будем сравнивать пожилых некурящих с молодыми курящими.

---

# «Проблема с козами» или Игра с условными вероятностями *Проблема Монти Холла (Monty Hall)*

- Перед вами три закрытых двери. За одной из дверей автомобиль, который будет вам принадлежать, если вы в конце игры откроете именно эту дверь. За двумя другими дверями по козе. Вам нужно выбрать одну из дверей, но открыть ее сразу вы не имеете права.
  - Ведущий, который знает, за какой дверью находится автомобиль, открывает одну из дверей с козой и спрашивает, желаете ли вы остаться при своем выборе или хотите сменить дверь. Имеет ли смысл сменить дверь? Или это плохо?
-

## Задача с козами

Первый выбор	Ведущий открывает	Ваше действие	Второй выбор	Выигрыш	Вероятность выигрыша
Автомобиль	козу 1 или козу 2	Поменять дверь	Коза 1 или коза 2	нет	2/3
Коза 1	козу 2	Поменять дверь	Автомобиль	да	
Коза 2	козу 1	Поменять дверь	Автомобиль	да	
Автомобиль	козу 1 или козу 2	Не менять	Автомобиль	да	1/3
Коза 1	козу 1	Не менять	Коза 1	нет	
Коза 2	козу 2	Не менять	Коза 2	нет	

# Феномен Ньюкомба-Бенфорда

- Можно предложить следующую игру.
- Если у участников игры сумма денег в кошельке начинается с цифр 4, 5, 6, 7, 8, 9, то ведущий платит им по 100 руб., если же сумма начинается с 1, 2 или 3, то они платят ведущему по 100 руб.
- Стоит ли затевать такую игру и, если «да», то при каких условиях?



# Закон Ньюкомба-Бенфорда

<i>Цифра</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<i>Частотъ, %</i>	<b>30,1</b>	<b>17,6</b>	<b>12,5</b>	<b>9,7</b>	<b>7,9</b>	<b>6,7</b>	<b>5,8</b>	<b>5,1</b>	<b>4,6</b>

# Ситуационнозависимые интерпретации

- Мария две недели назад родила ребенка. Тест на отцовство показал, что генетический тест Ивана подходит. Вероятность случайного совпадения теста составляет  $1/100000$ . С какой вероятностью Иван – отец ребенка?

## ***Вероятность:***

- $99999/100000$ , т.е. практически наверняка;
- во всяком случае, весьма высока;
- вообще нельзя сказать.

---

# *Дополнительная информация*

- **Вариант 1.** Иван и Мария два года провели одни на межпланетной станции. Месяц назад они вернулись на Землю.

Иван со 100%-й надежностью отец ребенка.

- **Вариант 2.** Мария и Иван друг друга не знают. Мария живет в деревне в Хакасии. Иван три года сидит в «Бутырке» без права на свидания. Данные по его ДНК получены из базы данных МВД.

Иван со 100%-й надежностью не является отцом ребенка.

***Поскольку вероятность того, что Иван – отец ребенка может составлять 100% и 0%, то можно сконструировать и любые промежуточные ситуации.***

---

- **Вариант 3.** Иван и Мария три года состоят в браке. Однако около года назад Мария изменила мужу. Потом она ему в этом призналась. После долгих мучений Иван простил жену, но сомнение, он ли отец ребенка, продолжало его грызть. Он втайне сделал ДНК-тест. До теста вероятность того, что он – отец ребенка, составляла 50 %. Тест оказался положительным, и вероятность отцовства Ивана составила 99,99%.
- **Вариант 4.** Мария – проститутка. Иван единственный ее постоянный клиент. Он ей симпатичен – и не только потому, что аккуратно платит. Забеременев, она, естественно, не знала, от кого ребенок, но ей хотелось, чтобы ребенок был именно от Ивана. Она попросила Ивана сделать ДНК-тест. Наряду с Иваном у нее в период возможного зачатия было еще порядка 30 мужчин, от которых мог быть ребенок, но она их не знает.
- До теста вероятность того, что отец ребенка Иван, составляла порядка  $1/30$ . Если он отец ребенка, то его ДНК, конечно, соответствует. Но если отцом ребенка является один из других 30 мужчин, то не исключено, что ДНК Ивана все равно подходит. Вероятность такого события составляет  $30/100000 = 0,0003$ .

- **Вариант 5.** Мария и Иван живут в Новосибирске. Оба ведут разгульную жизнь и друг друга не помнят, но не исключают, что могли встречаться. До теста вероятность того, что Иван – отец ребенка, весьма мала. Данные по ДНК Ивана получены из базы данных УВД Новосибирска. В возрастной группе, с которой «работает» Мария, в Новосибирске еще порядка 300000 мужчин. Так как вероятность случайного совпадения теста составляет  $1/100000$ , то в Новосибирске еще 3 мужчины с подходящей ДНК. Следовательно, вероятность отцовства Ивана составляет  $1/4 = 0,25$ , т.е. 25%.

***Итак, мы получили:***

<i>Варианты</i>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<i>Вероятность того, что Иван – отец ребенка</i>	<b>100 %</b>	<b>0 %</b>	<b>99,999 %</b>	<b>99,97 %</b>	<b>25 %</b>

# Метод равноценных обменов

## ■ Алгоритм

1. Представить ясную картину всех альтернатив и их следствий для каждого из существенных факторов/целей (таблица следствий).
2. Заменить описания следствий простыми рангами.
3. Выявить абсолютно доминирующие альтернативы, которые могут быть исключены.
4. Исключить доминирующие альтернативы.
5. Выявить практически доминирующие альтернативы и исключить их.
6. Представить сокращенную таблицу следствий (при этом надо от рангов вернуться обратно к исходным величинам и описаниям).

# Метод равноценных обменов

7. Произвести равноценные обмены:
  - a) определить изменение, необходимое для исключения одного из факторов/целей;
  - b) оценить, какое изменение одного из других факторов способно скомпенсировать изменение по п. а);
  - c) произвести равноценный обмен;
  - d) исключить фактор, ставший в результате одинаковым для всех альтернатив;
  - e) проверить и исключить доминирующие альтернативы.

---

# Метод равноценных обменов

- Молодая современная женщина с ребенком ищет работу. В результате упорных поисков она выявила пять возможных мест работы. Она составила таблицу следствий, которая дала ей ясную картину всех альтернатив и следствий для каждого из выбранных ею факторов/целей.
-



Цели/ факторы	Альтернативы				
	Работа А	Работа Б	Работа В	Работа Г	Работа Д
Зарплата, руб./мес.	4000	4800	3600	3800	4400
Гибкость	средняя	низкая	высокая	средняя	отсутствует
Возможности для повышения квалификации	Компьютер	Взаимод. с людьми, многообразие задач, новые программные продукты	Оперативная работа, новые программные продукты	Отсутствуют	Менеджмент времени, многообразие задач
Продолжительность ежегодного отпуска	28	24	20	30	24
Дополнительные льготы	Оздоровит. программа, лечение и протезир. зубов, пенс. программа	Оздоровительная программа, лечение и протезир. зубов	Оздоровительная программа	Пенсионная программа, оздоровит. программа, лечение и протез. зубов	Оздоровит. программа, лечение и протезирование зубов
Удовлетворение от самой работы	Большое	Хорошее	Хорошее	Большое	Скучная и утомительная

# После замены именованных величин и описаний простым рейтингом получим

Цели/ факторы	Альтернативы				
	Работа А	Работа Б	Работа В	Работа Г	Работа Д
Зарплата, руб. /мес.	3	1	5	4	2
Гибкость	2 (равноценны)	4	1	2 (равноценны)	5
Возможности для повышения квалификации	4	1	3		2
Продолжитель- ность ежегодного отпуска	2	3 (равноценны)	5	1	3 (равноценны)
Дополнительн ые льготы	1	2 (равноценны)	5	4	2 (равноценны)
Удовлетворе- ние от самой работы	1 (равноценны)	3 (равноценны)	3 (равноценны)	1 (равноценны)	5

- Работа Б абсолютно доминирует над работой Д – все факторы, кроме одного равноценного, у работы Б выше, чем у работы Д. Поэтому работу Д можно исключить сразу. При сравнении работ А и Г видно, что работа А лучше по трем параметрам, равноценна по двум параметрам и хуже по одному параметру. Из этого следует, что работа Г может быть кандидатом на исключение в связи с практическим доминированием. И действительно, два дня дополнительного отпуска вполне компенсируются большей на 200 рублей зарплатой.
- Таким образом, задачу удалось существенно упростить – сравнению подлежат теперь только три альтернативы вместо пяти.
- Преимущество метода равноценных обменов заключается в том, что независимо от количества альтернатив и факторов он позволяет систематически исключать их один за одним до тех пор, пока выбор не станет очевидным.

# Метод равноценных обменов

## *Реальная ситуация: выбор месторасположения фирмы*

Требования (факторы), которым должно удовлетворять месторасположение фирмы:

- оно должно быть расположено недалеко от дома;
- должно быть легко достижимо для клиентов;
- должен быть обеспечен хороший офисный сервис (копировальная техника, телефон, факс, услуги секретаря);
- достаточный размер помещения;
- невысокая стоимость аренды.

Для того, чтобы иметь измеритель достижимости для клиентов введем процент клиентов, которые могут добраться до офиса в пределах 15 минут.

Для характеристики офисного сервиса введем три градации:

**А** – полный сервис (копировальная техника, телефон, факс, возможность найма секретаря с почасовой оплатой);

**В** – частичный сервис (факс и телефон с автоответчиком);

**С** – отсутствие офисного сервиса.

# Метод равноценных обменов

Факторы	Альтернативы				
	ТГУ	ТГАСУ	ТЭМЗ	ТГМУ	ТПУ
Время на дорогу от дома (мин.)	45	25	20	25	30
Достижимость для клиентов (%)	50	80	70	85	75
Офисный сервис	А	В	С	А	С
Площадь помещения (м <sup>2</sup> )	80	70	50	95	70
Арендная плата в месяц (рублей)	18500	17000	15000	19000	17500

# Метод равноценных обменов

Значения рейтинга факторов по альтернативам

Факторы	Альтернативы				
	ТГУ	ТГАСУ	ТЭМЗ	ТГМУ	ТПУ
Время на дорогу от дома	5	2 (равноценные)	1	2(равноценные)	4
Достижимость для клиентов (%)	5	2	4	1	3
Офисный сервис	1(равноценные)	3	4(равноценные)	1(равноценные)	4(равноценные)
Площадь помещения (м <sup>2</sup> )	2	3(равноценные)	5	1	3(равноценные)
Арендная плата в месяц (рублей)	4	2	1	5	3

Помещение в ТГАСУ доминирует над помещением в ТПУ

Помещение ТГМУ практически доминирует над помещением в ТГУ

# Метод равноценных обменов

вернемся к именованным параметрам

Факторы	Альтернативы		
	ТГАСУ	ТЭМЗ	ТГМУ
Время на дорогу от дома (мин.)	25	20	25
Достижимость для клиентов (%)	80	70	85
Офисный сервис	В	С	А
Площадь помещения (м <sup>2</sup> )	70	50	95
Арендная плата в месяц (рублей)	17000	15000	19000

Время на дорогу от дома – кандидат на обмен. Предположим, что мы готовы поменять 5 минут дополнительной дороги от дома на 8% увеличения достижимости для клиентов. Исключаем параметр «Время на дорогу от дома».

# Метод равноценных обменов

Факторы	Альтернативы		
	ТГАСУ	ТЭМЗ	ТГМУ
Достижимость для клиентов (%)	80	78	85
Офисный сервис	В	С	А
Площадь помещения (м <sup>2</sup> )	70	50	95
Арендная плата в месяц (рублей)	17000	15000	19000

Предположим, что улучшение сервиса в варианте помещения ТЭМЗА с «С» на «В» мы приравниваем к повышению арендной платы на 2000 руб. в месяц, а снижение сервиса в варианте ТГМУ с «А» на «В» мы приравниваем к снижению арендной платы на 1000 руб. в месяц. Тогда можем исключить фактор «офисный сервис».



# Метод равноценных обменов

Факторы	Альтернативы		
	ТГАСУ	ТЭМЗ	ТГМУ
Достижимость для клиентов (%)	80	<del>78</del>	85
Площадь помещения (м <sup>2</sup> )	70	<del>50</del>	95
Арендная плата в месяц (рублей)	17000	<del>17000</del>	18000

Никогда сам не принимай решения, если ты сможешь  
сделать так, чтобы его принял кто-либо другой

*Принцип Пфайфера*

# Принятие решений в условиях неопределенности

- Принятие решения в условиях неопределенности имеет место, когда то или иное действие (или все действия) приводит к множеству возможных исходов, вероятности которых ЛПР неизвестны.
- Нередко результат решения зависит от наступления определенных внешних ситуаций, которые не только не контролируются ЛПР, но и по которым у него отсутствует информация при какой из этих ситуаций его решение должно быть эффективным.
- Особая трудность появляется тогда, когда при конкретных внешних ситуациях каждый раз оптимальной была бы другая альтернатива. Выбор решения в таких условиях и называют принятием решения в условиях неопределенности.

# Принятие решений в условиях неопределенности

- Для примера рассмотрим матрицу решений, представленную в таблице на следующем слайде.
- Целью является увеличение прибыли фирмы:
  - либо за счет нового продукта (альтернатива A1),
  - либо за счет завоевания нового рынка (A2),
  - либо за счет кооперации с другими фирмами (A3),
  - либо за счет увеличения активности на существующих рынках (A4).
- Все четыре альтернативы приводят к разным результатам в зависимости от возможной конъюнктуры и условий конкуренции (P1, P2, P3).

# Матрица решений

	P1	P2	P3
A1	92	160	40
A2	100	76	120
A3	68	80	140
A4	62	74	105

а) исходная матрица

	P1	P2	P3
A1	92	160	40
A2	100	76	120
A3	68	80	140

б) после исключения неэффективной альтернативы

- Для начала может быть выполнен предварительный отбор альтернатив на основе принципов принятия решений. В частности альтернатива А4 может быть исключена, т.к. она не эффективна по сравнению с альтернативой А3.

# Выбор альтернативы в условиях неопределенности

- Для выбора альтернативы в условиях неопределенности разработан ряд стратегий:
  - правило Вальда (максимин-правило), иногда носит название минимакс-правило; его можно было бы назвать также правилом монашки: «береженого бог бережет»;
  - максимакс-правило, называемое иногда минимин-правилом; его можно характеризовать русской поговоркой: «кто не рискует, тот не пьет шампанское»;
  - правило Гурвича, называемое иногда правилом оптимизма-пессимизма; его можно характеризовать русской поговоркой: «бог не выдаст, свинья не съест»;
  - правило Сэвиджа-Нигана, называемое иногда правилом минимакса сожаления;
  - правило Лапласа;
  - правило Крэлле.

# Правило Вальда

	P1	P2	P3	Правило минимакса
A1	92	160	<b>40</b>	40
A2	100	<b>76</b>	120	<b>76</b>
A3	<b>68</b>	80	140	68

- Правила Вальда ориентируется на ЛПР, настроенное пессимистично и стремящееся минимизировать потери.
- Оно признает только минимальную прибыль, **но не убытки** и выбирает опцию, которая максимизирует минимальную прибыль. В табл. для каждой внешней ситуации фиксируется минимальное значение, а потом из этих худших значений выбирается максимальное. Наиболее приемлемой альтернативой при этом подходе оказывается альтернатива A2.

# Правило максима

	P1	P2	P3	Правило максима
A1	92	<b>160</b>	40	<b>160</b>
A2	100	76	<b>120</b>	76
A3	68	80	<b>140</b>	68

- Максимакс-правило ориентируется на предельно оптимистичное ЛПР, для которого определяющим является только результат, достигаемый в лучшем случае.

# Правило Гурвича (правило оптимизма-пессимизма)

Правило Гурвича представляет собой компромисс между двумя рассмотренными стратегиями. При этом для каждой альтернативы учитываются два значения – максимальное и минимальное. Для этого вводится дополнительный параметр оптимизма-пессимизма  $\alpha$ , который учитывает индивидуальный подход к риску ЛПР. У пессимиста  $\alpha$  лежит в диапазоне от 0 до 0,5, у оптимиста от 0,5 до 1. Далее каждый максимум в строке умножается на  $\alpha$ , а каждый минимум на  $(1 - \alpha)$ . Для случая умеренного пессимиста ( $\alpha = 0,3$ ) результат представлен в таблице.

	P1	P2	P3	Правило Гурвича
A1	92	160	40	$160 \times 0,3 + 40 \times 0,7 = 76$
A2	100	76	120	$120 \times 0,3 + 76 \times 0,7 = 89,2$
A3	68	80	140	$140 \times 0,3 + 68 \times 0,7 = \mathbf{89,6}$



# Правило Сэвиджа-Нигано (правило минимальног сожаления)

- В этой стратегии ЛПР ориентируется на не абсолютный результат, а на минимизацию максимально плохого результата. Для этого вычисляется таблица «сожалений». В ней для каждого состояния внешней среды для каждой альтернативы вычисляется убыток/ущерб, который получается при выборе данной альтернативы по сравнению с оптимальной альтернативой. Для каждой альтернативы отмечаем максимальный ущерб. Выбираем альтернативу с минимумом максимального ущерба. Достоинство этого подхода заключается в том, что минимизируется максимально возможная ошибка. Это отражает позицию пессимистичного или, по крайней мере, осторожного ЛПР.

	Состояние внешней среды			Матрица сожаления			Правило минимального сожаления
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	
A1	92	160	40	8	0	<b>100</b>	100
A2	100	76	120	0	<b>84</b>	20	84
A3	68	80	140	32	<b>80</b>	0	<b>80</b>

# Правило Лапласа

Правило Лапласа предполагает ЛПР с нейтральным отношением к риску и позволяет выбрать альтернативу с максимальной суммарной пользой. Для этого каждому состоянию внешней среды приписывается равная вероятность (т.е. определяется как 1 деленная на число рассматриваемых состояний среды). Далее определяется сумма для каждой альтернативы.

	P1	P2	P3	Правило Гурвича
A1	92	160	40	$92 \times 0,33 + 160 \times 0,33 + 40 \times 0,33 = 97,33$
A2	100	76	120	$100 \times 0,33 + 76 \times 0,33 + 120 \times 0,33 = \mathbf{98,67}$
A3	68	80	140	$68 \times 0,33 + 80 \times 0,33 + 140 \times 0,33 = 96$

# Правило Крелле

- С помощью правила Крелле пытаются учесть индивидуальные предпочтения ЛПР в отношении риска. Для этого необходимо определить индивидуальную функцию предпочтений ЛПР, что представляет собой сложную задачу. Далее все значения для каждой альтернативы пересчитываются с помощью этой функции в цифры полезности в глазах ЛПР. Если бы удалось достаточно объективно определить эту функцию субъективных предпочтений ЛПР правило Крелле могло бы быть весьма эффективным. Но поскольку возможность ее надежного определения остается спорной, правило Крелле практически не применяется.

# Сопоставление результатов выбора альтернатив с помощью разных критериев

	P1	P2	P3	Правило мини- макса	Правило макси- макса	Правило Гурви ча	Правило Сэвид жа	Правило Лапла са
A1	92	160	40	40	<b>160</b>	76	100	96,3
A2	100	76	120	<b>76</b>	120	89,2	84	<b>98,7</b>
A3	68	80	140	68	140	<b>89,6</b>	<b>80</b>	96

■ На первый взгляд кажется нелепым, что наилучшая альтернатива зависит от метода ее определения. На самом деле здесь нет противоречия, поскольку метод выбора учитывает индивидуальные предпочтения ЛПР.

# Принятие решений в условиях риска

- Основное отличие решений в условиях риска состоит в том, что наступление определенных условий внешней среды является не чисто случайным, а ожидается с определенной вероятностью.
- Значения этой вероятности могут быть определены либо объективно на основании статистики или пробных испытаний, либо субъективно.
- Во всяком случае, ЛПР эти вероятности известны.

- Логично предположить, что люди принимают решения на основе двух величин: математического ожидания альтернативы (проще говоря, среднего размера выигрыша/проигрыша) и степени риска, присущего данной альтернативе.
- Математическое ожидание для альтернативы  $EV$  может быть представлено формулой

$$EV = \sum_{j=1}^m P_j \cdot W_j$$

где  $P_j$  – вероятности исходов;  $W_j$  – ценности исходов.

Что касается оценки степени риска, присущего каждой альтернативе, то эмпирические исследования Р. Кетлинского позволили установить, что, оценивая риск, люди учитывают две переменные – субъективную вероятность проигрыша (СВП) и размер проигрыша (РП).

- 
- Кетлинский определил, что риск ( $R$ ) определяется не дисперсией или величиной ожидаемого убытка, как можно было бы предполагать, а суммой субъективной вероятности проигрыша и логарифма размера проигрыша:

$$R = 3,12(CBП) + \lg(PП).$$

---

# Правила принятия решений в условиях риска

- Правило модального значения:
  - В соответствии с правилом модального значения учитываются только те результаты, вероятность появления которых максимальна.
  - Это правило называют также аксиомой рациональности, поскольку при единичном выборе представляется разумным предполагать, что именно событие с максимальной вероятностью появления и наступит.
  - Такой подход в большинстве случаев будет приводить к положительному результату. Однако он имеет и определенные недостатки, например, он сталкивается с трудностями, когда:
    - ряд состояний имеют равную вероятность появления;
    - максимальный результат дают несколько альтернатив;
    - когда вероятность появления модального значения при одном из состояний среды только незначительно выше, чем для других состояний среды, а при этом другие альтернативы оказываются более оптимальными, иногда значительно.



# Правило модального значения

Состояние среды	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Вероятность появления	0,14	0,10	0,06	0,08	0,07	0,15	0,13	0,12	0,07	0,08
A1	5	4	4	5	1	<b>6</b>	8	6	10	3
A2	10	4	6	7	2	5	9	8	13	5
A3	11	3	7	7	1	3	7	7	12	4

- Состояние среды P6 имеет наибольшую вероятность 0,15 и в соответствии с правилом должна быть выбрана альтернатива A1, дающая результат, равный 6. Однако состояние среды P1, имеющее незначительно меньшую вероятность появления 0,14, для альтернатив A2 и A3 дает заметно лучший результат. Поэтому целесообразность выбора альтернативы A1 может вызывать сомнения.

# Байесово правило (правило) ожидаемого значения

Состояние среды	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Сумма
Вероятность появления	0,14	0,10	0,06	0,08	0,07	0,15	0,13	0,12	0,07	0,08	
A1	0,70	0,4	0,24	0,40	0,07	0,90	1,04	0,72	0,07	0,24	4,78
A2	1,40	0,4	0,56	0,56	0,14	0,75	1,17	0,96	0,91	0,40	<b>7,05</b>
A3	1,54	0,3	0,56	0,56	0,07	0,45	0,91	0,84	0,84	0,32	5,25

- Правило Байеса в отличие от предыдущего вовлекает в процесс выбора решения все имеющиеся значения.
- Для этого результат каждой альтернативы для каждого состояния среды умножается на вероятность ее появления (например, для предыдущей таблицы для альтернативы A1 и состояния среды P1:  $5 \times 0,14 = 0,70$ ). Сумма по каждой альтернативе дает ожидаемый результат альтернативы в целом для всех возможных состояний среды.

# Опасность формального применения правила Байеса

Состояние среды	P1	P2	Сумма
Вероятность	0,4	0,6	
A1	-600	+410	+6
A2	-10	+15	+5

В таблице приведен пример, когда как в соответствии с правилом модального значения (при P2 имеем максимальный результат), так и в соответствии с правилом Байеса (сумма +6) выбор падает на альтернативу A1. При неоднократном выборе это решение было бы действительно оптимальным, но при однократном выборе альтернатива A1 может оказаться убийственной, если реализуется значение среды P1. Следующего выбора, который позволил бы в конечном счете выиграть, может просто не быть из-за банкротства в результате первого выбора.

# Правило Бернулли

- Правило Бернулли достаточно широко применяется для принятия экономических решений в условиях риска.
- Оно отличается от правила Байеса тем, что вводится индивидуальная функция полезности. При этом каждое значение в таблице вначале умножается на соответствующее значение функции полезности и уж затем на вероятность соответствующего состояния среды. Далее для каждой альтернативы производится суммирование по всем состояниям среды. Максимальная сумма определяет лучшую альтернативу.
- Преимущество этого подхода заключается в учете индивидуальных предпочтений ЛПР.
- Недостаток правила связан с тем, что функция полезности должна быть определена настолько точно, что она должна быть справедлива для ЛПР и в других ситуациях и должна быть стабильна во времени, т.е. должна быть применима для конкретных ситуаций и в другое время.

# Правило Ферстнера

- Правило Ферстнера направлено на компенсацию недостатков правила ожиданий (Байесова правила). В соответствии с правилом Ферстнера значения ожиданий корректируются на некую взвешенную стандартную величину отклонений. Эта поправка представляет собой субъективную оценку, учитывающую предпочтения ЛПР по отношению к риску. При этом она имеет, естественно, разный знак в зависимости от того, идет ли речь о максимизации пользы или минимизации убытка. Проблемой остается определение величины поправки для конкретного ЛПР.

Поправочный коэффициент	Для полезных результатов	Для вредных результатов
= 0	ЛПР нейтрально относится к риску	ЛПР нейтрально относится к риску
> 0	ЛПР боится рисковать	ЛПР любит рисковать
< 0	ЛПР любит рисковать	ЛПР боится рисковать

# Сведение принятия решения в условиях неопределенности к решению в условиях определенности

- Ни одно из рассмотренных правил не гарантирует выбора оптимального решения. В связи с этим на практике применяется целый ряд методов введения поправок.
- Одним из них является, к примеру, расчет с использованием, так называемых эквивалентов надежности. К примеру, 5% на сберегательный вклад в Сбербанке ЛПР может рассматривать как эквивалент 10% на вклад в фонд, подверженный риску курсовых колебаний. Таким способом матрица решений может быть преобразована с заменой ненадежных результатов на субъективные эквиваленты.
- Могут и непосредственно вводиться к цифрам матрицы решений поправки (положительные или отрицательные) на риск.
- Недостатком всех этих поправок является то, что они не повышают прозрачности ситуации и в то же время могут, как бы объективно, отклонить выгодное решение. Несмотря на это поправки достаточно широко используются на практике при разработке экономических решений.

# Анализ чувствительности решения

- Анализ чувствительности позволяет определить границы, при которых преимущественная альтернатива меняется на другую. При этом определяется до каких пор избранная альтернатива остается и дальше оптимальной, когда одно или более положенных в основу решения значений меняется. Для анализа используется два подхода:
  - Метод критического значения. При этом определяется при каких параметрах внешней среды, преимущественная альтернатива меняется на другую.
  - Метод анализа отклонений. В соответствии с этим подходом определяется, насколько чувствительно реагирует критерий принятия решения на изменение заданных параметров среды.

# Метод критического значения

- Для того, чтобы выяснить при каких параметрах внешней среды преимущественная альтернатива меняется на другую, конкретный параметр внешней среды варьируется до тех пор, пока решение, бывшее до сих пор оптимальным, не оказывается уже таковым. Это значение параметра называют критическим.
- Если превышение критического значения может рассматриваться как маловероятное, то принятое решение может считаться робастным (устойчивым). Если же уже при незначительных отклонениях значений внешней среды следовало бы предпочесть другую альтернативу, решение называют чувствительным.
- Эту информацию ЛПР может применить как при оценке риска при принятии решения, так и в процессе последующего контроллинга. Если параметры среды приближаются к критическим значениям, то нужно будет оценить, не следует ли откорректировать решение или предпринять некие дополнительные меры.



---

# Метод анализа отклонений

- Для того, чтобы определить насколько чувствительно реагирует критерий принятия решения на изменение заданных параметров среды, с определенным шагом изменяют параметр внешней среды и анализируют насколько реагирует результирующее значение выбранной альтернативы на эти изменения.
- Полученная информация позволяет ЛПР выявить те параметры внешней среды, которые приводят к наиболее существенным отклонениям результата, и отслеживать эти параметры с наибольшим вниманием.



# Анализ чувствительности

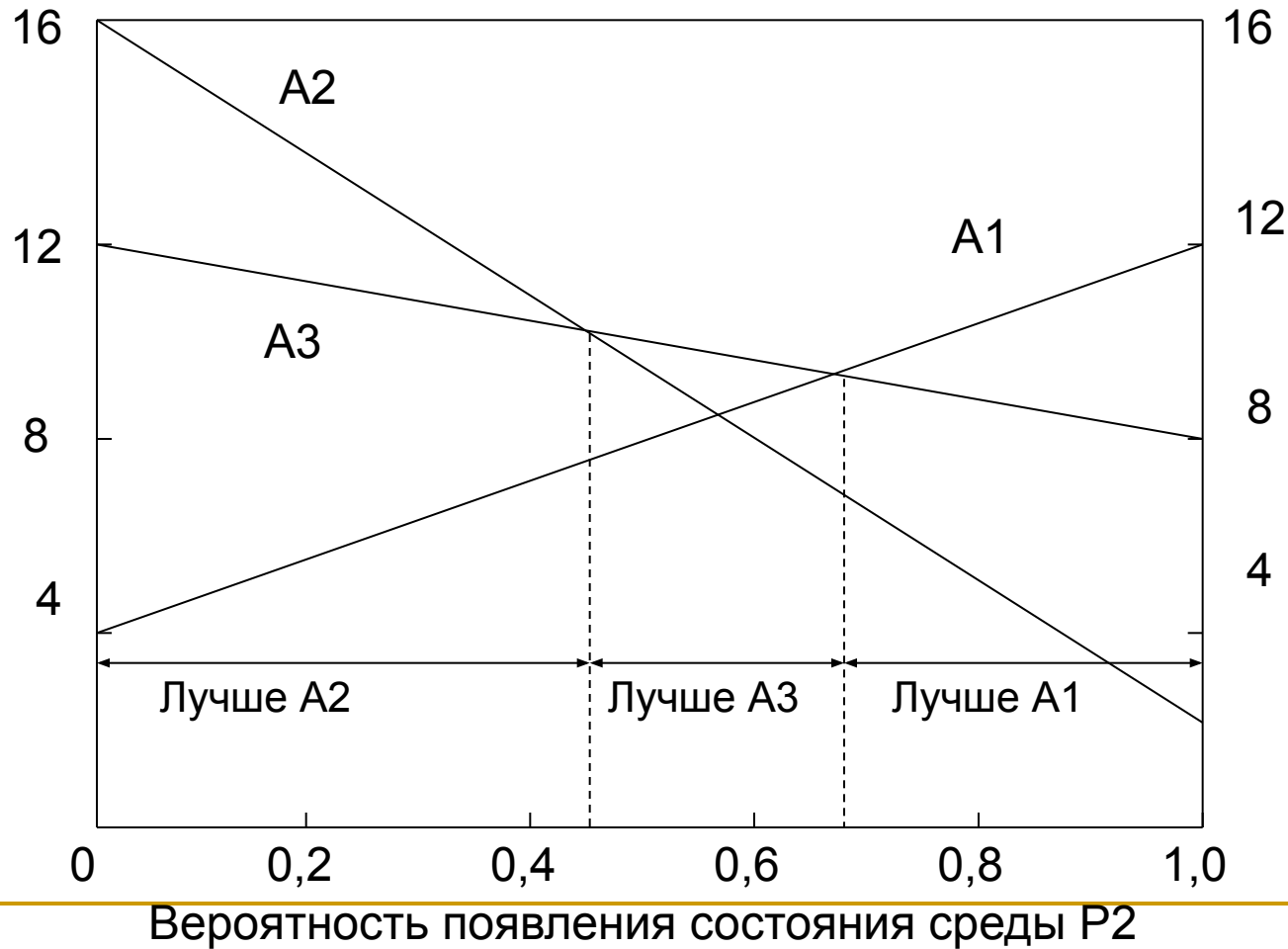
- Имеется простой способ анализа чувствительности решения для случая двух возможных вариантов условий (состояний среды). Способ позволяет определить уровень вероятности, за которым выбор варианта не меняется.
- Пример: имеется ряд альтернатив А1-А3 и два варианта условий Р1 и Р2.

Альтернативы	Состояния среды	
	Р1	Р2
А1	4	12
А2	16	2
А3	12	8

# Анализ чувствительности

Результат при P1

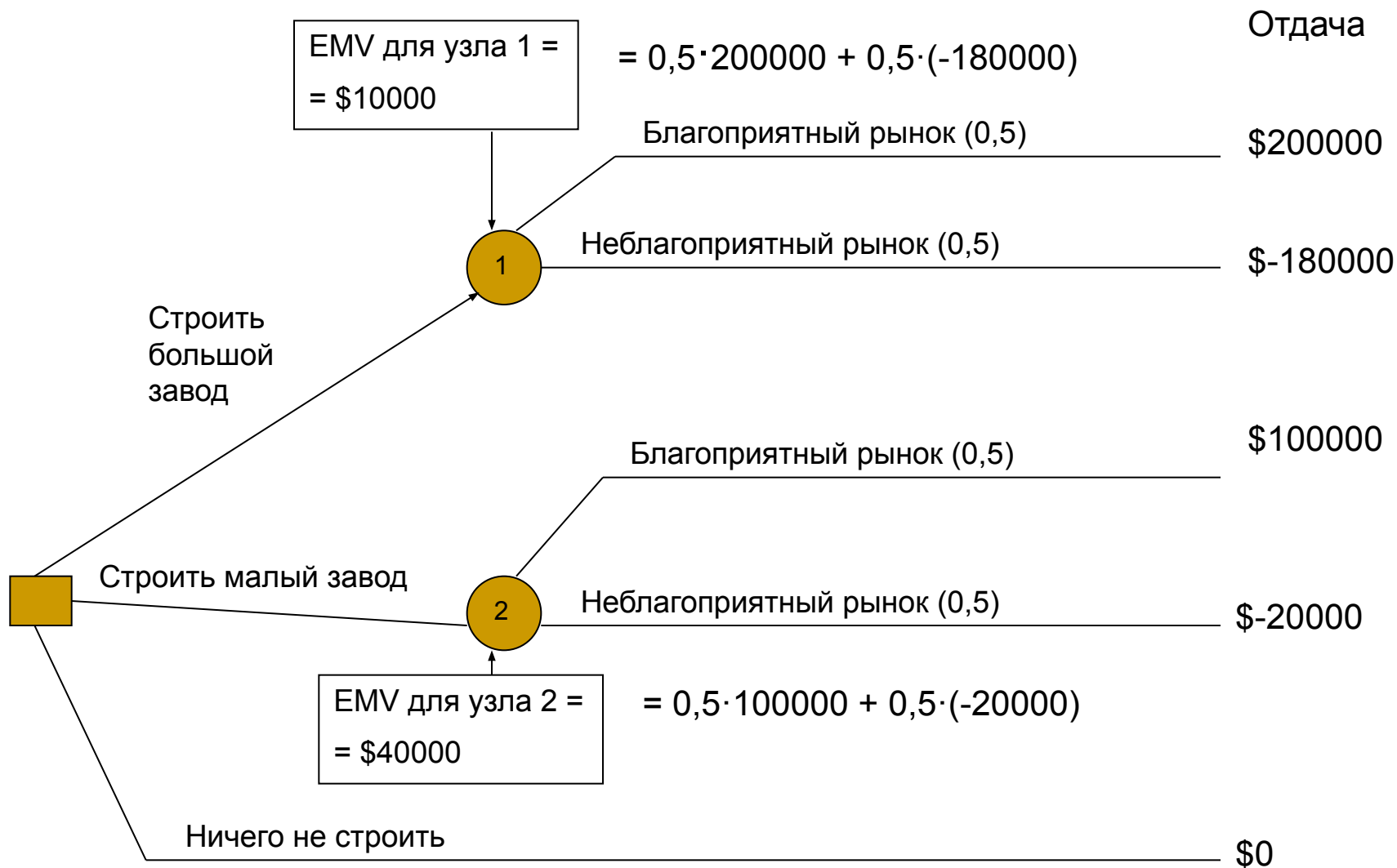
Результат при P2



# Гибкое планирование

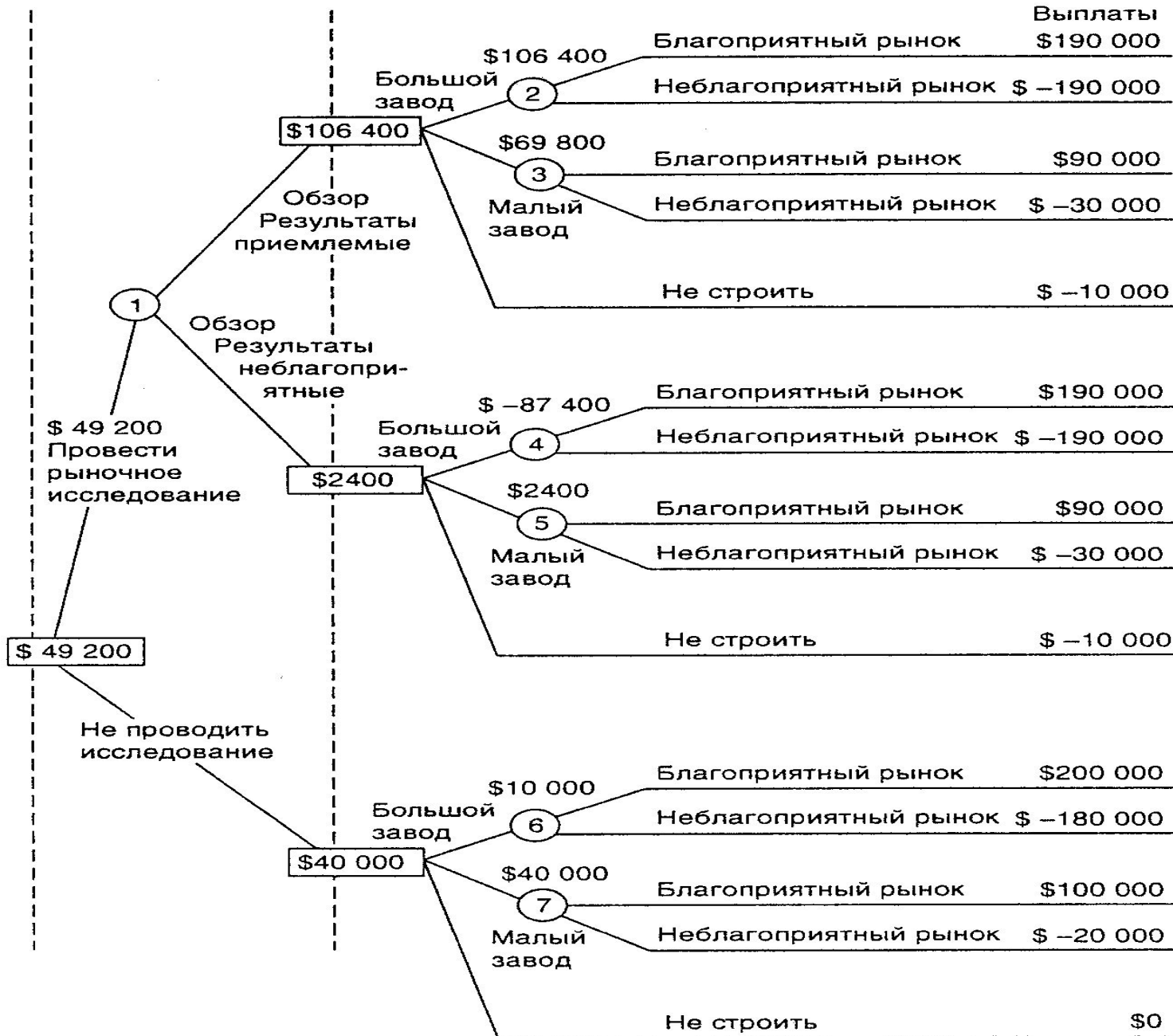
- На практике наряду с анализом чувствительности решения применяется также гибкое(адаптивное) планирование. Оно особенно рационально в случае сложных многоступенчатых решений.
- Например, решение о выходе с новым продуктом на новые рынки начинается с решения о разработке прототипа изделия. Это решение принимается уже сегодня с учетом некоторых предварительных соображений о будущем рынке.
- Само решение о выходе на рынок принимается (возможно, тоже в несколько ступеней) окончательно уже на стадии, когда имеется достаточно полная информация о продукте, результаты продажи на ограниченном рынке, результаты опроса потребителей и т.д.

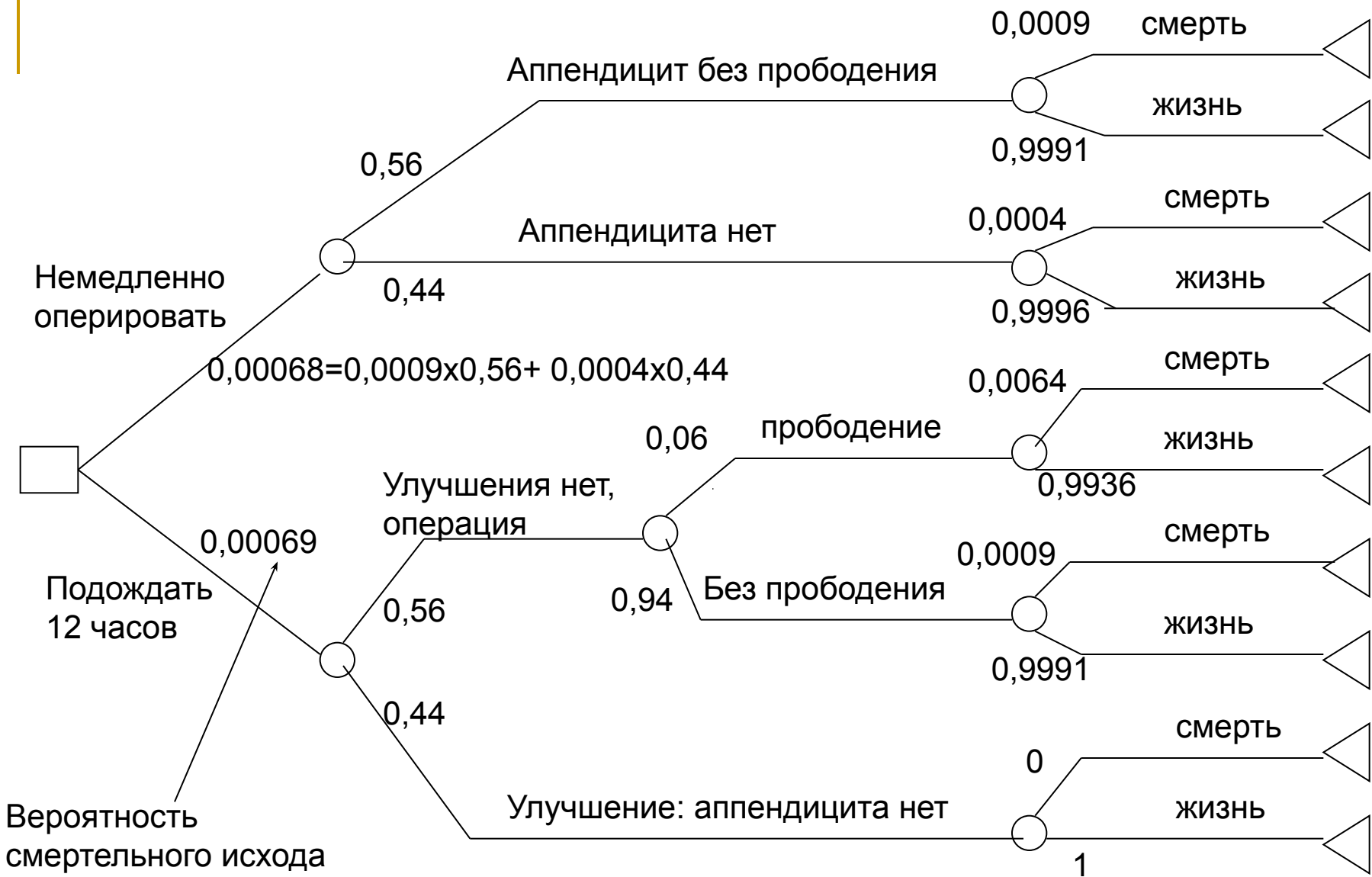
# Дерево решений



Первая точка решения

Вторая точка решения





---

# Прогнозирование

На базе сегодняшних знаний основанных на прошлом опыте должны приниматься решения для будущего.

Хороший прогноз должен включать в себя четыре элемента:

- качественный (объект исследования);
  - количественный (выражение в числах уровня развития);
  - время (когда это произойдет);
  - вероятность (представление неопределенности).
- Отсутствие хотя бы одного из этих элементов делает прогноз неопределенным.
-



# Прогнозирование

- Краткосрочный прогноз
  - охватывает период до одного года, но обычно меньше, чем три месяца;
  - используется для планирования закупок, работ, уровней рабочей силы, распределения работ и объема производства.
- Среднесрочный прогноз
  - охватывает период от трех месяцев до трех лет;
  - используется в планировании сбыта, планировании производства и распределении бюджета, бюджетировании наличности, анализе различных оперативных планов.
- Долгосрочный прогноз
  - обычно на три года и более;
  - используется в планировании новых товаров, расходов по основным фондам, в определении местоположения завода и его расширения, в исследованиях и разработках.

---

# Тенденции и события

- Тенденции с четко определенными данными (например, демографическая информация).
  - Четко определенные тенденции, по которым есть опубликованные прогнозы. Эту информацию целесообразно использовать, т.к. нет смысла «изобретать велосипед».
  - Тенденции, по которым не существует опубликованных прогнозов, однако по которым можно получить информацию и составить собственный прогноз.
  - Слабые сигналы, которые могут стать (а могут и не стать) значимыми тенденциями.
  - События, которые могут произойти, а могут и не произойти.
  - Соотношения, по которым есть информация, например соотношения ВВП на душу населения и потребления энергии.
-

---

# Техники качественного прогнозирования

- Групповая оценка на основе мнений малой группы менеджеров высокого уровня
  - Обобщение оценки продаж, даваемой дилерами по своим регионам
  - Метод Дельфи
  - Обзор рынка покупателей – получение данных от покупателей или потенциальных покупателей, рассматривающих будущие планы своих закупок.
-

# Техники количественного прогнозирования

- Модели временных серий – исходят из того, что будущее есть функция прошлого
  - простейший метод;
  - метод меняющегося среднего;
  - экспоненциальное сглаживание;
  - трендовое регулирование.
- Причинная модель – линейная регрессия – учитывает в модели переменные, или факторы, которые могут влиять на количество в будущем периоде.

# Метод меняющегося среднего

Месяц	Текущие продажи	Меняющаяся средняя за три месяца
Январь	18	
Февраль	22	
Март	16	
Апрель	18	$(18 + 22 + 16)/3 = 18,67$
Май	20	$(22 + 16 + 18)/3 = 18,67$
Июнь	15	$(16 + 18 + 20)/3 = 18,0$
Июль	14	$(18 + 20 + 15)/3 = 17,67$
Август	18	$(20 + 15 + 14)/3 = 16,33$
Сентябрь	24	$(15 + 14 + 18)/3 = 15,67$
Октябрь	28	$(14 + 18 + 24)/3 = 18,67$
Ноябрь	26	$(18 + 24 + 28)/3 = 23,33$
Декабрь	28	$(24 + 28 + 26)/3 = 26,0$

## Метод взвешенного меняющегося среднего

Месяц	Текущие продажи	Меняющаяся средняя за три месяца
Январь	18	
Февраль	22	
Март	16	
Апрель	18	$(18 + 22 \times 2 + 16 \times 3) / 6 = 18,33$
Май	20	$(22 + 16 \times 2 + 18 \times 3) / 6 = 18,00$
Июнь	15	$(16 + 18 \times 2 + 20 \times 3) / 6 = 18,67$
Июль	14	$(18 + 20 \times 2 + 15 \times 3) / 6 = 17,17$
Август	18	$(20 + 15 \times 2 + 14 \times 3) / 6 = 15,33$
Сентябрь	24	$(15 + 14 \times 2 + 18 \times 3) / 6 = 16,17$
Октябрь	28	$(14 + 18 \times 2 + 24 \times 3) / 6 = 20,33$
Ноябрь	26	$(18 + 24 \times 2 + 28 \times 3) / 6 = 25,00$
Декабрь	28	$(24 + 28 \times 2 + 26 \times 3) / 6 = 26,33$

Используемые веса: 3 x продажи прошлого месяца, 2 x продажи 2 месяца назад, 1 x продажа 3 месяца назад.

---

Энергосистема эксплуатирует линию электропередачи 110 кВ длиной 100 км со средней высотой подвеса проводов 20 м. Для планирования работы службы линий желательно знать ожидаемое число ударов молнии в линию в наступающем грозовом сезоне. В районе прохождения линии в течение ряда лет фиксируется повышение интенсивности грозовой деятельности. Имеются данные о числе ударов молнии в линию за  $(n)$  семь предшествующих лет.

---

Год	Период времени, (x)	Число ударов молнии в линию, (N)	$x^2$	$xN$
1998	1	25	1	25
1999	2	32	4	64
2000	3	30	9	90
2001	4	41	16	164
2002	5	32	25	160
2003	6	48	36	288
2004	7	36	49	252
	$\Sigma x = 28$	$\Sigma N = 244$	$\Sigma x^2 = 140$	$\Sigma xN = 1043$



Сначала необходимо построить линию регрессии (линию тренда), для чего можно воспользоваться методом наименьших квадратов:

$$N = a + bx$$

где  $N$  – число ударов молнии в линию за год;  $a$  – отрезок, отсекаемый прямой на оси  $N$ ;  $b$  – наклон линии регрессии;  $x$  – независимая переменная (в данном случае время).

$$a = \bar{N} - b\bar{x}, \quad b = \frac{\sum xN - n\bar{x}\bar{N}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2},$$

где  $n$  – общее количество данных (число лет наблюдения).

Теперь на основании данных таблицы можем определить ожидаемое число ударов молнии в линию в 2005 г., предполагая, что тренд имеет линейный характер и сохранится на ближайшие годы.

Используя приведенные формулы, получим:  $a = 25,3$ ,  $b = 2,39$ , и, соответственно, ожидаемое число ударов молнии в линию составит  $N = 44,4$ .

---

Эксперт – это человек, который знает все больше и больше о все меньшем и меньшем, и так до тех пор, пока он ничего не знает абсолютно обо всем.

*Определение Вебера*

## *Экспертные оценки*

- Использование информации, полученной от специалистов, особенно плодотворно, если для ее сбора, обобщения и анализа применяются специальные логические приемы и математические методы – **методы экспертных оценок**.
  - Однако следует помнить, что экспертные оценки **не должны быть единственным основанием для принятия решений и должны сопровождаться сопоставлением с объективной информацией, полученной другими методами**.
-

# Экспертные оценки

- При решении сложных проблем один специалист не в состоянии учесть все факторы и взаимосвязи между ними или оценить вероятности большого числа альтернатив. Поэтому групповые экспертизы получили широкое распространение.
- Групповые оценки связаны с целым рядом проблем, но несмотря на недостатки, они более надежны, чем индивидуальные, при условии соблюдения определенных требований, важнейшими из которых являются:
  - а) приемлемое «гладкое» распределение оценок, полученное от экспертов, указывающее на независимость их мнений. В случае многомодального распределения должна быть установлена причина, по которой различные эксперты по-разному интерпретируют одну и ту же проблему;
  - б) групповая надежность, означающая, что две групповые оценки по определенной проблеме, данные двумя одинаковыми подгруппами, выбранными случайным образом, будут близкими. Корреляция по ряду таких оценок должна быть высокой.

---

# *Метод Дельфи*

- Это один из широко распространенных методов групповой оценки.
  - В основу метода положена идея о потенциальной возможности самообучения экспертов при проведении заочного опроса в несколько туров.
  - Гарантируется соблюдение анонимности респондентов (во избежание «давления авторитетов» и опасения «потерять лицо» при неудачном ответе). Респондентам предоставляется возможность знакомиться с материалами предыдущего тура и последовательно уточнять свои оценки по мере изучения новых аргументов.
-

---

# Основные предпосылки применения метода Дельфи

- поставленные вопросы должны допускать возможность выражения ответа в виде числа;
  - эксперты должны располагать достаточной информацией для того, чтобы дать оценку;
  - ответ на каждый из вопросов (оценка) должен быть обоснован экспертом.
-

- Процедуры, используемые в методе Дельфи, характеризуются тремя основными чертами: анонимностью, регулируемой обратной связью и групповым ответом.
- Эксперты заполняют анонимные анкеты или подключаются к компьютерной сети, что повышает скорость опроса при сохранении анонимности. Анонимность опроса позволяет уменьшить влияние отдельных доминирующих экспертов.
- Регулируемая обратная связь обеспечивается за счет проведения нескольких туров опроса, причем результаты каждого тура обрабатываются с помощью статистических методов и сообщаются экспертам.

- 
- Обычно опрос проводится в четыре тура, если, конечно, эксперты не пришли к согласию ранее.
  - К недостаткам метода Дельфи следует отнести значительные затраты времени на процедуру экспертизы, а также невозможность прямого столкновения мнений экспертов, что не всегда стимулирует генерирование идей, возникающее при личных контактах специалистов.
-

Если брать консультации у достаточного количества экспертов, можно подтвердить любую точку зрения.

*Закон Хирама*

## Проблемы и ограничения при использовании экспертов в качестве источников информации

- Индивидуальные качества эксперта зависят от его знаний, опыта, интеллекта, способности предвидеть будущее и ряда других факторов, измерить которые сложно или вообще невозможно.
- Факторы, влияющие на способность индивидуума выдавать полезную информацию в условиях неопределенности разделяют, на внутренние (индивидуальные) и внешние (социальные).



# Проблемы и ограничения при использовании экспертов в качестве источников информации

- Внутренние факторы могут привести к отклонениям в оценках, даваемых экспертом. Эти отклонения могут быть как ненамеренными, т.е. связанными с излишне оптимистическим или пессимистическим отношением эксперта к рассматриваемой проблеме, так и намеренными, зависящими от индивидуальной установки эксперта.
- Внешние факторы включают те влияния на оценки эксперта, которые в большей степени зависят не от его личности, а от его взаимодействия с окружающей средой (коллективом, обществом). Эти влияния могут быть вызваны целями организации, в которой работает эксперт, его положением в структуре этой организации, степенью ответственности за результаты экспертизы и т.п.

---

При выборе экспертов должны быть поставлены следующие обязательные условия:

- **условие полноты системы предпочтений экспертов:** эксперты должны быть в состоянии для всех объектов множества  $A$   $a, b, c, \dots, m \in A$  указать для каждой пары объектов свои предпочтения  $a \subseteq b$  или  $a \supseteq b$ . Эксперт должен быть компетентным в тех вопросах, которые выносятся на экспертизу;
  - **условие транзитивности системы предпочтений экспертов.** Это условие соблюдается, если для трех любых объектов  $a, b, c$  из  $a \supseteq b$  и  $b \supseteq c$  следует  $a \supseteq c$
-

- 
- **эксперт не должен являться лицом, принимающим решение на основе полученной информации.** Он может быть только советником того, кто берет на себя ответственность за постановку цели, план, программу или проект. В противном случае возникает соблазн «подчинения» экспертизы заранее запланированному решению, прикрытия воли руководителя ссылкой на «мнение экспертов»;
  - необходимым является также **оптимальное сочетание узкой специализации и общего кругозора эксперта**, а также оптимальное сочетание его индивидуальных качеств.
  - Еще одним **весьма важным критерием отбора является наличие у эксперта высоких моральных качеств.** Ясно, что это очень трудно оценить, однако очевидно, что без должного морального уровня эксперта остальные его качества могут оказаться бесполезными, способными лишь увеличить опасность получения псевдопрогноза.
-

- 
- На практике численность экспертной группы большей частью составляет примерно 5 – 7, максимально 10 – 15 человек при очных опросах и 20 – 30, максимально 60 – 80 человек при заочных опросах, в зависимости от характера экспертизы.
  - ***За этими пределами увеличение числа экспертов не дает существенного прироста новой информации ни в деталях, ни, главное, по качеству.***
-

---

# Метод ранговой корреляции

- При решении многих практических задач часто оказывается, что факторы, определяющие конечные результаты, не поддаются непосредственному измерению.
  - Расположение этих факторов (альтернатив) в порядке возрастания или убывания какого-либо присущего им свойства называется **ранжированием**.
  - **Ранги, присвоенные объектам, не являются числовой мерой изучаемого качества. Ранги представляют собой только символы, указывающие предпочтения одного объекта перед другим. Поэтому к математическим операциям с ними надо подходить с большой осторожностью.**
-

# Метод парных сравнений

- Точность и надежность процедуры ранжирования сильно зависит от количества объектов ранжирования. Чем меньше таких объектов, тем легче эксперту их различать.
- Поэтому количество ранжируемых объектов не должно быть больше 20, а желательно, чтобы их было меньше 10.
- При малом числе объектов возможно их непосредственное ранжирование, а при числе объектов больше  $7 \pm 2$  эксперт может иметь заметные трудности в выборе наилучшего объекта.

# Метод парных сравнений

- При большом числе объектов интуитивные оценки экспертов становятся ненадежными, и приходится прибегать к формализованным процедурам экспертного оценивания.
- В этом случае эксперт должен представить для дальнейшей обработки результаты проведенных им парных сравнений объектов. В зависимости от типа решаемой задачи эксперт должен либо определить более предпочтительный объект каждой рассматриваемой пары (или признать объекты пары равноценными по рассматриваемому признаку), либо указать, во сколько раз один из объектов предпочтительнее другого.
- Полученная таким образом исходная информация обрабатывается формальными логически обоснованными методами.

# Метод парных сравнений

- В методе парных сравнений от эксперта не требуется последовательности в суждениях, т.е. предпочтения эксперта не обязательно должны быть транзитивными.
- Нетранзитивность экспертных предпочтений отнюдь не является редким событием. Установлено, что число таких суждений велико и может достигать 30 % от их общего количества, особенно при сравнении нечетких множеств.
- Эксперт, сравнивая одну пару объектов, принимает за решающий один частный признак, а сравнивая другую пару объектов, может посчитать более важным другой частный признак. Это и приводит к противоречивости его суждений.



# *Оценка согласованности оценок экспертов*

- Количественная оценка согласованности экспертных ранжирований и выяснение причин имеющихся расхождений очень важны для анализа результатов экспертизы.
- Такой анализ позволяет обнаружить ошибки расчета, а в ряде случаев выявляет существенное различие в подходах экспертов к оценке некоторых объектов. Экспертные оценки нельзя считать случайными величинами, если экспертами являются компетентные (по вопросам данной экспертизы) специалисты.
- Для оценки согласованности двух экспертных ранжирований можно использовать коэффициент ранговой корреляции Кендалла или коэффициент альфа-Кронбаха.