

ЗАДАЧИ

Управление в
условиях риска и
неопределенности

ЗАДАЧА 1. Расчет сложного риска

На производстве имеются следующие риски:

- ▶ 1. Поломка оборудования
 - ▶ вероятность $V_1 = 25\%$,
 - ▶ ущерб $Y_1 = 20$;
- ▶ 2. Заболевание работников
 - ▶ вероятность $V_2 = 20\%$,
 - ▶ ущерб $Y_2 = 15$.
- ▶ 3. Выпуск бракованной продукции
 - ▶ По причине заболевания вероятность $V_3 = 5\%$,
 - ▶ По другим причинам $V_4 = 10\%$
 - ▶ ущерб $Y_3 = 90$.

Совместное влияние этих рисков является сложным (интегральным) риском, степень влияния (ожидаемый ущерб) которого необходимо оценить.

Пояснения

Расчет сложного риска

- ▶ Степень влияния независимых рисков складывается

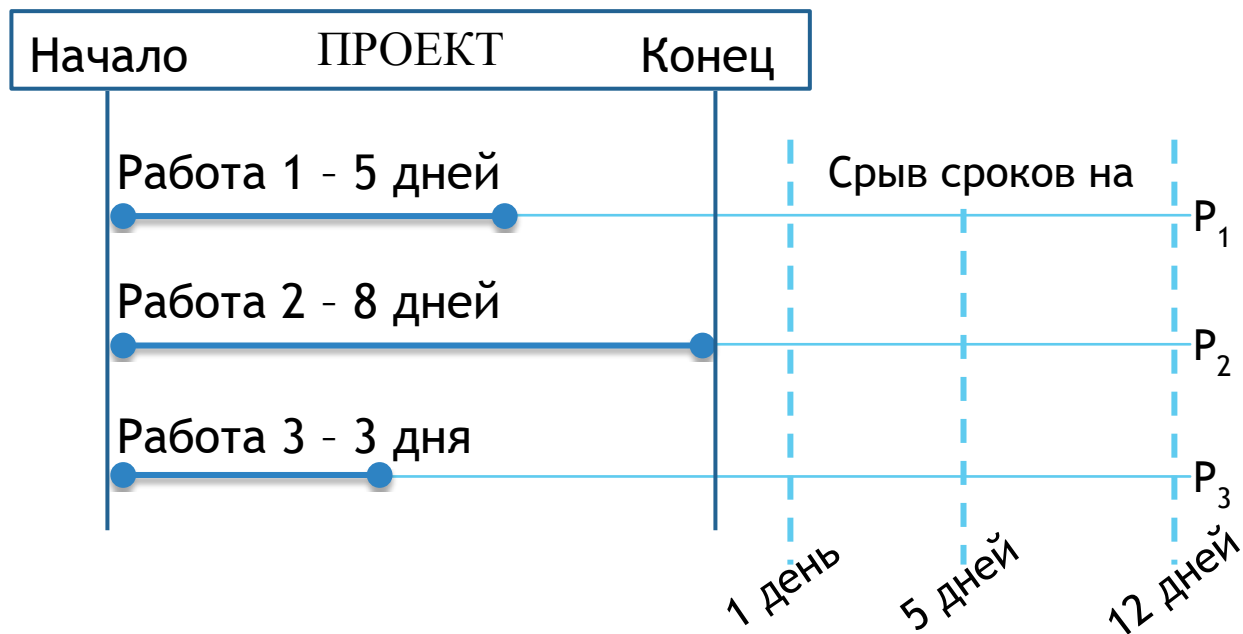
$$P_{\text{инт}} = B_1 Y_1 + B_2 Y_2$$

- ▶ Степень влияния зависимых рисков вычисляется как произведение ущерба на условную вероятность риска

$$P_{\text{инт}} = B_1 B_2(B_1) Y_1 \text{ (зависимые риски)}$$

- ▶ Если в ряде (n %) случаев возникновение одного риска (риск А), вероятность которого k, зависит от другого риска (риск В), то можно рассматривать 3 независимых риска:
 - ▶ Риск А, возникающий независимо от В с вероятностью $k(1-n)/100$
 - ▶ Риск В
 - ▶ Риск А, зависимый от В - с вероятностью nk (где n и k - проценты выраженные в долях от 1).

Задача 1.1. Пример расчета сложного временного риска



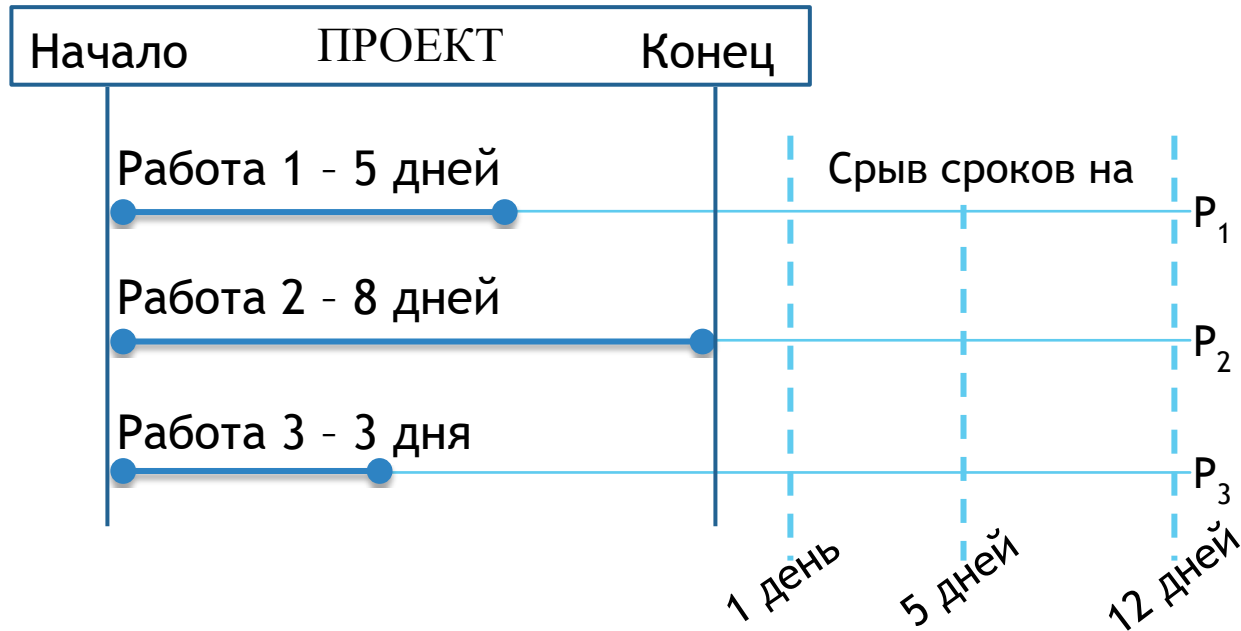
Вероятность сорвать работы 1, 2 и 3 - различна.

Самый большой риск срыва у работы 2, поскольку она завершается одновременно с проектом. Поэтому с вероятностью 0,2 она завершится с опозданием всего 1 день, с вероятностью 0,6 - в период со 2-го по 5-й день задержки и с вероятностью 0,2 - в последующие 7 дней, т.е. работа задержится не более чем на 12 дней с вероятностью 1.

В то же время работа 3 однозначно задержится не более чем на 5 дней и с большой вероятностью не более, чем на 1 день.

		ВЕХИ		
		1 день	5 дней	12 дней
Штраф		10	50	150
Вероятн. закончить	P_1	0,6	0,3	0,1
	P_2	0,2	0,6	0,2
	P_3	0,9	0,1	0

Задача 1.1. Пример расчета сложного временного риска (в ПРОСТОМ случае)



		ВЕХИ		
		1 день	5 дней	12 дней
Штраф		10	50	150
Вероятн. закончит	P_1	0,6	0,3	0,1
	P_2	0,2	0,6	0,2
	P_3	0,9	0,1	0

Риск срыва всего проекта складывается из независимых (в данном случае) рисков срыва его работ, каждый из которых состоит из независимых рисков задержки выполнения работы до 1-й, 2-й или 3-й вехи.

Срыв сроков **КАЖДОЙ** работы штрафует.

ЗАДАЧА 2. Стратегия снижения риска

Вероятность и ущерб простого риска оценивается в качественных шкалах:

1 - низк., 2 - средн., 3 - высок., 4 - критич.

Степень влияния (в той же шкале) определяется матричной сверткой:

4	3	3	4	4
3	2	3	<u>3</u>	4
2	2	2	3	3
1	1	1	2	2
В у	1	2	3	4

Затраты на переход на 1-2 уровень или поддержание 3 или 4 уровня по вероятности или ущербу.

Уровень	1	2	3	4
Вероятность	50	15	8	3
Ущерб	70	20	12	5

Существующее состояние (подчеркнутая в матрице цифра) соответствует высокому уровню риска (3) и по вероятности, и по ущербу.

Определите стратегию снижения степени влияния до уровня 2 (средний уровень) с минимальными затратами. Больше или меньше чем вдвое возрастут траты?

Пояснения

Требуемому уровню соответствуют 5 вариантов, выделенные в матрице:

4	3	3	4	4
3	2	3	<u>3</u>	4
2	2	2	3	3
1	1	1	2	2
^B _y	1	2	3	4

Необходимо найти значения вероятности и ущерба для каждого из этих вариантов, подсчитать суммарные затраты, выбрать минимальные и сравнить с затратами на поддержание текущего состояния.

ЗАДАЧА 3. Оптимизация набора мероприятий для снижения риска

Степень влияния измеряется в качественной шкале:



Существующий ожидаемый ущерб - 80 (высокий риск).

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ РИСКА		
Мероприятие	Затраты	Снижение ожидаемого ущерба
1	30	40
2	40	20
3	10	20
4	35	30

Определить программу снижения риска, обеспечивающую низкий уровень риска (≤ 30) с минимальными затратами.

Какой будет ожидаемый уровень ущерба?

Пояснения

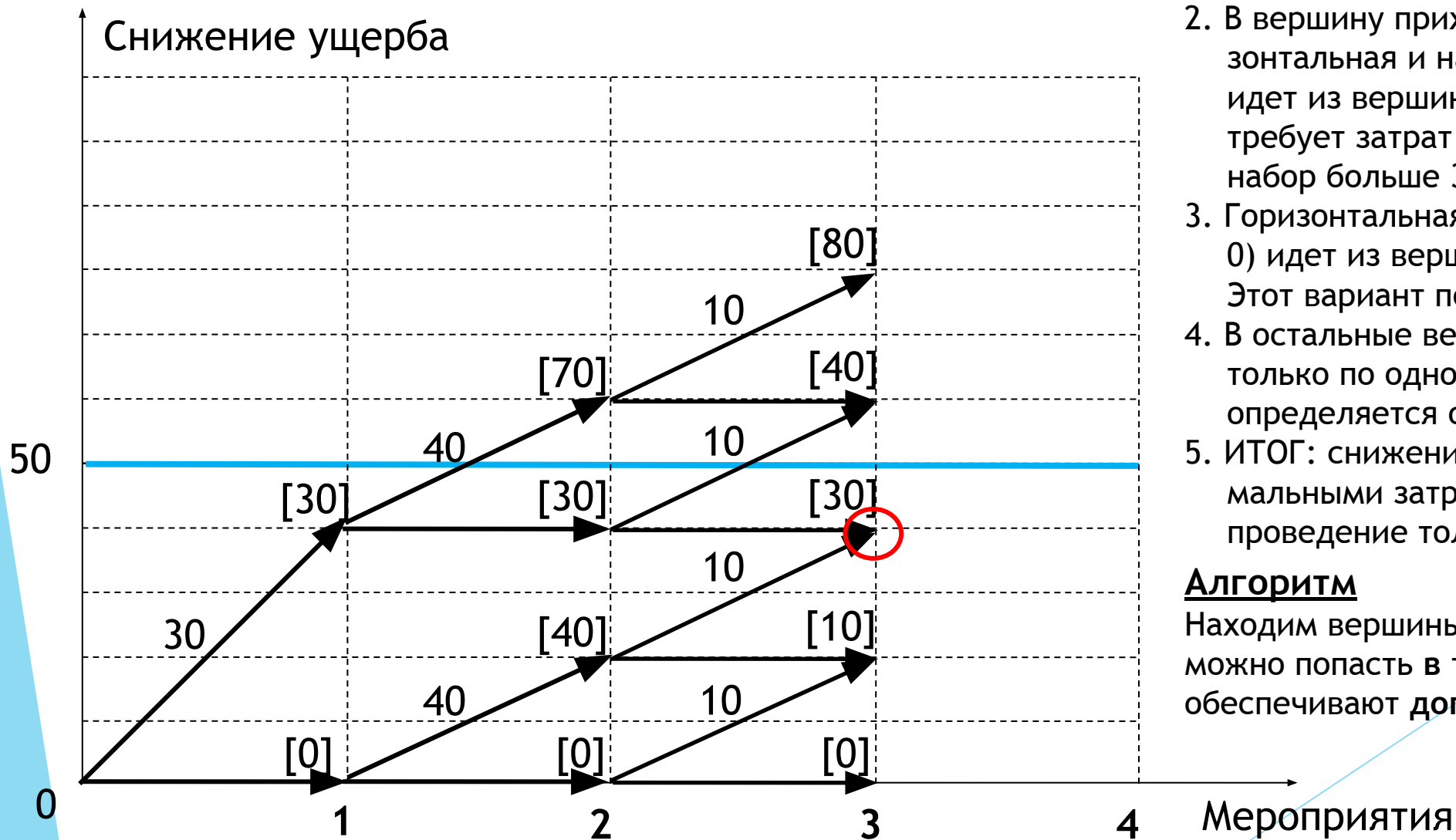
Для того, чтобы изменить уровень риска с высокого (80) на низкий (≤ 30), необходимо снизить уровень ущерба не менее чем на

$$80 - 30 = 50$$

Применим метод динамического программирования Беллмана:

- Строим систему координат, где на оси X отмечаем мероприятия, а на оси Y - уровень снижения ущерба.
- Для 1-го мероприятия от точки «0» проводим 2 стрелки - горизонтальную (мероприятие не попало в программу) и наклонную (подъем по оси Y равен снижению ущерба).
- На стрелках помечаем затраты - на горизонтальной 0, на наклонной - из таблицы для соответствующего мероприятия. В получившихся вершинах помечаем суммарные затраты в квадратных скобках.
- Из каждой получившейся вершины проводим по 2 стрелки для следующего мероприятия (горизонтальную и наклонную).
- Помечаем их таким же образом. Если в вершину пришли 2 стрелки, выбираем минимальные затраты.
- После внесения пометок для последнего мероприятия получаем минимальные затраты для всех возможных вариантов снижения уровня ущерба.

Решение для мероприятий 1-3 и пояснение метода обратного хода



МЕТОД ОБРАТНОГО ХОДА

Рассмотрим вершину, обведенную красным кружком и выясним, какой набор мероприятий ей соответствует.

1. Суммарные затраты в вершине - 30.
2. В вершину приходят 2 стрелки - горизонтальная и наклонная. Но наклонная идет из вершины с затратами 40 и сама требует затрат 10. Т.е. затраты на это набор больше 30 (50 единиц).
3. Горизонтальная стрелка (с затратами 0) идет из вершины с затратами 30. Этот вариант подходит. Выбираем его.
4. В остальные вершины на пути заходит только по одной стрелке, т.е. путь определяется однозначно.
5. ИТОГ: снижение ущерба 40 с минимальными затратами 30 обеспечивает проведение только мероприятия 3.

Алгоритм

Находим вершины, из которых можно попасть в текущую и которые обеспечивают допустимые значения.

ЗАДАЧА 4. Управление рисками портфелей проектов

Один из способов снижения риска портфеля проектов — это ограничение на финансирование высокорисковых проектов.

Поставим задачу:

Найти x_i , $i = \overline{1, n}$ такие, что эффект

$\sum_i a_i x_i \rightarrow \max$ - Целевая функция

$\sum_i c_i x_i \leq R$ - Ограничение на финансирование портфеля проектов

$\sum_{i \in Q} c_i x_i \leq R_B$ - Ограничение на финансирование высокорисковых проектов

ОБОЗНАЧЕНИЯ:

n - число проектов - претендентов на включение в портфель;

Q - множество высокорисковых проектов;

a_i - эффект от проекта i ;

c_i - затраты на проект i ;

x_i - равен 1, если проект i включен в портфель и 0 в противном случае;

R - инвестиционный фонд;

R_B - фонд для финансирования высокорисковых проектов.

Пояснения

Для решения задачи применим метод дихотомического программирования. Он основывается на возможности разбиения одной задачи на две - более простые.

Разобьем нашу задачу на 2 - для высокорисковых проектов и проектов с низкой или средней степенью риска.

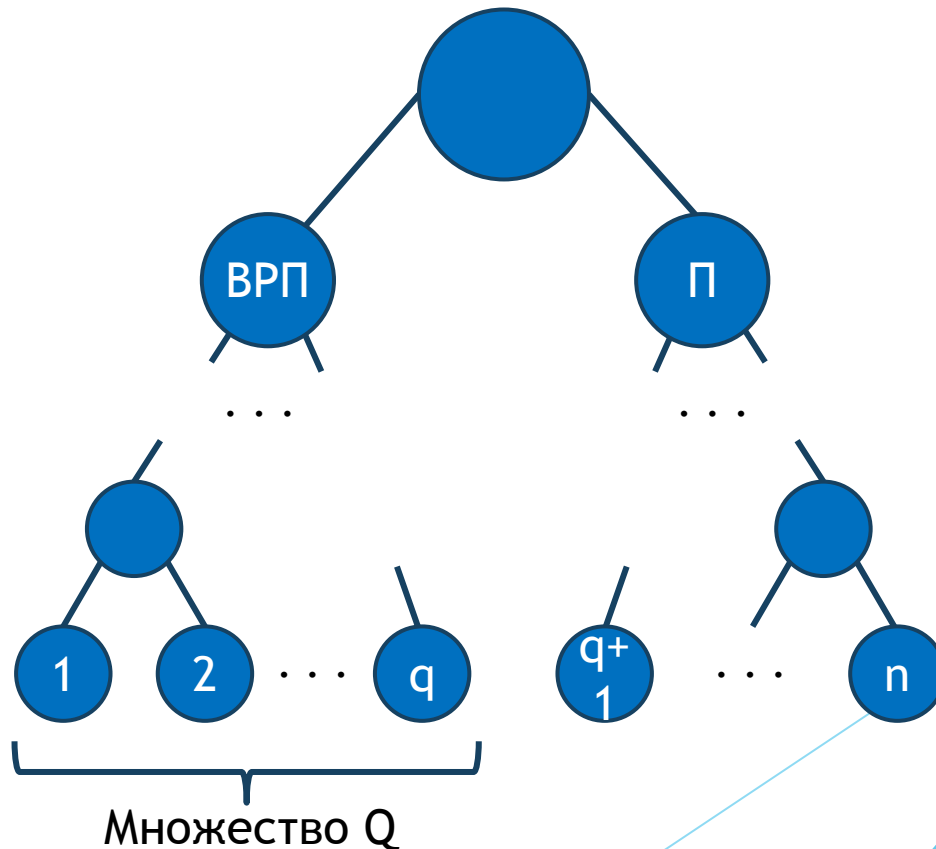
Сначала решается задача для высокорисковых проектов

$$\sum_{i \in Q} a_i x_i \rightarrow \max$$
$$\sum_{i \in Q} c_i x_i \leq R_B$$

Потом для всех остальных

$$\sum_{i \notin Q} a_i x_i \rightarrow \max$$
$$\sum_{i \notin Q} c_i x_i \leq R_B$$

А потом на основе этих двух решений получается оптимальное решение исходной задачи.



Пример

Имеются 4 проекта:

Множество Q (высокорисковые проекты)

i	1	2	3	4
a_i	12	13	9	11
c_i	3	4	6	8

$$R = 13; \quad R_b = 6$$

Доминируемым называется вариант, для которого есть **доминирующий**, т.е. вариант, «лучший» (не худший) по всем параметрам. В нашем случае - вариант с меньшими затратами и большим эффектом.

Например, если не учитывать «рисковость» проектов, проект 3(9;6) доминируется проектом 2(13;4), который при меньших затратах обеспечивает больший эффект.

1 шаг. Берем высокорисковые проекты (1 и 2) и рассматриваем все возможные комбинации по затратам и эффекту (4 варианта - в портфель не попадает ни одного проекта, только 1-й, только 2-й, или оба). Фиксируем значения затрат и эффекта для каждого варианта, исключая комбинации, затраты на которые превышают отпущенное финансирование и **доминируемые** варианты.

2 шаг. Берем «обычные» проекты (3 и 4) и рассматриваем их аналогичным образом.

3 шаг. Находим все комбинации вариантов из шагов 1 и 2 (кроме недопустимых и доминируемых), и выбираем из них комбинацию с максимальным эффектом.

4 шаг. Методом обратного хода определяем набор проектов в портфеле.