

Анализ решений

Ранее мы делали упор на (принятие решений), последствия этих решений (были известны) с долей **определенности**. Были сформулированы математические модели (линейное программирование, динамическое программирование, нелинейное программирование).

Целевые функции определяют оцененные последствия комбинации решений (не могут быть предсказаны с полной определенностью), они оценены с достаточной точностью, чтобы оправдать использование этих моделей (анализ чувствительности).

Но решения часто принимаются и в среде, связанной с **неопределенностью**

Примеры:

1. Производитель вводит новый продукт. Какой будет реакция клиентов? Сколько производить? Будет ли пробная продажа продукта в небольшой области, прежде чем принять решение о полномасштабном сбыте? Сколько рекламы необходимо, чтобы успешно запустить продукт?

2. Финансовые фирмы инвестируют в ценные бумаги. У каких секторов рынка и отдельных ценных бумаг имеются лучшие перспективы? Каковы тенденции экономики? Что с процентными ставками? Как эти факторы влияют на инвестиционные решения?

3. Государственный заказчик объявляет конкурс на новый контракт. Какова фактическая стоимость проекта? Какие компании могут подавать заявку? Каковы их вероятные ставки?
4. Агрофирма выбирает сочетания культур и домашних животных для предстоящего сезона. Какой будет погода? Как вырастут цены? Каковы будут расходы?
5. Нефтяная компания решает бурить нефтяные скважины в определенном месте. Насколько вероятно, что там нефть? Сколько? Как глубоко бурить? Исследовали ли геологи место перед бурением?

Принятие этих видов решений вида происходит в условиях **неопределенности** (поэтому разработан **анализ решения**). *Анализ решений предлагает систему и методологию рационального принятия решения, когда результаты неопределенны. Теория игр используется для принятия определенных видов решений в условиях неопределенности (подходы, используемые теорией игр и анализом решений похожи; различаются они в том, что предназначены для различных приложений). Анализ решений: принять необходимые решение немедленно или же сначала их протестировать (с некоторыми расходами) для снижения уровня неопределенности о результате решения.*

Проверка: проведение экспериментов.

Анализ решений делит принятие решений на:
без экспериментов, с экспериментами.

Деревья решений: инструмент для
изображения и анализа процесса принятия
решений, когда необходимо принять ряд
решений.

Теория полезности: способ калибровки
возможных результатов решения для оценки их
истинной ценности для того, кто принимает
решения.

БАЗОВЫЙ ПРИМЕР: РуссНефть владеет земельным участком, на котором может быть нефть. Геологи сообщили, что существует 1 шанс из 4 того, что можно найти нефть □ другая компания предложила за эту землю \$ 90 000. Стоимость бурения = \$ 100,000. Если нефть будет найдена, ожидаемый доход = \$ 800 000 □ ожидаемая прибыль = \$ 700 000, \$ 100 000 – потери (стоимость бурения), если на земле нет нефти.

Решение бурить или продавать основано на данных в таблице. Проведение сейсморазведки земли □ более точная оценка вероятности обнаружения нефти (*принятие решений с экспериментом, обеспечение дополнительных данных*). Компания имеет ограниченный капитал □ потери \$ 100000 являются серьезными (оценить различные возможные последствия результатов).

Alternative	Status of Land	Payoff	
		Oil	Dry
Drill for oil		\$700,000	-\$100,000
Sell the land		\$ 90,000	\$ 90,000
Chance of status		1 in 4	3 in 4

Ожидаемая прибыль

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ БЕЗ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Общая структура принятия решений: тот, кто принимает решения выбирает **действие** из возможного набора действий (*допустимых альтернатив дальнейших действий*). Выбор действия происходит в условиях **неопределенности**, так как на результат влияют случайные факторы, находящиеся вне контроля того, кто принимает решение (ситуация во время выполнения действия). Каждая возможная ситуация = возможное состояние среды. Для каждой комбинации действий и состояния среды принимающий решение знает конечный выигрыш (количественная мера стоимости последствия).

Выплата представлена чистой денежной выгодой (прибыль), хотя могут быть использованы и другие меры.

Если результаты последствий неопределенны, даже когда задано состояние среды, выигрыш становится **ожидаемым значением** (в статистическом смысле) меры последствий.

Таблица выигрышей дает выигрыш для каждой комбинации действия и состояния среды.

Структура анализа решений – по аналогии с игрой с 2-мя участниками и нулевой суммой игр : *лицо, принимающее решение и среда - 2 игрока. Действия и состояния среды являются стратегиями игроков.*

Каждая комбинация стратегий дает некоторый выигрыш игроку 1 (принимающему решение) □

Структура анализа решения:

1. Лицо, принимающее решение, выбирает действие.
2. Среда выбирает состояние среды.
3. Каждое сочетание действия и состояния среды дает *выигрыш* (запись выигрыша в *таблице*).
4. Таблица выигрышей используется для нахождения *оптимальных действий* согласно соответствующим критериям.

Максиминный критерий выигрыша: в теории игр оба игрока рациональны, и выбирают стратегии в целях содействия своему благополучию; это верно и для принимающего решение, но не для среды (пассивный игрок), среда выбирает стратегию (состояние среды) случайным образом □ критерий теории игр для выбора оптимальной стратегии (действия) не подходит тому, кто принимает решение. Лицо, принимающее решение считает информацию о состояниях среды относительной вероятной (распределение вероятностей) □ состояние среды = случайная величина, где распределение = **предварительное распределение** (зависит от опыта или интуиции), вероятность = **априорная вероятность**.

Формулировка:

Возможные действия для RusNeft :

бурить скважину или продать землю.

Возможные состояния среды:

на участке есть нефть и нет нефти

(в таблице: *нефть* и *нет нефти*).

Геологи установили, что есть 1 шанс из 4 того, что есть нефть (3 шанса из 4 – что

нефти нет) □ априорная вероятность

состояния среды = 0.25 и 0.75

(выигрыш в тысячах долларов) □

Таблица выигрыша, используется для

нахождения оптимального действия согласно 3

критериям.

Максиминный критерий выигрыша:

Рассматриваем как игру против среды □ теория игр: выбор действия в соответствии с *минимаксным критерием*. С точки зрения игрока 1 (принимающего решения), этот критерий = максиминный критерий выигрыша. Для каждого возможного действия:

- Найти *минимальный выигрыш* по всем возможным состояниям среды.
- Найти *максимальный из этих минимальных выигрышей*.
- Выбрать действие, минимальный выигрыш по которому дает это максимум.

минимальная выигрыш для продажи (90) > для бурения (-100) □
выбор - продавать землю.

Этот критерий обеспечивает *лучшую гарантию выигрыша*. Независимо от истинного состояния среды, выигрыш от продажи земли не может быть < 90 (наилучшая доступная гарантия).

	State of Nature	
Alternative	Oil	Dry
1. Drill for oil	700	-100
2. Sell the land	90	90
Prior probability	0.25	0.75

Таблица выигрышей формулировки
анализа решения RusNeft

Независимо от выбранного действия, состояние среды может быть наихудшим □ нужно выбирать действия, обеспечивающие лучший выигрыш при худшем состоянии среды (действует при конкурентной борьбе против рационального и злонамеренного противника). Этот критерий не используется в играх против среды, так как является очень консервативным критерием в данном контексте. Предполагается, что среда - это сознательный противник, с намерением нанести как можно больше вреда принимающему решению. Но среда - не злонамеренный противник, поэтому принимающий решения не должен концентрироваться на худшем результате для каждого действия (это особенно верно, когда худший результат дают действия при относительно маловероятном состоянии среды) □ этот критерий представляет интерес только для очень осторожного человека, принимающего решения

Критерий максимальной вероятности:

- Определить наиболее вероятное состояние природы (с наибольшей априорной вероятностью).
- Выберите максимальный выигрыш от действия.

Рис. показывает, что наибольшая априорная вероятность имеет место для случая, когда нефть не будет найдена. В колонке «нет нефти» (*Dry state*), альтернатива продажи имеет максимальный выигрыш

□ выбор – продажа земли. Самое важное состояние среды - наиболее вероятным ее состояние □ выбранное действие является оптимальным для этого важного состояния среды, предположение, что оно будет иметь место дает больше шансов на благоприятный исход, чем другие предположения.

Критерий рассматривает субъективные оценки вероятностей состояния среды только для

Основной недостаток критерия: он не принимает во внимание некоторую важную информацию. Ни одно состояние среды не считается более вероятным, чем другое. С множеством возможных состояний среды, вероятность самого вероятного может быть достаточно мала, чтобы делать упор только на одном этом состоянии. Априорная вероятность того, что нефти нет составляет 0,75, этот критерий не учитывает чрезвычайно привлекательный выигрыш 700, если компания произведет бурение и найдет нефть. Критерий не позволяет делать ставки на маловероятные большие выигрыши, независимо от того, насколько привлекательной может быть ставка.

Правило решения Байеса :

Используя лучшие имеющиеся оценки вероятностей состояний среды (априорные вероятности):

- Рассчитать ожидаемое значение выигрыша для каждого возможного действия.
- Выбрать действие с максимальной ожидаемой доходностью.

Ожидаемые платежи рассчитываются из таблицы:

$$E[\text{Выигрыш (бурение)}] = 0.25(700) + 0.75(-100) = 100.$$

$$E[\text{Выигрыш (продажа)}] = 0.25(90) + 0.75(90) = 90.$$

$100 > 90$ \square выбранное действие - бурение нефтяной скважины.

Этот выбор контрастирует с выбором продавать землю используя 2 предыдущих критерия.

Это правило принятия решений иногда называют критерием ожидаемого денежного выражения

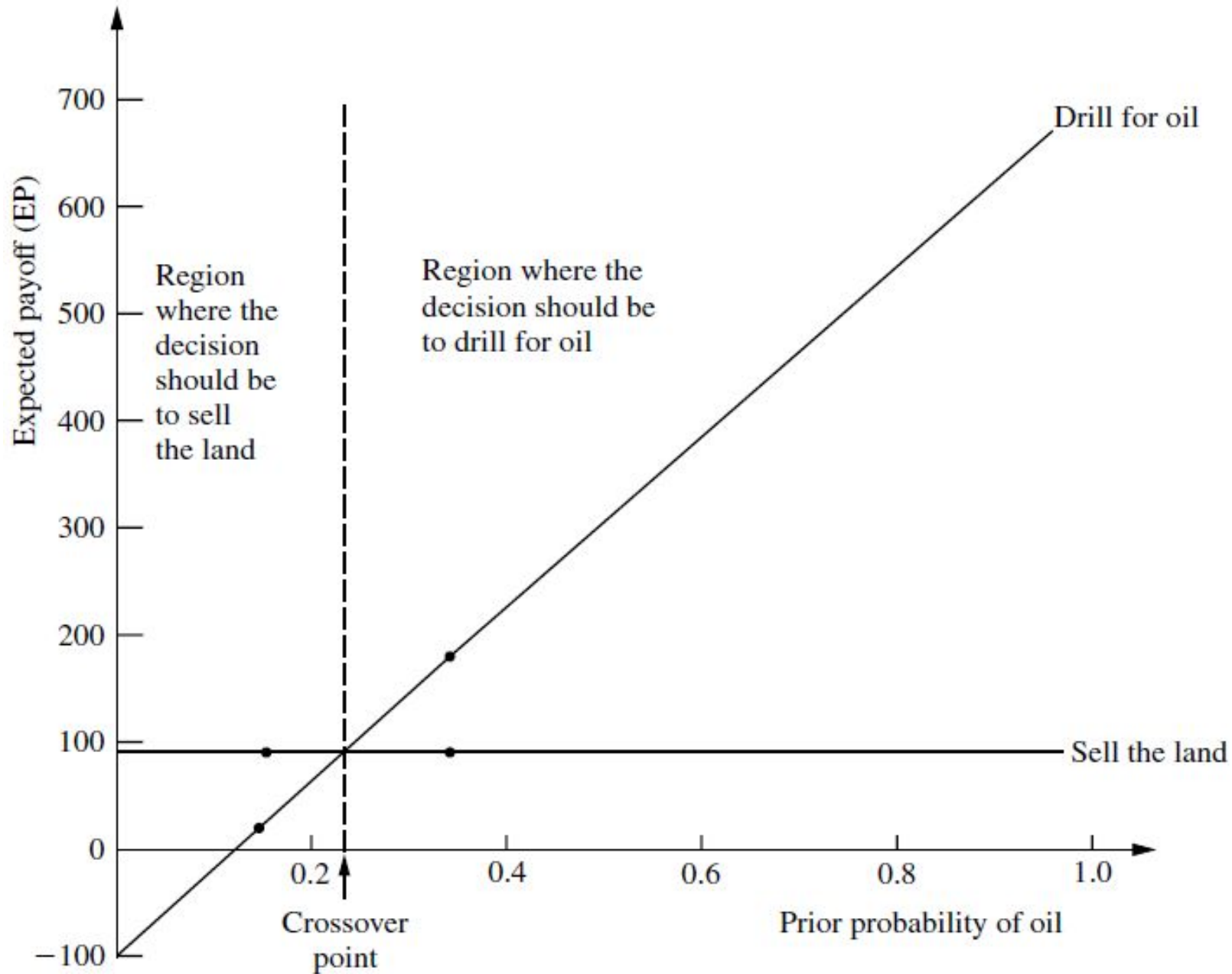
Преимущество правила решения Байеса:
включает имеющуюся информацию (выигрыши, лучшие оценки вероятностей состояний среды). Оценки вероятностей являются субъективными и ненадежными. Нет точного способа предсказания будущего, в том числе будущего состояния среды, даже в терминах вероятности. В каждой отдельной ситуации оценивается обоснованность оценки вероятности. Прошлый опыт и имеющиеся данные дают обоснованные оценки вероятностей. Именно эта информация обеспечивает базу для принятия обоснованных решений.

Можно провести эксперименты, чтобы улучшить эти оценки \square будет использоваться только правило решений Байеса. Для оценки влияния возможных неточностей на априорные вероятности полезно провести анализ чувствительности.

Анализ чувствительности, учитывая правило решения Байеса:

Для изучения влияния того, что некоторые числа, включенные в математическую модель могут быть неточными (показана таблица выигрышей). Самые сомнительные являются априорными вероятностями. Анализ чувствительности будет направлен на эти цифры, хотя подобный подход может быть применен к выигрышам, приведенным в таблице. Сумма априорных вероятностей должна быть равна 1, поэтому увеличение одной вероятности

Руководство RusNeft считает, что истинные шансы нахождения нефти - между 15 и 35%. Истинная априорная вероятность наличия нефти от 0,15 до 0,35 □ априорная вероятность земли без нефти колеблется от 0,85 до 0,65. Анализ чувствительности применяет правило решения Байеса, когда нижнее значение априорной вероятности наличия нефти (0.15) и верхнее значение (0.35). При значении 0,15 решение склоняется к продаже земли (с большим отрывом)(ожидаемый выигрыш = 90 против 20 для бурения). При значении 0,35, решением является бурение при большом отрыве (ожидаемый выигрыш = 180 против 90 при продаже) □ решения чувствительны к априорной вероятности наличия нефти. Анализ чувствительности показал важность вероятности подлинной оценки значения нефти. p = априорная вероятность наличия нефти, ожидаемый выигрыш от бурения для любого p - $E[\text{Выигрыш (бурение)}]=700p - 100(1$



Ожидаемый выигрыш для каждого изменения альтернативного действия при изменении априорной вероятности - задача

Косая линия на рис. показывает график этого ожидаемого выигрыша по сравнению с p . Выигрыш от продажи земли = 90 при любом p \square плоская линия дает $E[\text{Выигрыш (продажа)}]$ по сравнению с p . Точкой пересечения 2-х линий является перекрестная точка, где решение переходит от одной альтернативы (продать землю) к другой (бурение), по мере того как увеличивается вероятность. Чтобы найти эту точку :

$$\begin{aligned} E[\text{Выигрыш(бурение)}] &= E[\text{Выигрыш (продажа)}] = 800p - 100 = 90 \\ p &= 190/800 = 0.2375 \end{aligned}$$

Вывод:

Продать землю, если $p < 0,2375$. Бурение, если $p > 0,2375$. В задачах с более чем 2-мя действиями применяется тот же анализ. Разница в том, что имеем более 2 линий (по одной на действие). Верхняя линия для любого конкретного значения вероятности показывает, какие альтернативы должны быть выбраны. Более 2-х линии \square более одной перекрестной точки пересечения (где решение переходит от одной альтернативы к другой).

Для задачи с более чем 2-мя возможными состояниями среды, нужно анализировать 2 состояния одновременно, (необходимо исследовать, что происходит, когда априорная вероятность одного состояния увеличивается в то время как априорная вероятность другого уменьшается на столько же), зафиксировав априорные вероятности оставшихся состояний. Процедура повторяется для следующей пары состояний. Для выполнения этого вида анализа чувствительности иногда используется программное обеспечение, в том числе и для создания графиков. Решение RusNeft зависит от истинной вероятности наличия нефти, серьезное внимание должно быть уделено проведению сейсморазведки, чтобы оценить эту вероятность более точно.

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИИ С ПРОВЕДЕНИЕМ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Дополнительное тестирование (эксперимент) улучшает оценки вероятностей состояния среды представленные априорными вероятностями. Улучшенные оценки – это апостериорные вероятности.

В примере: Прежде чем принять решение - провести детальную сейсморазведку земли для получения лучшей оценки вероятности наличия нефти. Стоимость составляет \$ 30 000. Сейсморазведка получает результаты, которые показывают благоприятно ли геологическое строение в плане наличия нефти. Возможные результаты обследования делятся на 2 категории:

USS: Неблагоприятные результаты сейсмического зондирования, наличие нефти довольно маловероятно.

FSS : Благоприятные результаты сейсмического зондирования, наличие нефти является достаточно вероятным.

Если есть нефть, вероятность неблагоприятных сейсмических зондирований :

$P(USS \mid \text{Состояние} = \text{нефть}) = 0.4$, так что $P(FSS \mid \text{Состояние} = \text{Нефть}) = 1 - 0.4 = 0.6$.

Если нет нефти (состояние среды= нет нефти), вероятность неблагоприятных сейсмических зондирований :

$P(USS \mid \text{Состояние} = \text{нет нефти}) = 0.8$. так $P(FSS \mid \text{Состояние} = \text{нет}$

Апостериорные вероятности:

n = число возможных состояний среды;

Состояние | состояние i) = априорная вероятность
что истинное состояние среды - состояние i : $i = 1, 2,$
 \dots, n ;

результат = результат эксперимента (случайная
переменная);

результат j = одно возможное значение нахождения;
(Состояние = состояние i | результат = результат j)
= апостериорная вероятность того, что истинное
состояние среды – состояние i , дано, что
результат = результат j , для $i = 1, 2, \dots, n$.

Вопрос: Дано $P(\text{Состояние} = \text{Состояние } i)$ and
 $P(\text{результат} = \text{результат } j \mid \text{Состояние} = \text{Состояние } i)$,
for $i = 1, 2, \dots, n$,

what is $P(\text{State} = \text{state } i \mid \text{результат} = \text{результат } j)$

Ответ: используя стандартные формулы теории вероятности:
 $P(\text{Состояние} = \text{состояние } i \mid \text{результат} = \text{результат } j) =$
 $P(\text{Состояние} = \text{Состояние } i, \text{результат} = \text{результат } j) / P(\text{результат} = \text{результат } j)$
 $P(\text{результат} = \text{результат } j) = \sum_{k=1}^n P(\text{Состояние} = \text{Состояние } k, \text{результат} = \text{результат } j)$
 $P(\text{Состояние} = \text{Состояние } i \mid \text{результат} = \text{результат } j) =$
 $P(\text{результат} = \text{результат } j \mid \text{State} = \text{state } i) P(\text{Состояние} = \text{Состояние } i) /$
 $P(\text{результат} = \text{результат } j)$ □ для каждого $i = 1, 2, \dots, n$,
 нужная формула для апостериорной вероятности:

$$P(\text{State} = \text{state } i \mid \text{Finding} = \text{finding } j) = \frac{P(\text{Finding} = \text{finding } j \mid \text{State} = \text{state } i) P(\text{State} = \text{state } i)}{\sum_{k=1}^n P(\text{Finding} = \text{finding } j \mid \text{State} = \text{state } k) P(\text{State} = \text{state } k)}$$

(Формула по теореме **Байеса**. Если результаты сейсмического зондирования неблагоприятны (USS)

□ апостериорные вероятности:

$$P(\text{Состояние} = \text{Нефть} \mid \text{результат} = \text{USS}) = \frac{0.4(0.25)}{0.4(0.25) + 0.8(0.75)} = 1/7,$$

$$P(\text{Состояние} = \text{нет нефти} \mid \text{результат} = \text{USS}) = 1 - 1/7 = 6/7.$$

Если результаты сейсмического зондирования благоприятны (FSS) □

$$P(\text{Состояние} = \text{Нефть} \mid \text{результат} = \text{FSS}) = \frac{0.6(0.25)}{0.6(0.25) + 0.2(0.75)}$$

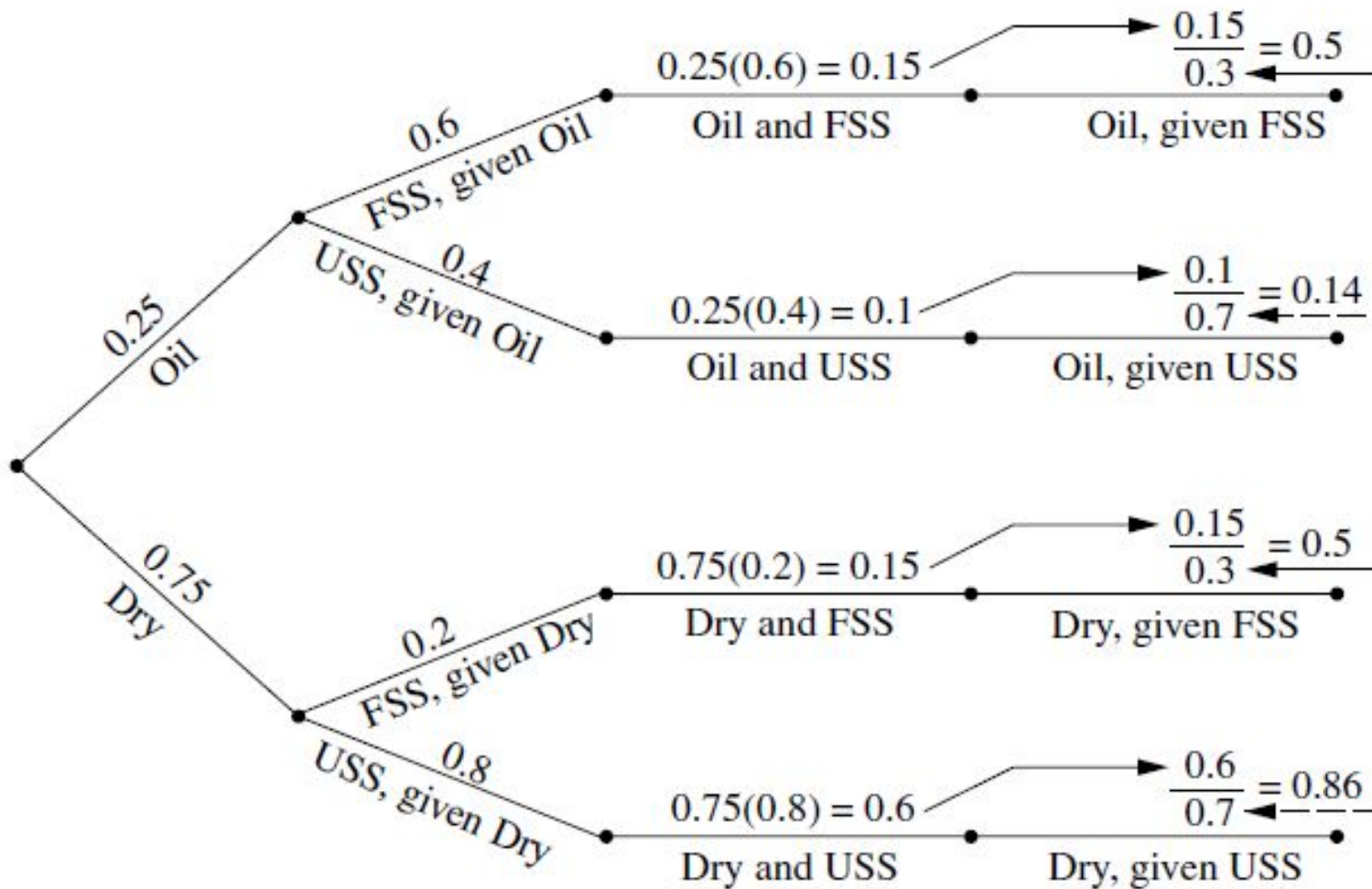
$$= 1/2$$

$$P(\text{Состояние} = \text{Нет нефти} \mid \text{результат} = \text{FSS}) = 1 - 1/2 = 1/2$$

Диаграмма дерева вероятности показывает хороший способ организации этих расчетов интуитивно понятным образом. Априорные вероятности в 1-м столбце, а условные вероятности во 2, это часть вводимых данных. Умножив каждую вероятность в 1-м столбце на вероятность во 2-м столбце, это дает соответствующую совместную вероятность в третьем столбце. Каждая совместная вероятность затем становится числителем расчета соответствующей апостериорной вероятности в 4-м столбце. Кумуляция совместных вероятностей с одинаковым результатом (в нижней части рисунка) дает знаменатель для каждой апостериорными вероятности с этим результатом. Когда вычисления закончены, применяется правило решения Байеса - таким же образом, что и раньше, с апостериорными вероятностями вместо априорных вероятностей.

Prior Probabilities $P(\text{state})$	Conditional Probabilities $P(\text{finding} \text{state})$	Joint Probabilities $P(\text{state and finding})$	Posterior Probabilities $P(\text{state} \text{finding})$
--	---	--	---

Диаграмма
 дерева
 вероятностей
 для
 RusNeft задачи,
 Показывающее
 все
 вероятности,
 ведущие к
 вычислению
 каждой
 апостериорной
 вероятности
 состояния
 среды при
 данных
 результатов
 сейсморазведк
 и



Unconditional probabilities: $P(\text{FSS}) = 0.15 + 0.15 = 0.3$

$P(\text{finding})$

$P(\text{USS}) = 0.1 + 0.6 = 0.7$

Используя значение выигрыша (в тысячах долларов) из таблицы и вычитая стоимость эксперимента, получим результаты, показанные ниже. Ожидаемые выигрыши при неблагоприятных результатах сейсмического зондирования (USS):

$$E[\text{Выигрыш (бурение} \mid \text{результат} = \text{USS})}] = 1/7(700) + 6/7(-100) - 30 = -15.7.$$

$$E[\text{Выигрыш (продажа} \mid \text{результат} = \text{USS})}] = 1/7(90) + 6/7(90) - 30 = 60.$$

Ожидаемые выигрыши при благоприятных результатах сейсмического зондирования (FSS): $E[\text{Выигрыш (бурение} \mid \text{результат} = \text{FSS})}] = 1/2(700) + 1/2(-100) - 30 = 270$. $E[\text{Выигрыш (продажа} \mid \text{результат} = \text{FSS})}] = 1/2(90) + 1/2(90) - 30 = 60$.

Цель состоит в максимизации ожидаемого выигрыша, эти результаты дают оптимальную политику, показанную в таблице. Стоит ли тратить \$ 30 000 для проведения экспериментов (сейсморазведка)? Может, было бы лучше отказаться от этих значительных затрат и просто использовать оптимальное решение без экспериментов (бурить нефтяную скважину, с ожидаемым

Finding from Seismic Survey	Optimal Action	Expected Payoff Excluding Cost of Survey	Expected Payoff Including Cost of Survey
USS	Sell the land	90	60
FSS	Drill for oil	300	270

Оптимальная политика с экспериментов, по правилу решения Байеса, для задачи RusNeft

Ценность эксперимента: Перед выполнением любого эксперимента, мы должны определить его потенциальную ценность. Представляем 2 дополнительных метода оценки потенциальной ценности эксперимента. Первый метод предполагает (нереалистично), что эксперимент снимет всю неопределенность об истинном состоянии среды, затем этот метод производит быстрый расчет того, каково будет полученное *улучшение ожидаемого выигрыша* (без учета стоимости эксперимента). Эта величина, называемая *ожидаемое значение полной информации*, дает верхнюю границу потенциальной ценности эксперимента \square если эта верхняя граница < стоимости эксперимента, эксперимент должен быть отменен. Если эта верхняя граница превышает стоимость эксперимента, то используется второй (более медленный) метод, он вычисляет фактическое увеличение ожидаемого выигрыша (без учета стоимости эксперимента), полученное в результате проведения эксперимента.

Сравнение этого увеличения со стоимостью показывает, нужно ли проводить эксперимент

Ожидаемое значение полной информации: Предположим, что эксперимент может определить истинное состояние среды, обеспечивая тем самым «полную» информацию. Независимо от того, какое состояние среды было определено, выбираем действие с максимальным выигрышем для этого состояния. Мы не знаем заранее, какое состояние среды будет определено, поэтому расчет ожидаемого выигрыша при наличии полной информации (без учета стоимости эксперимента) требует взвешивания максимального выигрыша для каждого состояния среды по предварительной вероятности того

Если бы RusNeft, прежде чем выбрать свое действие знали, что в земле есть нефть, ожидаемый выигрыш ОВ (до получения этой информации) = \$ 242 500 (без учета стоимости эксперимента для получения этой информации). Чтобы оценить, нужно ли проводить эксперимент, эта величина используется для расчета ожидаемого значения полной информации ОЗПИ = ОВ с полной информацией - ОВ без экспериментов □ так как эксперимент не может обеспечить полную информацию, ОЗПИ обеспечивает верхнюю границу ожидаемой ценности эксперимента. Найденный ОВ без эксперимента (в соответствии с правилом решения Байеса) = 100 □ ОЗПИ = 242,5 - 100 = 142,5. Так как 142,5 > 30, стоимость эксперимента (сейсморазведка) □ производится сейсморазведка. Для уверенности используется второй способ оценки потенциальных выгод от эксперимента. *Значение полной информации (случайная величина)* = выигрыш с полной информацией - выигрыш без экспериментов. ОЗПИ = ожидаемое значение этой случайной величины.

Ожидаемое значение эксперимента: Вместо того, чтобы просто получить верхнюю границу *ожидаемого увеличения выигрыша (без учета стоимости эксперимента)* от проведения эксперимента, будет рассчитываться ожидаемое увеличение (так называемое *ожидаемое значение эксперимента*). Расчет этой величины требует вычисления ожидаемого выигрыша с экспериментом (не включая стоимость эксперимента), который требует описанной ранее работы чтобы найти апостериорные вероятности, полученную оптимальную политику с экспериментом и соответствующий ожидаемый выигрыш ОВ (не включая стоимость эксперимента) для каждого возможного результата (нахождения) эксперимента. Тогда каждый ОВ должен быть взвешен по вероятности соответствующего нахождения, т. е.

$$ОВ \sum_{j} \text{экспериментом} =$$

$P(\text{результат} = \text{результат } j) E[\text{выигрыш} \mid \text{результат} = \text{результат } j]$, по всем возможным значениям j

Для рассматриваемого примера, получены компоненты правой части уравнения. Значения P (*результат результат j*) для 2 возможных результатов сейсморазведки, неблагоприятного (USS) и благоприятного (FSS), который рассчитывается в нижней части диаграммы дерева вероятности на рис. как $P(USS) = 0,7$, $P(FSS) = 0,3$. Для оптимальной политики с экспериментом, ожидаемый выигрыш ОВ (без учета стоимости сейсмического обследования) в третьей колонке таблицы:

$E(\text{Выигрыш} \mid \text{Результат} = USS) = 90$, $E(\text{Выигрыш} \mid \text{результат} = FSS) = 270$. □ ОВ с экспериментом $0.7(90) + 0.3(300) = 153$.

Ожидаемое значение эксперимента ОЗЭ =

ОВ с экспериментом - EP без эксперимента.

ОЗЭ определяет потенциальную ценность экспериментов. Для RusNeft, ОЗЭ = $153 - 100 = 53$. Значение > 30 □ стоимость сейсморазведки (в тысячах долларов), эксперимент должен быть проведен.

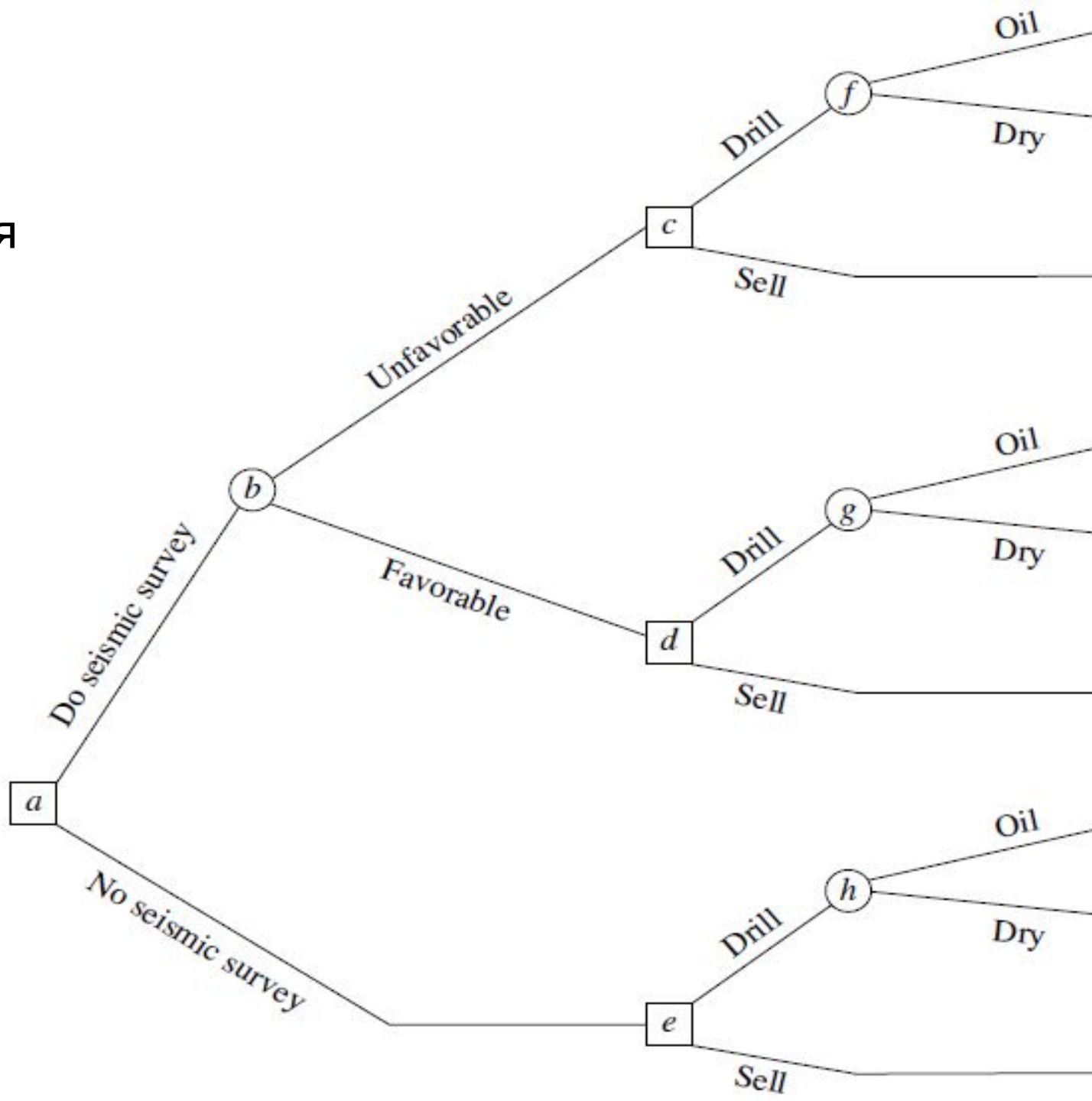
ДЕРЕВЬЯ РЕШЕНИЙ

Полезный способ *представления проблемы и организации вычислений* (когда нужно принять последовательные решения). Построение дерева решения: на рассматриваемом примере

1. Должна ли перед началом действий проводиться сейсморазведка?
2. Какие действия (добыча нефти, продажа земли) выбрать?

Дерево решения (до сложения чисел и выполнения вычислений) показано на рис. Узлы, называют **вилками**, дуги называют **ветвями**. **Вилка решения** (квадрат) обозначает решение, которое будет принято в этой точке процесса. Вилка возможностей (круг) показывает случайное событие, которое происходит в этой точке. Первое решение представлено вилкой решения *a*. *Вилка b* является вилкой возможностей представляющей случайное событие их результатов сейсмического обследования. 2 ветки, исходящие из вилки *b*

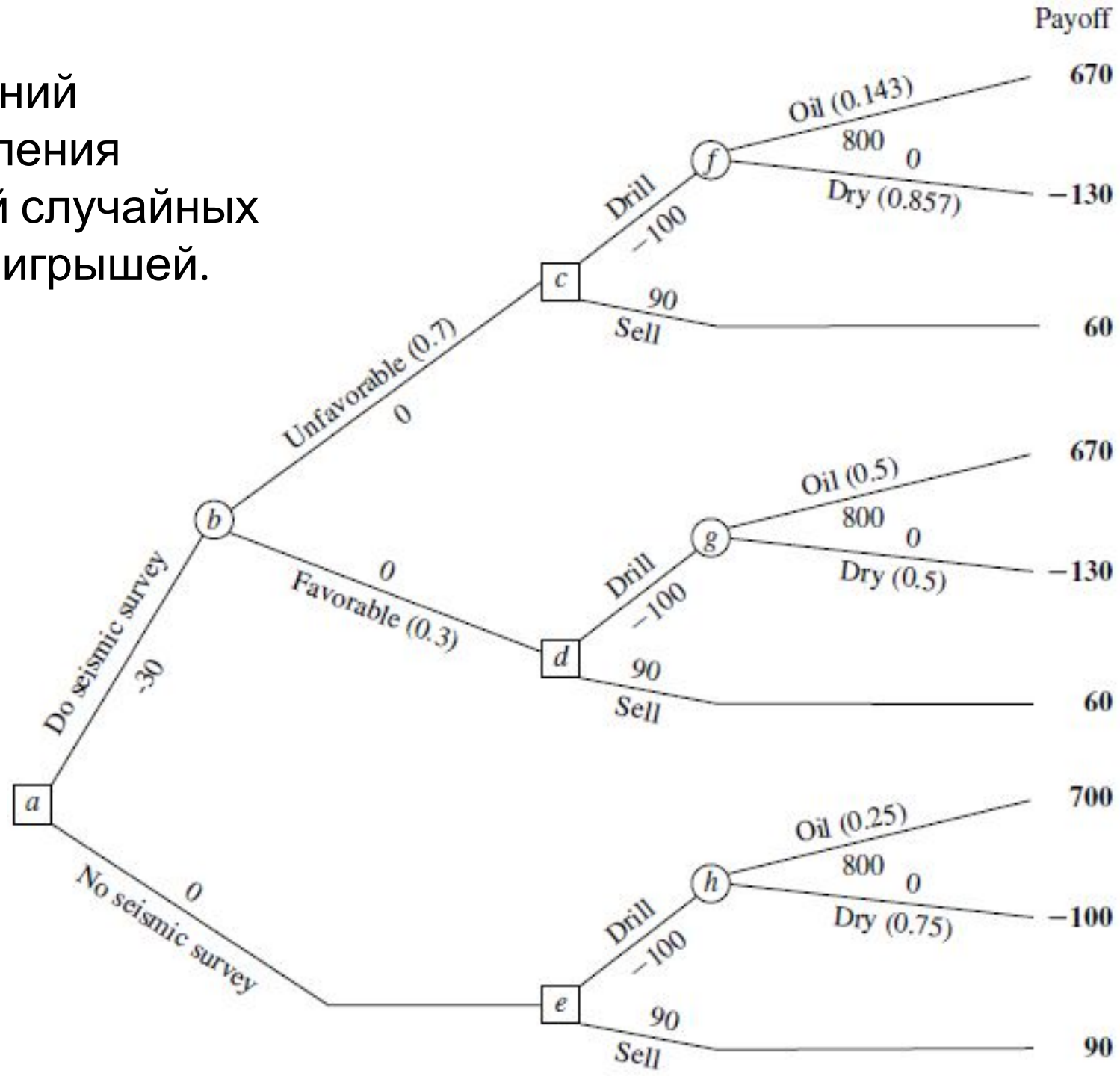
Дерево решения
(перед
назначением
числовых
значений) для
задачи
RusNeft.



2^{0е} решение (вилки c, d, e) с 2 **ВОЗМОЖНЫМИ** выборами. *If*

Если решение – бурить скважину, будет еще одна вилка возможностей (вилки f, g, h), 2 ее ветки соответствуют 2 возможным состояниям среды. *Путь от вилки a до любой конечной ветки (кроме нижней)* определяется принятыми решениями и случайными событиями, неподконтрольными тому, кто принимает решения (эта характеристика – анализ решения). Подставляем в дерево числа, те, что под или над ветками (не в скобках) = денежные потоки (в тысячах долларов) проходящие в тех ветках. *Для каждого пути дерева от узла a к конечной ветке цифры прибавляются* чтобы получить результативный общий выигрыш – показан жирным шрифтом справа от этой ветки. Последний набор цифр = вероятностей случайных событий. Так как каждая ветка, исходящая из вилки возможностей, представляет собой возможное случайное событие, вероятность события выставляется в скобках на этой ветке.

Дерево решений
После добавления
вероятностей случайных
событий и выигрышей.



Вероятности извилки возможностей h - априорные вероятности этих состояний среды, так как сейсморазведка с целью получения более подробной информации не проводится. Вилка возможностей f и g исходит из решения произвести сейсморазведку (а затем бурить) □ вероятности из этих вилок возможностей являются апостериорными вероятностями состояний среды, учитывая результаты сейсморазведки, где эти цифры приведены на рис. Две ветви, исходящие извилки возможностей b , цифры здесь - вероятности этих результатов сейсморазведки, благоприятный (FSS) или неблагоприятный (USS), как указано под схемой дерева вероятностей.

Выполнение анализа: Построив дерево принятия решений, в том числе добавив численные значения, задача анализируется при помощи:

- 1. Начать с правой части дерева решений и двигаться влево - один столбец за один раз.** Для каждого столбца, выполнить шаг 2 или 3 в зависимости от того, являются ли вилки в столбце вилкам возможностей или вилками решения.
- 2. Для каждой вилки возможностей, рассчитать *Ожидаемый выигрыш*** каждой ветки = сумма цифр, выделенных жирным шрифтом справа от ветки X вероятность этой ветки. Записать этот ожидаемый выигрыш для каждой вилки решения жирным шрифтом рядом с вилкой, и назначить эту величину в качестве ожидаемого выигрыша для ветки, ведущей к этой вилке.

3. Для каждой вилки решения, сравнить ожидаемые выигрыши ее веток и выбрать вариант, где ветка имеет самый большой ожидаемый выигрыш. В каждом случае, записать свой выбор на дереве решений путем проставления двойного тире в качестве барьерного знака для каждой отклоненной ветки. Рассмотрим правый столбец вилок, вилки возможностей f, g, h . . Применяя шаг 2 □ их ожидаемые выигрыши (ОВ):

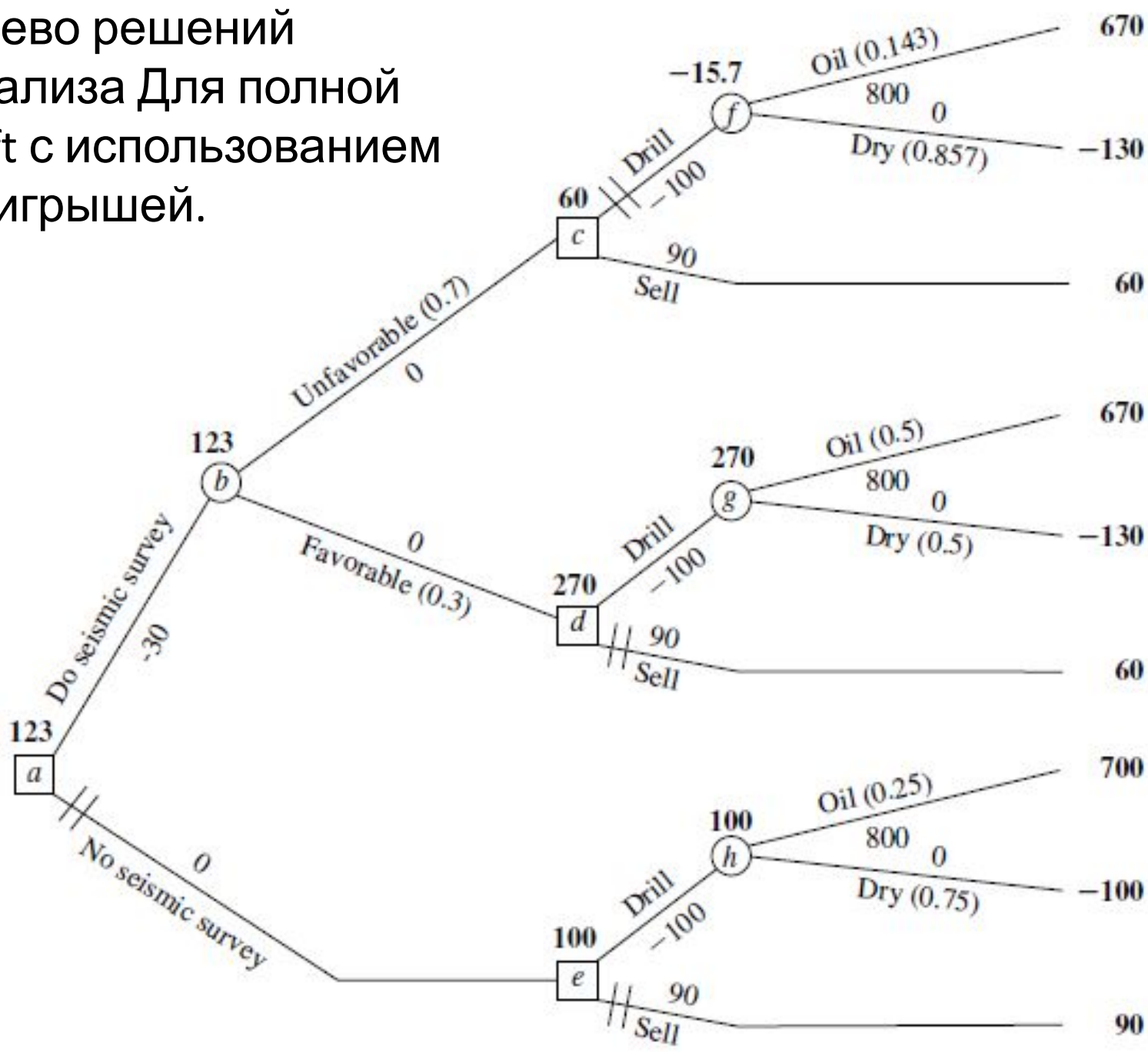
$$ОВ = 1/7(670) + 6/7(-130) = -15.7, \text{ для вилки } f,$$

$$ОВ = 1/2(670) + 1/2(-130) = 270, \text{ для } g,$$

$$ОВ = 1/4(700) + 3/4(-100) = 100, \text{ для } h.$$

Ожидаемые выигрыши расположены над вилками. Далее, сдвинуться на одну колонку влево, колонка состоит из вилок решения c, d, e . Ожидаемый выигрыш для ветки, которая приводит квилке возможностей записывается жирным шрифтом над этойвилкой возможностей □ применяется шаг 3. Вилка c : Альтернатива Бурения имеет $ОВ = -15,7$. Альтернатива Продажи имеет $ОВ = 60$. $60 > -15,7$, так что выбираем альтернативу Продажи. Вилка d : альтернатива бурения имеет

Конечное дерево решений
 С записью анализа Для полной
 задачи RusNeft с использованием
 денежных выигрышей.



Вилка e : *Альтернатива Бурение имеет $ОВ = 100$.*

Альтернатива Продажа имеет $ОВ = 90$. $100 > 90$ \square

выбираем альтернативу Бурение.

Для каждой альтернативы $ОВ$ записывается жирным шрифтом над узлом решения. Выбранная альтернатива указывается простановкой двойного тире для каждой отклоненной ветки. Затем перемещаемся на столбец влево квилке b (вилке возможностей), применяется шаг 2 процедуры. Для каждой ветки $ОВ$ записывается над следующейвилкой решения \square $ОВ = 0,7 (60) 0,3 (270) = 123$, длявилки b .

Переместимся влево квилке a (вилке решения).

Применение шага 3 даетвилку a : Проведение сейсморазведки имеет $ОВ = 123$. Отсутствие

сейсморазведки имеет $ОВ = 100$. $123 > 100$ \square провести

ОВ=123 записано над вилкой, двойное тире поставлено, чтобы показать отклоненные ветки (процедура анализа движется справа налево). Завершая дерево решений, тот, кто принимает решение, может читать дерево слева направо, чтобы просмотреть прогрессирование событий. Двойное тире закрывает нежелательные пути □ данные выигрыши для окончательных результатов показаны справа, правило решения Байеса гласит: *Необходимо следовать только открытыми путями слева направо, чтобы достичь максимально возможного ОВ*, это дает следующую оптимальную политику, в соответствии с правилом принятия решений Байеса. Оптимальная политика: сейсморазведка. Если результат неблагоприятной, продать землю. Если результаты благоприятны, бурение нефтяной скважины. ОВ (включая стоимость сейсморазведки)=123000\$. Это (единственное) оптимальное решение, оно такое же, что и полученное в предыдущем разделе, без использования дерева решений. Для любого дерева решений; **процедура обратной индукции приводит к оптимальной политике** после

Полезное программное обеспечение: на практике иногда используют специальное программное обеспечение для построения и анализа деревьев решений. Часто это надстройки Excel . Популярная надстройка TreePlan (разработана профессором Майклом Мидлтоном). Для построения дерева решений с TreePlan: *диалоговое окно* Tools menu *Decision Tree* *“TreePlan . . . New”* Нажимаем New Tree – добавляем дерево в таблицу, которая первоначально состоит из одной (квадратной) вилки решения с двумя ветвями. Нажатие справа от конечной вилки (отображается вертикальной решеткой в конце ветки) выбор Decision Tree в меню Tools (Инструменты) дает диалоговое окно “TreePlan . . . Terminal” (позволяет изменять конечную вилку на вилку решения или вилку возможностей с нужным количеством веток, от 1 до 5).

(TreePlan ссылается на вилки решения *в качестве узлов решения и на вилки возможностей – в качестве узлов событий*.) В любое время можно нажать на любую существующую вилку решения (квадрат) или вилку возможностей (круг) и выбрать Decision Tree из меню Tools (Инструменты), чтобы выбрать соответствующее диалоговое окно "TreePlan. . . Decision (Решение) "или" TreePlan. . . Event (Событие) ", чтобы произвести в этой вилке любую модификацию. Для завершения дерева решений, названия, денежные потоки, и вероятности для различных веток вводятся непосредственно в электронную таблицу. TreePlan затем автоматически прибавляет денежные потоки, чтобы получить общий денежный поток (выигрыши), которые отображаются в правой части каждого конечной ветки.

ТЕОРИЯ ПОЛЕЗНОСТИ

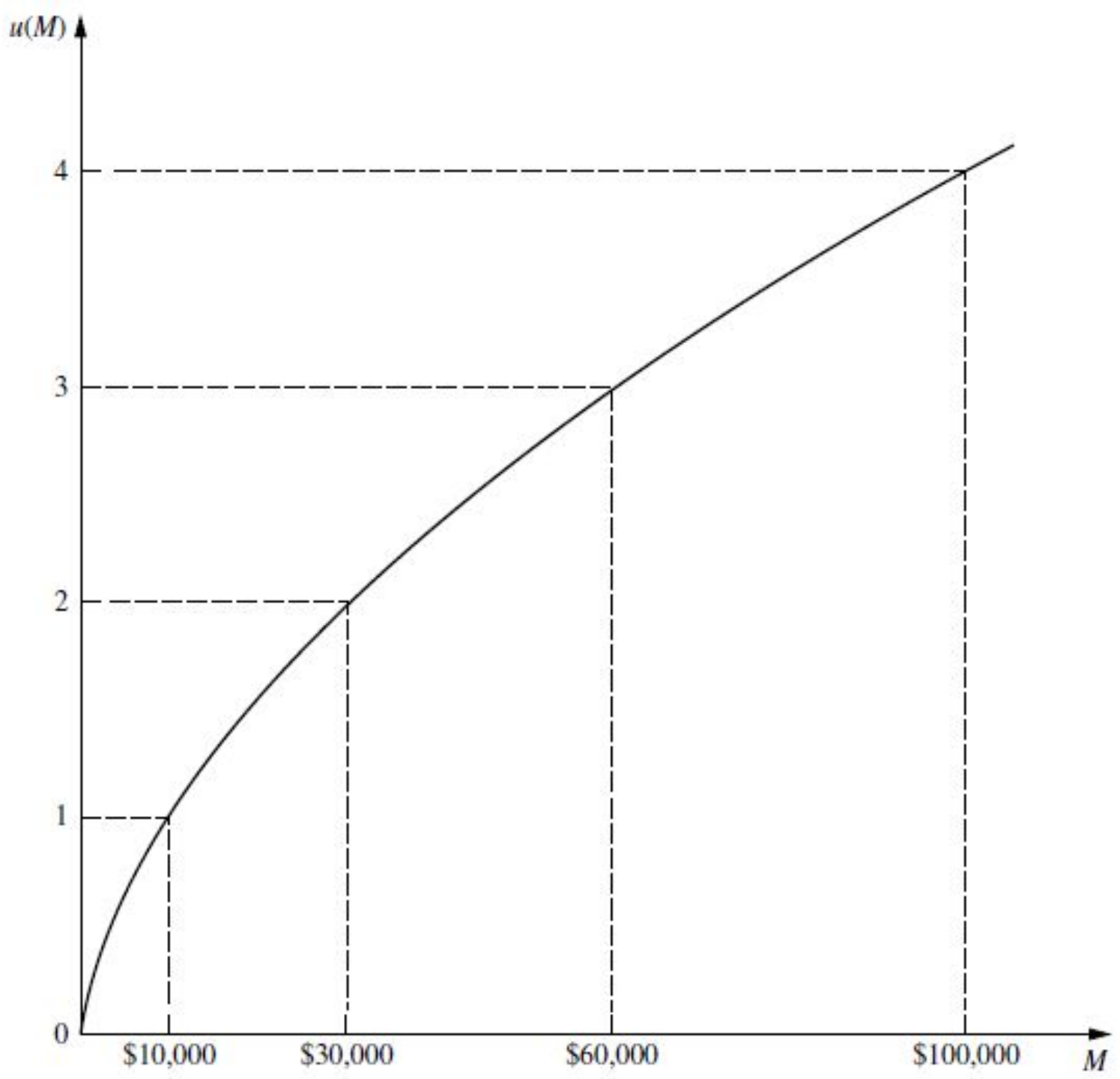
Применяя правило решения Байеса, является ли ОВ в денежном выражении подходящей мерой последствий выбора действий? Данное предположение не совсем уместно (предположим, предлагается выбор между (1) шансом 50:50 выиграть \$ 100 000 или ничего, или (2) получить \$ 40 000 с уверенностью). Многие люди предпочитают \$ 40 000 даже если ожидаемый выигрыш шанса 50:50 выиграть \$ 100 000 составляет \$ 50 000.

Компании не желают вкладывать большие суммы денег в новый продукт даже при существенной ожидаемой прибыли, если есть риск потери инвестиций и банкротства. Люди выбирают надежность даже если ОВ небольшой. Действительно ли правило решения Байеса? Да, если возможно преобразование денежных значений в соответствующий масштаб, который отражает предпочтения лица, принимающего решения (функция

Функции полезности для денег:

Рисунок показывает типичные *функцию полезности* $u(M)$ для денег M (индивидуум с данной функцией полезности ценит получение \$ 30 000 вдвое больше, чем \$ 10 000, а \$ 100 000 вдвое больше, чем \$ 30 000). Это отражает то, что приоритетам этого человека отвечают первые \$ 10 000. Эту уменьшающуюся функцию наклона, в то время как количество денег увеличивается, называют **уменьшающейся маргинальной полезностью денег**, а данного индивидуума – **не расположенным к риску**.

Функция
полезности
денег $u(M)$:
полезность
получения
количества
денег M .



Не все люди имеют уменьшения предельной полезности и качества. Некоторые люди ищущие риска вместо риска, они идут по жизни ищут "крупным счетом." Slope их функции полезности \nearrow как денег сумму \nearrow , поэтому они увеличивая предельную полезность денег. Промежуточный случай риска нейтральной физическое лицо, призы деньги за чистую монету, их полезность для денег пропорционально количеству денег в игре. Некоторые люди риск-нейтральной, когда небольшое количество денег в, но не с очень больших количествах. Можно выставлять смесь этих форм поведения (риск-нейтральным с небольшим количеством денег, ищущего риска с умеренных количествах, и склонны к риску с

Отношение к сдвигам риска с течением времени из-за обстоятельств, отличается при работе с личными финансами, чем при принятии решений от имени организации (менеджеры торговая фирма должны рассмотреть обстоятельства компании и коллективную философию высшего руководства в определении соответствующего отношения к риску при принятии управленческих решений). Разные люди имеют разные функции полезности для денег □ важные последствия для принятия решений в условиях неопределенности. Когда функция полезности денег включает в подходе решение анализа, он должен быть построен, чтобы соответствовать предпочтениям и ценности принимающего решения (индивидуальные или групповые). Ключ построить функцию полезности и качества, чтобы соответствовать принимающего решения, является функция полезности фундаментальное свойство.

Фундаментальный недвижимости: Лицо, принимающее решение безразлично 2-х действиях, если 2 альтернативы имеют же ожидаемую полезность. Пусть, принимающее решение, имеет функцию полезности показано на рисунке. Лицо, принимающее решение предлагается возможность: получить либо \$ 100,000 (утилита = 4) с вероятностью p или ничего (утилита = 0) с вероятностью $(1 - p)$ □

E (полезность) = 4шт, за это предложение □ для каждого из следующих 3 варианта пар, принимающее решение, безразлично, 1-го и 2-го альтернатив:

- 1. Предложение с $p = 0,25$ [E (полезность) = 1] или получения \$ 10,000 (утилита = 1)**
- 2. Предложение с $p = 0,5$ [E (утилиты) = 2] или получения \$ 30,000 (утилита = 2)**
- 3. Предложение с $p = 0,75$ [E (полезность) = 3] или получения \$ 60 000 (утилита 3)**

Лицо, принимающее решение производится такое же предложение, чтобы получить либо большую сумму денег (\$ 100 000) с вероятностью p или ничего. Для каждого из нескольких небольших сумм денег (\$ 10 000, \$ 30 000, \$ 60 000), принимающее решение, просят выбрать значение p , что бы сделать его или ее безразлично предложение и, безусловно, получение эту сумму денег. Утилита меньшим количеством денег, то p раз полезность в большем количестве. Шкала функции полезности (утилита = 1 для 10000 \$) не имеет значения. Только относительные значения утилит, которые имеют значение. Утилиты могут быть умножены на любой положительной постоянной, не затрагивая, какое действие будет иметь самый большой ожидаемую полезности.

Когда функция полезности принимающего решение на деньги используются для измерения денежных результатов, решающее правило Байеса заменяет денежные выплаты на соответствующих утилит □ оптимальное действие (или последовательность действий) = тот, который максимизирует ожидаемую полезность. Служебные функции все еще может быть построена, когда последствия действий не денежная (последствия альтернатив решения врачебных в лечении пациента привлечь будущее здоровье пациента). В этих условиях важно, чтобы включить такие оценочные суждения в

Применение теории полезности для Русснефти
проблемы:

РуссНефть работе с ограниченным капиталом \square \$ 100,000
потери серьезно. Владелец пошел в долги, чтобы
продолжать идти. В худшем случае: придумать \$ 30000 за
сейсморазведки и по-прежнему теряет \$ 100,000 бурением,
когда нет нефти \square оставить компанию в сложном
финансовом положении. Поразительные масло является
захватывающая перспектива, так как зарабатывать \$
700,000 ставит компанию на прочную финансовую основу.
Чтобы применить функцию полезности (принимающего
решения) владельца денег к проблеме, необходимую для
идентификации утилиты для всех возможных денежных
выплат (в таблице). Утилиты, полученные с помощью
построения функции полезности: полезность нулевой
денег (0) = 0 равным нулю и. Следующий шаг: рассмотреть
наихудший сценарий и лучший сценарий и решить

Monetary Payoff	Utility
-130	-150
-100	-105
60	60
90	90
670	580
700	600

Утилиты для
Русснефти

Есть 2 варианта:

- Ничего не делать (выигрыш и полезности = 0).
- Есть вероятность (p) 700 подкупа и вероятностью $(1 - p)$ (-130) выигрыша (потерь из 130). Какое значение p делает нас равнодушными между ними?

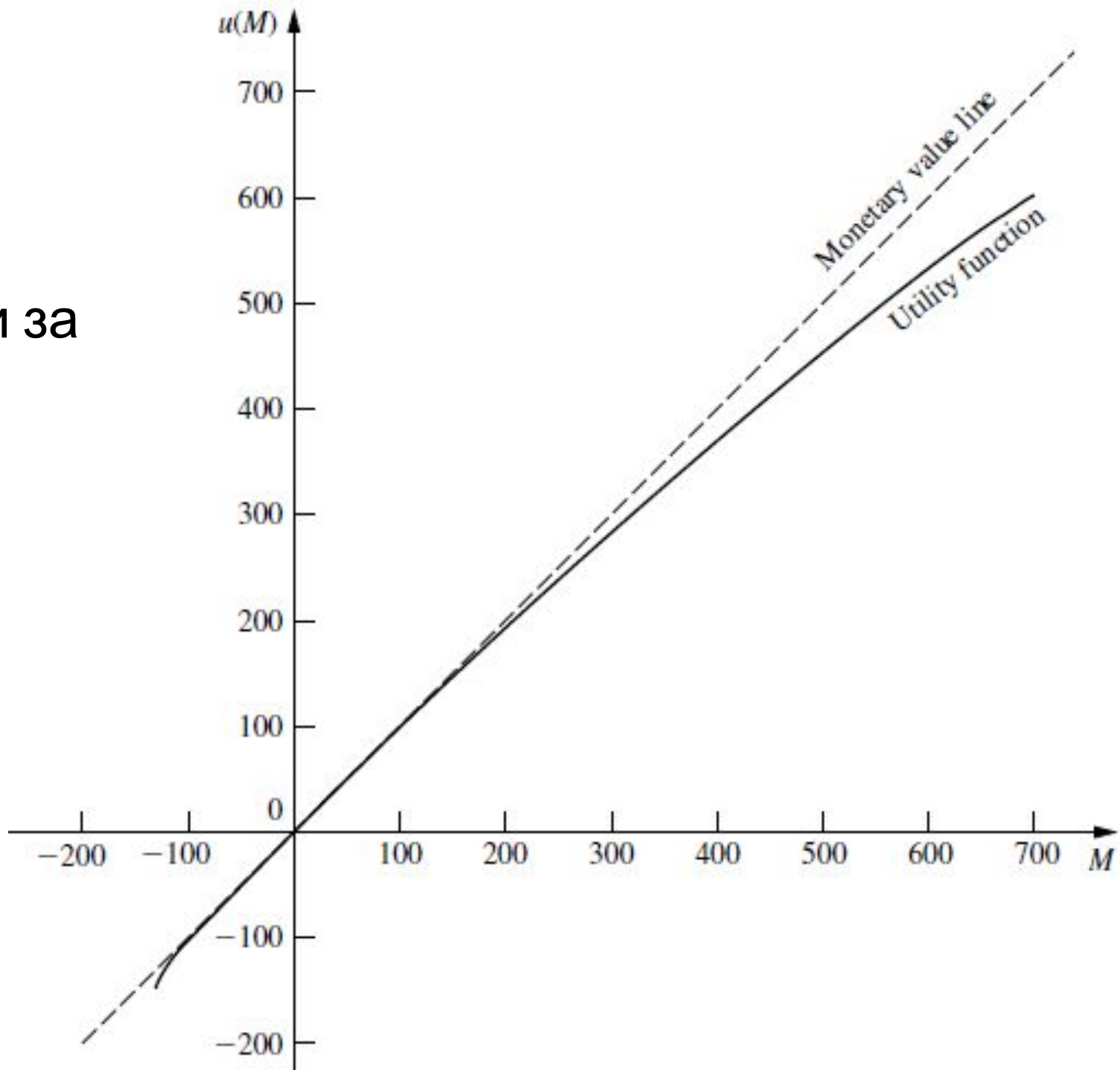
Выбор принимающего решения: $p = 1/5$, $u(M)$ обозначает полезность денежной подкупе M \square $4/5 u(-130) = 1/5 u(700) = 0$ (утилита альтернативной 1). Значение $u(-130)$ или $u(700)$ устанавливается произвольно (если только первые отрицательно и второй положительный) установить масштаб функции полезности. Выбор $u(-130) = -150$ (удобный выбор, как $u(M)$ примерно $= M$, когда M в окрестности 0), это уравнение дает $u(700) = 600$. Для идентификации $u(-100)$, выбор p , что делает, принимающее решение, безразлично, подкупе -130 с вероятностью p или определенно неся выигрыш -100. Выбор за $p = 0,7$, так $u(-100) = p u(-130) + (1-p) u(700) = 0,7 (-150) + 0,3 (600) = -105$.

Для получения $u(90)$, величина p выбран делает, принимающее решение, безразлично, 700 выигрыша с вероятностью p или получения выигрыша 90.

Выбранный $p = 0,15$, поэтому $u(90) = p u(700) = 0,15 (600) = 90$. Гладкая кривая, проходящая через $u(130)$, $u(100)$, $u(90)$, $u(700)$, чтобы получить функцию полезности принимающего решения за деньги. Значения на кривой в

$M = 60$ и $M = 670$ обеспечивают соответствующие коммунальные услуги, $u(60) = 60$ и $u(670) = 580$, что завершает список утилит, приведенных в таблице (правая колонка). Пунктирная линия, проведенная под углом 45° показывает денежной оценки M (при условии, значения выплат, используемых в предыдущих разделах), $u(M)$ по существу равна M при малых значениях (положительное или

Функция
полезности за
деньги
Русснефти
владельца



(Это характерно для умеренно склонны к риску лица). По своей природе, РуссНефть владелец склонен к ищущий риск. Сложные финансовые обстоятельства его компании, которую он плохо хочет сохранить растворителя, заставили его принять умеренно склонны к риску позицию в решении своих текущих решений.

Другой подход к оценке и (M):

Над процедуры построения и (M) спрашивает ЛПР неоднократно сделать трудное решение о том, какие вероятности сделает его или ее равнодушной между 2 альтернативами. Многие люди были бы неудобны с предпринимая подобные решения □ альтернативный подход используется вместо оценить функцию

Подход предполагает функция полезности имеет определенную математическую форму, и регулирует его в соответствии отношение принимающего решения к риску, насколько это возможно, популярной форме (простой) экспоненциальная функция полезности:

$$u(M) = R \left(1 - e^{-\frac{M}{R}} \right)$$

где R является толерантность к риску лица, принимающего решения. Эта утилита функция уменьшения предельной полезности и качества, поэтому разработаны, чтобы соответствовать к риску человека. Великий отвращение к риску соответствует малым значением R (кривая функция полезности причиной резко согнуть), где маленький отвращение к риску соответствует большому значению R (более постепенным изгиба на кривой). РуссНефть владелец

Значение R , что даст утилиты $u(670)=580$ и $u(700)=600$ составляет около $R = 2,250$. Владелец становится более склонны к риску, когда может произойти большие потери, так как это теперь будет угрожать банкротство, поэтому значение R , что бы дать полезность и $(-130) = -150$ составляет лишь около $R 465$. Это не возможно использовать 2 различных значения R для одной функции полезности. Недостаток экспоненциального функции полезности, что оно предполагает постоянное отвращение к риску (фиксированном значении R), независимо от того, сколько (или как мало) денег, принимающее решение, в настоящее время имеет. Это не укладывается Русснефти ситуацию, так как ток нехватка денег заставляет владелец большей степени, чем обычно о неся большие потери.

В других ситуациях последствия потенциальных убытков являются не столь серьезными, предполагая, экспоненциальная функция полезности может обеспечить разумное приближение, легкий (приблизительно) способ оценки соответствующее значение R : принимающее решение предложено выбрать номер R , что бы сделать его равнодушным между 2 альтернативами. A_1 : 50-50 авантюра, где он получит доллар R с вероятностью 0,5 и потерять $R/2$ долларов с вероятностью 0,5. A_2 : Ни усиления, ни убудет.

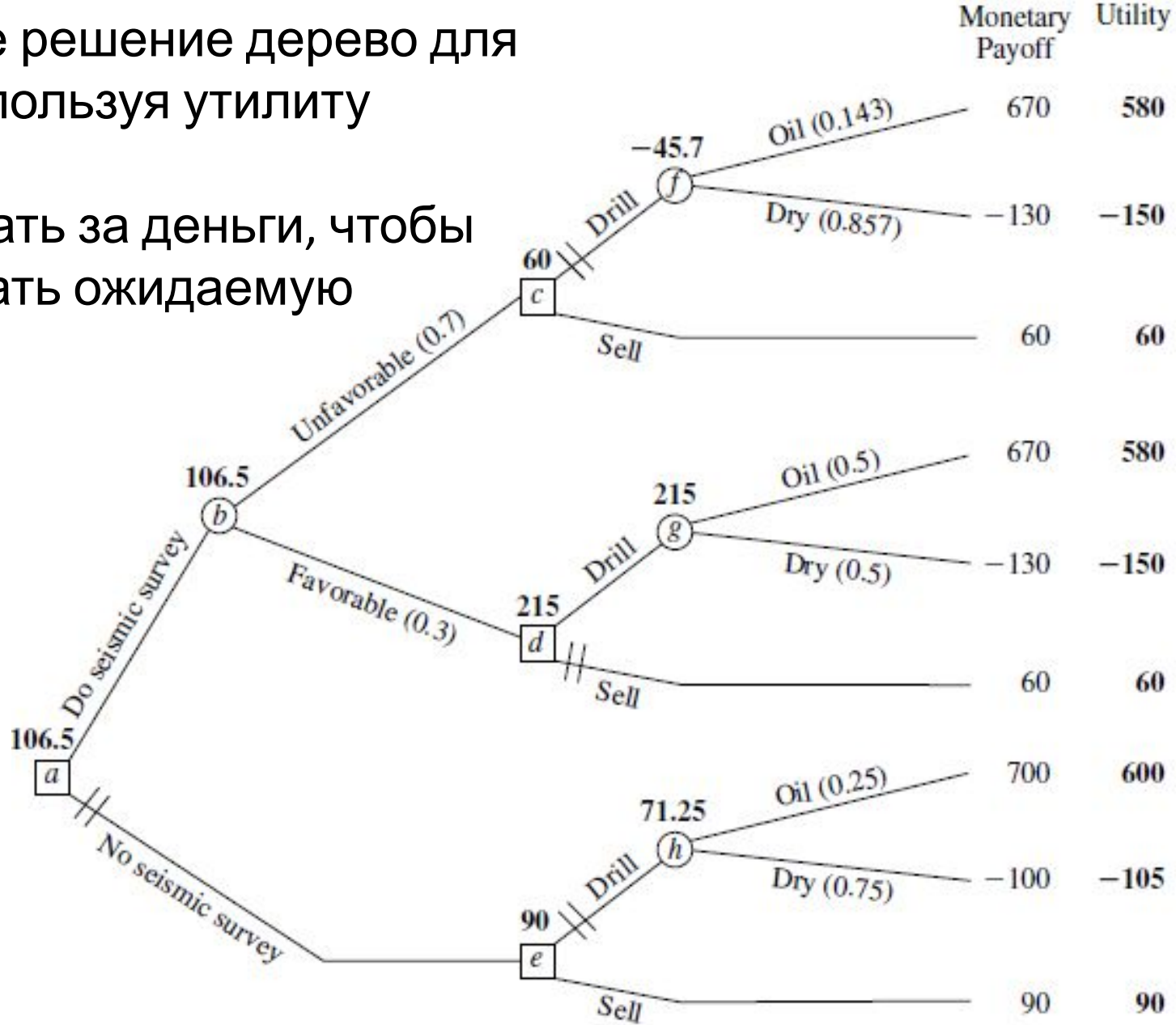
TreePlan включает возможность использовать экспоненциальную функцию полезности, нажмите кнопку Параметры в TreePlan диалоговом окне выберите "Использовать Экспоненциальная функция полезности."

TreePlan использует другую форму для экспоненциального функции полезности, которая требует, определяющие значения 3 констант (выбор Присвоить имя под меню Вставка и входящие значения). Выбор значения R для всех 3 из этих констант, эта утилита функция становится такой же, как экспоненциальной функции полезности

Использование Дерево принятия решений для анализа Русснефти проблемы с ЖКХ: функция полезности за деньги Русснефти владельца полученной в таблице (рис.), информации используется с дерева решений, как кратко следующий. Порядок применения дерева решений для анализа проблема идентична той, которая в предыдущем разделе для замены утилиты для денежно-кредитного выплаты \square значения, полученного для оценки каждого вилку дерева, кроме ожидаемое утилита там, а не ожидать (денежной) выигрыш. Оптимальные решения, выбранные Байеса решающее правило максимизации ожидаемой полезности для общей проблемы \square окончательное решение дерева показаны напоминает предыдущий. Вилы и филиалы точно такие же, как и вероятности

Для информационных целей всего денежные выплаты еще приведены справа от конечных ветвей (но мы больше не потрудились показать отдельные денежные выплаты рядом с любой из отраслей). Теперь утилиты добавлены на правой стороне. Эти цифры используются для вычисления ожидаемых утилиты, данные рядом со всеми вилами. Ожидаемые утилиты привести к тем же решениям на вилки A, C, и D, как на рис., Но решение на вилке e теперь переключает продавать вместо сверла. Обратная процедура индукции по-прежнему оставляет вилки e на замкнутой траектории □ целом оптимальная политика остается такой же, как дали (сделать сейсморазведку; продать, если результат неблагоприятной; просверлить, если результат является благоприятным).

Окончательное решение дерево для Русснефти, используя утилиту владельца функционировать за деньги, чтобы максимизировать ожидаемую полезность.



Подход, используемый в предыдущих разделах максимизации ожидаемой денежной выигрыш составляет предполагая, принимающее решение, риск-нейтральным, так что и $(M) = M$. Используя теорию полезности, оптимальным решением в настоящее время отражает отношение лица, принимающего решения о риске. Потому РуссНефть владелец принял только умеренно склонны к риску позицию, оптимальная политика не изменилась от лица. Для менее склонным к риску владельца, оптимальным решением было бы перейти к более консервативному подходу немедленного продаже земли (не сейсморазведки). Текущий владелец заслуживает похвалы за включение теории полезности в подходе анализа принятия его проблемы. Теория полезности обеспечивает рациональный подход к принятию решений в условиях неопределенности. Многие лица, принимающие решения, не являются достаточно комфортно с относительно абстрактного понятия коммунальных услуг, или с работы с вероятностями, чтобы построить функцию полезности, быть готовы использовать этот подход. Теория полезности еще не широко используется на

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИЗ

решений

Управление необходимо принять некоторые решения (У сейсморазведку? Бурения на нефть или продавать землю?) В лице большой неопределенности. Решения были трудными, потому что их выплаты были настолько непредсказуемы. Исход зависит от факторов, находящихся вне контроля менеджмента компании (вовсе земля содержит масло или это сухой?) □ управление необходимо основу и методологию рационального принятия решений в этой неопределенной среде. Это обычные характеристики применения анализа решений. Было упрощено включить только два возможных состояния природы (нефть и сухой), в то время как там на самом деле было бы значительное число различных возможностей. Например, фактическое состояние может быть сухой, небольшое количество масла, умеренное количество, большое количество, огромное количество, плюс различные возможности, касающиеся глубины нефтяных и почвенных условий, которые влияют Стоимость бурения достичь масло.

Управление рассматривает только 2 альтернативы для каждого из 2 решений. Реальные приложения привлечь больше решений, больше альтернатив, которые необходимо учитывать для каждого из них, и многие возможные состояния природы. При больших проблем, принятия решений может взорваться в размере, с, возможно, многих тысяч отделений терминальных. Это не представляется возможным построить дерево вручную, в том числе вычислительных апостериорные вероятности, и расчета EPS (или утилит) для различных вилок, а затем выявление оптимальных решений. Программные пакеты (для персональных компьютеров) доступны для выполнения этой работы. Специальные алгебраические методы разрабатываются и включаются в компьютерных решателей для работы с большими проблемами. Анализ чувствительности может стать громоздким на больших проблем. Хотя поддерживается программным обеспечением, объем данных, генерируемых может легко

□ графические методы, такие как торнадо диаграмм, разработанных для организации данных в понятной форме. Другие виды графических техник, доступных в дополнение принятия решений на представления и решения проблем Решение анализ (влияние диаграмма); исследователи продолжают развивать другие также. Многие стратегические бизнес-решения принимаются коллегиально несколькими членами руководства. Один из методов для группы принятия решений назван решение конференции (процесс, в котором группа собирается вместе для обсуждения в принятии конференции с помощью аналитика и группы посредника). Ведущий работает непосредственно с группой, чтобы помочь ему структурировать и обсуждения в фокус-, мыслить творчески о проблеме, принести предположения на

Аналитик использует анализа решений для оказания помощи группе в изучении последствий различных альтернатив решения. При содействии компьютеризированной системы поддержки группового принятия, аналитик строит и решает модели на месте, а затем проводит анализ чувствительности, чтобы ответить на то, что, если вопросы из группы. Приложения анализа Решение привлечь партнерства между принимающего решения и аналитика. Некоторые компании не квалифицированного члена, чтобы служить аналитиков □ консалтинговых фирм, специализирующихся на анализе решений, образованного, чтобы заполнить эту роль (в Силиконовой долине, рядом с Стэнфордского университета: Прикладной анализ решений и

Для собственных причин, компании не публикуют статьи в профессиональных журналах, чтобы описать свои методы приложения, в том числе анализа решений. Некоторые появляются в журнале называется интерфейсов. Статьи о теории принятия решений позволяет получить важную информацию о практическом применении этой методики на практике. Таблица суммирует характер некоторых применений анализа решений появились в интерфейсах. Правой колонке идентифицирует конкретный номер журнала для каждого приложения. В других столбцов широкое разнообразие организаций и приложений (с коммунальными как тяжелых пользователей). Для каждого конкретного применения, подумайте о том, неопределенности в ситуации сделать анализ решений естественный метод использовать.

приложения анализа и принятия решений

Organization	Nature of Application	Issue of Interfaces
Amoco Oil Co.	Used utilities to evaluate strategies for marketing its products through full-facility service stations.	Dec., 1982
Ohio Edison Co.	Evaluated and selected particulate emission control equipment for a coal-fired power plant.	Feb., 1983
New England Electric System	Determined an appropriate bid for the salvage rights to a grounded ship.	March–April, 1984
National Weather Service	Developed a plan for responding to flood forecasts and warnings.	May–June, 1984
National Forest Administrations	Planned prescribed fires to improve forest and rangeland ecosystems.	Sept.–Oct., 1984
Tomco Oil Corp.	Chose between two site locations for drilling an oil well, with 74 states of nature.	March–April, 1986
Personal decision	Used decision criteria without probabilities to choose between adjustable-rate and fixed-rate mortgages.	May–June, 1986
U.S. Postal Service	Chose between six alternatives for a postal automation program, saving \$200 million.	March–April, 1987; Jan.–Feb., 1988
Santa Clara University	Evaluated whether to implement a drug-testing program for their intercollegiate athletes.	May–June, 1990
Independent Living Center (Australia)	A decision conference developed a strategic plan for reorganizing the center.	Nov.–Dec., 1992
DuPont Corp.	Many applications to strategic planning; one added \$175 million in value.	Nov.–Dec., 1992
British Columbia Hydro and Power Authority	Elicited a utility function for clarifying value trade-offs for many strategic issues.	Nov.–Dec., 1992
U.S. Department of Defense	Improved the decision process for the acquisition of weapon systems.	Nov.–Dec., 1992
Electric utility industry	Considered health and environmental risks in dealing with utility-generated solid wastes and air emissions.	Nov.–Dec., 1992
An anonymous international bank	Developed a contingency-planning program against fire and power failure for all services.	Nov.–Dec., 1992
General Motors	More than 40 major decision analysis projects over 5 years.	Nov.–Dec., 1992
Southern Company (electric utility)	Evaluated alternative preventive maintenance programs for motor vehicle and construction equipment fleets.	May–June, 1993

Organization	Nature of Application	Issue of <i>Interfaces</i>
ICI Americas	Selected research and development projects with little data available for assessing them.	Nov.–Dec., 1993
Federal National Mortgage Association	Used utilities to select the composition of a portfolio of home mortgage assets.	May–June, 1994
Oglethorpe Power Corp.	Evaluated whether to invest in a major transmission system and how to finance it.	March–April, 1995
Phillips Petroleum Co.	Evaluated oil exploration opportunities with a consistent risk-taking policy.	Nov.–Dec., 1995
Energy Electric System	Evaluated schedules for preventive maintenance for electrical generator units.	July–Aug., 1996

Выводы: анализ Решение стало важным методом для принятия решений в условиях неопределенности. Характеризуется перечисляя все варианты поведения, выявления выплаты для всех возможных результатов, и количественной субъективных вероятностей для всех возможных случайных событий. Когда эти данные имеются, анализа решений становится мощным инструментом для определения оптимального курса действий. Один из вариантов, который может быть легко включены в анализ является выполнение экспериментов для получения более точных оценок вероятностей возможных состояний природы. Деревья решений полезны визуальный инструмент для анализа этой опции или любой ряд решений. Теория полезности предоставляет возможность включения отношение принимающего решения к риску в анализ. Хорошее программное обеспечение (TreePlan и SENSIT) доступны для выполнения анализа решений.