



# **Оценка эффективности инвестиционных проектов**



# Методические рекомендации

---

- "Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов" (утв. Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ 21.06.1999 N ВК 477)
- "Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования" (утв. Госстроем РФ, Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госкомпромом России 31.03.1994 N 7-12/47)
- "Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов мелиорации сельскохозяйственных земель. РД-АПК 300.01.003-03" (утв. Минсельхозом РФ 24.01.2003)

- Приказ Минэкономразвития России от 30.11.2015 N 894 "Об утверждении Методики оценки эффективности проекта государственно-частного партнерства, проекта муниципально-частного партнерства и определения их сравнительного преимущества" (Зарегистрировано в Минюсте России 30.12.2015 N 40375)

# Критерии эффективности ИНВЕСТИЦИЙ

---

- ❖ Чистый дисконтированный доход (NPV)
- ❖ Срок окупаемости ( $T_{ок}$ )
- ❖ Индекс доходности (PI)
- ❖ Внутренняя норма доходности (IRR)
- ❖ Внутренняя модифицированная норма доходности (MIRR)
- ❖ Норма результата (ARR)

# Условные обозначения

---

$t = \overline{0, T}$  - периоды времени, где  $T$  – продолжительность расчетного периода (горизонт планирования инвестиций);

$R_t$  - результаты (эффекты) в период времени  $T$ , генерируемые проектом, в ден.ед.;

$Z_t$  - затраты, связанные с реализацией проекта в период времени  $T$ , ден.ед.; включают в себя как капитальные вложения, так и текущие затраты:

# Условные обозначения

---

$K_t$  - объем капитальных вложений в период времени  $T$ ;

$Z_t$  - текущие затраты по проекту.

$q$  - норма дисконта (ставка доходности);  
задается экзогенно

# Чистый дисконтированный доход (NPV)

---

$$NPV = A_R - A_Z \geq 0$$

где  $A_R$  - дисконтированные результаты;

$A_Z$  - дисконтированные затраты.

# Чистый дисконтированный доход (NPV)

---

1)

$$R_t \neq \text{const} \quad Z_t \neq \text{const} \quad q = \text{const}$$

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{R_t}{(1+q)^t} - \sum_{t=1}^T \frac{Z_t}{(1+q)^t} \geq 0$$

# Чистый дисконтированный доход (NPV)

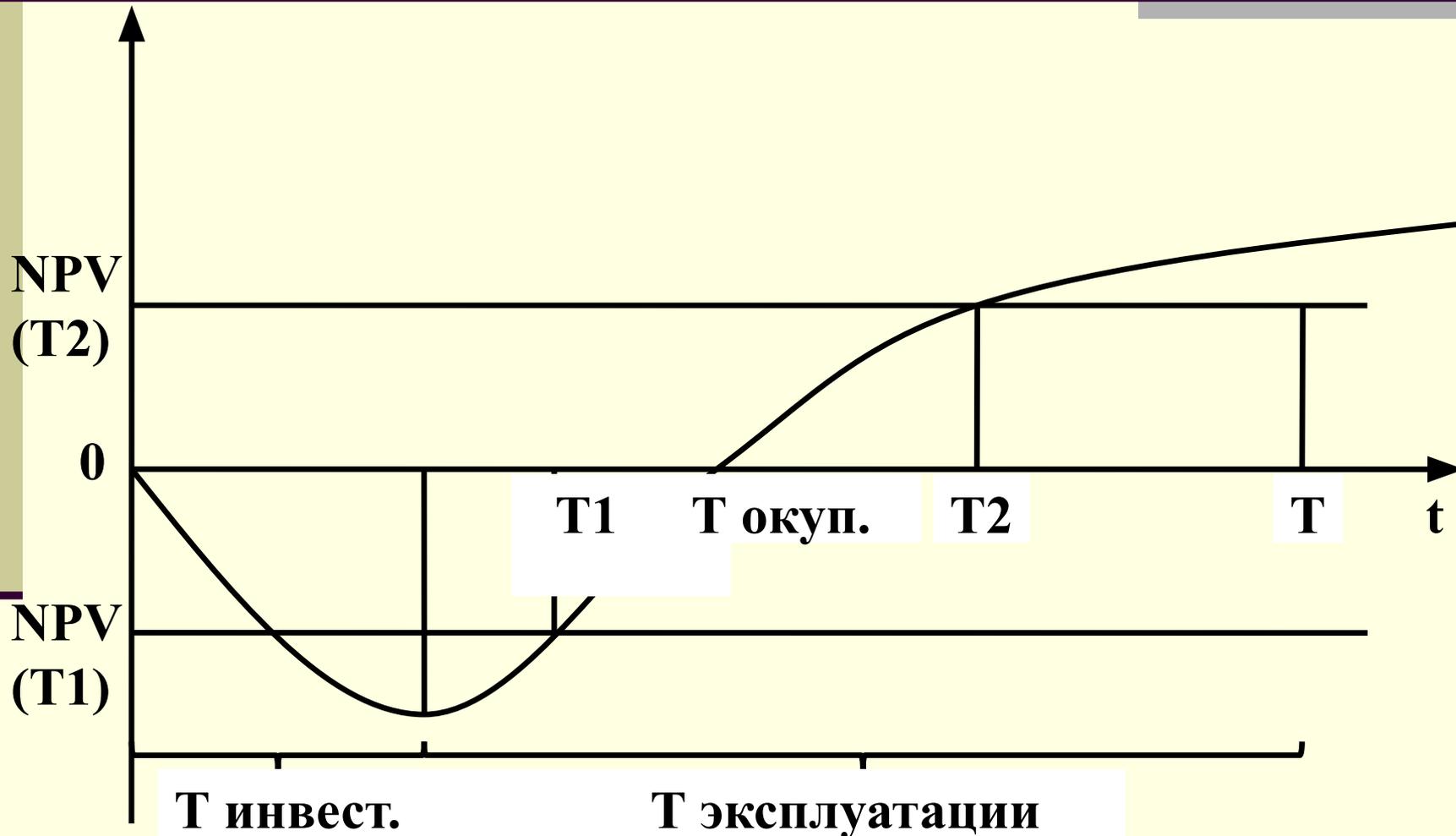
---

2)

$$R_t \neq const \quad Z_t \neq const \quad q \neq const$$

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{R_t}{\prod_{t=1}^T (1 + q_t)} - \sum_{t=1}^T \frac{Z_t}{\prod_{t=1}^T (1 + q_t)} \geq 0$$

# Срок окупаемости ( $T_{OK}$ )



# Срок окупаемости ( $T_{OK}$ )

---

$T_1$  – момент времени, в котором  $NPV < 0$

$T_2$  – момент времени, в котором  $NPV > 0$

$$NPV(T_{OK}) = 0$$

# Срок окупаемости ( $T_{ок}$ )

$$T_{ок} = \frac{|NPV(T_1)| * T_2 + NPV(T_2) * T_1}{|NPV(T_1)| + NPV(T_2)} \leq T$$

$T_{ок} \leq T$  - проект эффективен

$T_{ок} > T$  - проект неэффективен

# Срок окупаемости ( $T_{ок}$ )

## Частный случай

$$A_K = \frac{K_0}{(1+q)^0} = K_0 \quad (R_t - Z_t) = ДП_t \approx const$$

$$NPV(T_{ок}) = A_R - A_Z = 0$$

$$A_{ДП} - A_K = 0$$

# Срок окупаемости $(T_{ок})$

$(K_0)$  - капитальные вложения  
единовременные;

$A_K$  - дисконтированные капитальные  
вложения;

$A_{ДП}$  - дисконтированный денежный поток.

$$ДП * a(q; T_{ок}) = A_K$$

# Срок окупаемости ( $T_{ок}$ )

$$ДП * \frac{\left(1 - (1+q)^{-T_{ок}}\right)}{q} = K_0 \quad 1 - (1+q)^{-T_{ок}} = \frac{K_0 * q}{ДП}$$

$$1 - \frac{K_0 * q}{ДП} = -T_{ок} \ln(1+q) \quad \ln\left(1 - \frac{K_0 * q}{ДП}\right) = -T_{ок} \ln(1+q)$$

$$T_{ок} = \frac{-\ln\left(1 - \frac{K_0 * q}{ДП}\right)}{\ln(1+q)}$$

# Индекс доходности (PI)

---

Индекс доходности затрат

$$PI_z = \frac{A_R}{A_Z} \geq 1$$

$A_R$  - дисконтированные результаты

# Индекс доходности (PI)

---

Индекс доходности капитальных вложений

$$PI_K = \frac{A_R - A_3}{A_K} \geq 1$$

$A_3$  - дисконтированные текущие затраты;

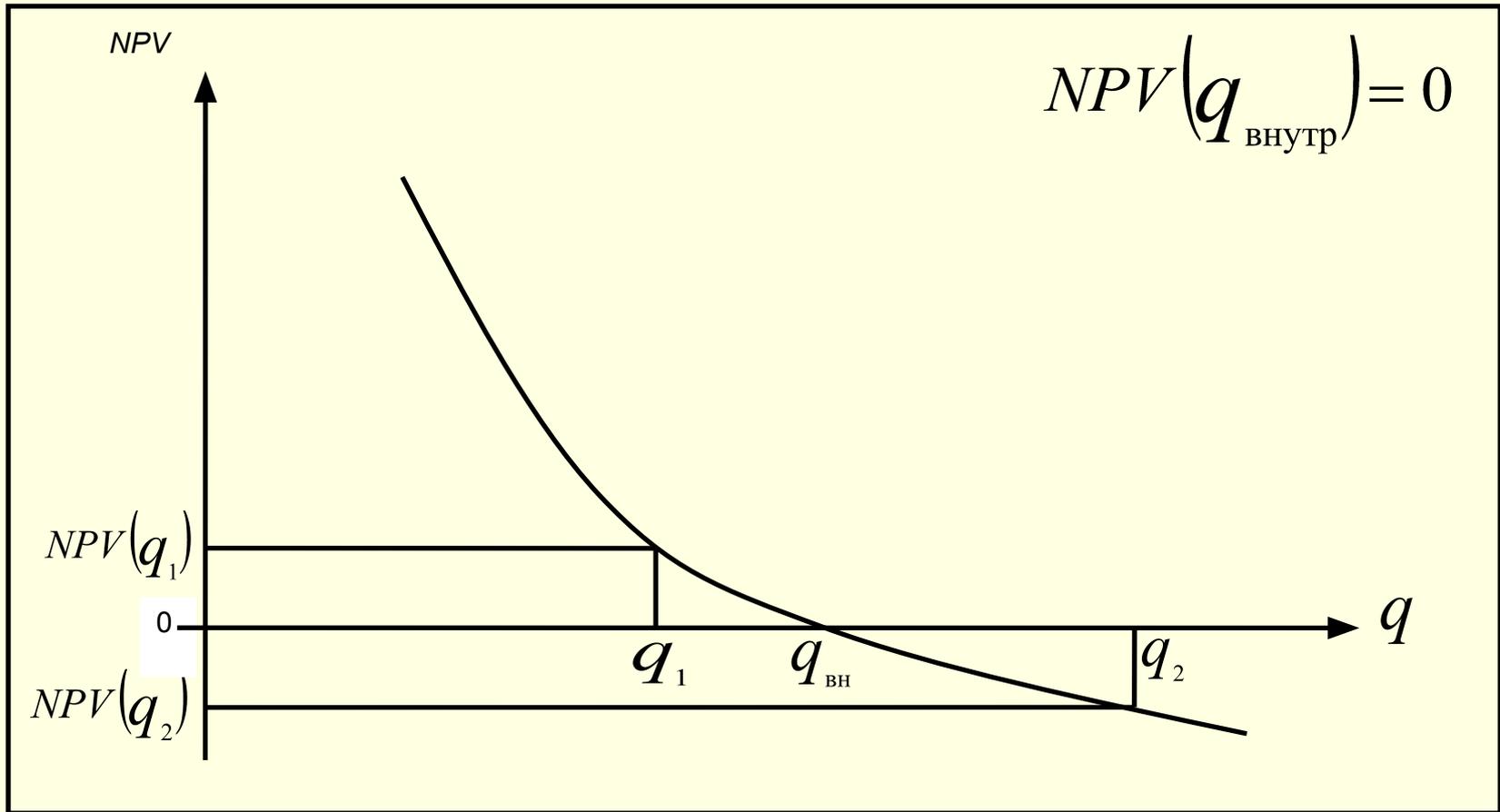
$A_K$  - дисконтированные капитальные вложения

# Индекс доходности (PI)

---

$$PI : \begin{cases} \geq 1, & \text{проект эффективен;} \\ < 1, & \text{проект неэффективен.} \end{cases}$$

# Внутренняя норма доходности $q_{\text{ВН}}$



# Внутренняя норма доходности $q_{\text{ВН}}$

$$q_{\text{ВН}} = \frac{NPV(q_1) * q_2 + |NPV(q_2)| * q_1}{NPV(q_1) + |NPV(q_2)|} \geq q$$

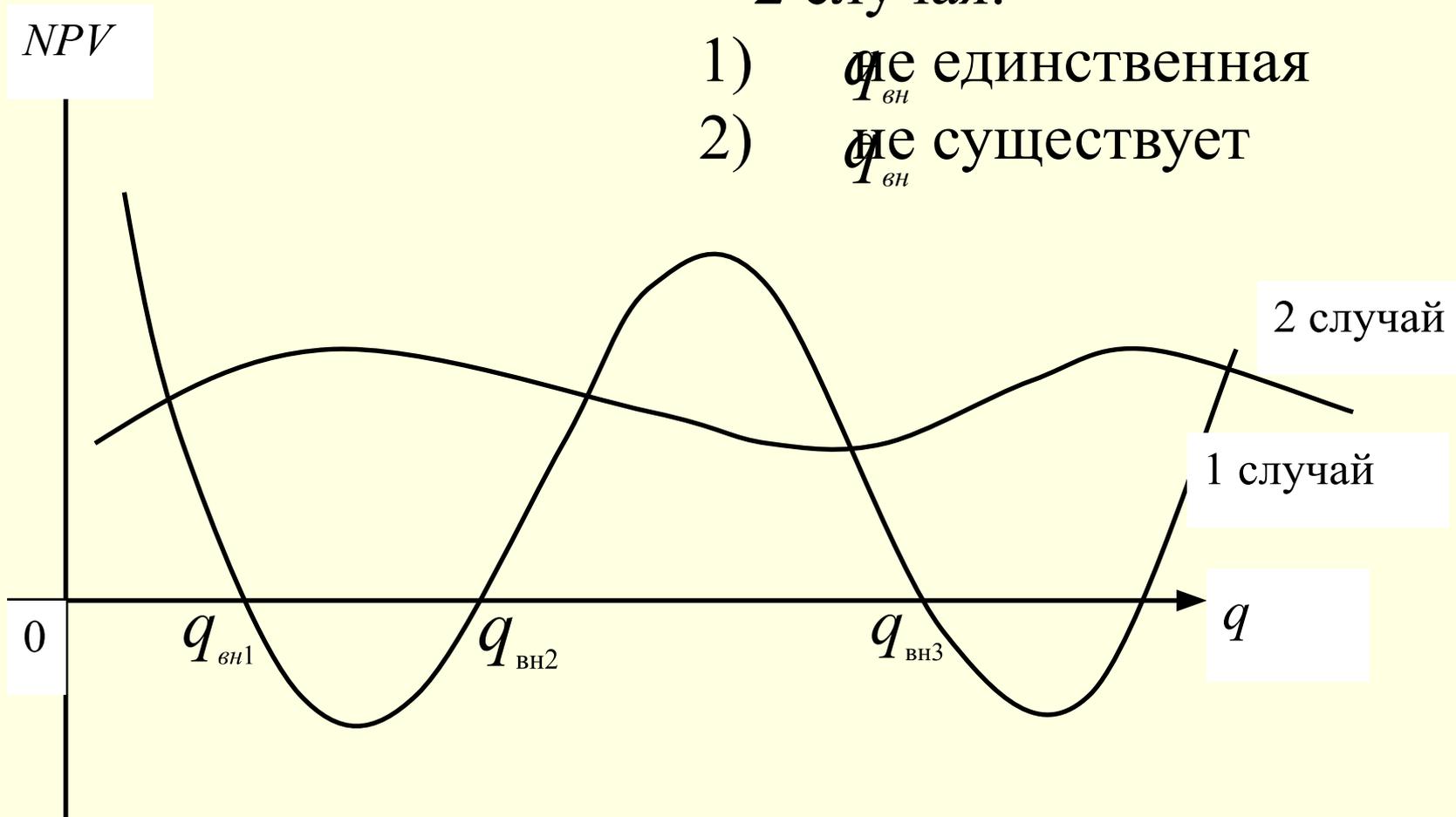
$q$  – ставка, принятая в расчетах

$$q_{\text{ВН}} : \begin{cases} \geq q, \text{ проект эффективен;} \\ < q, \text{ проект неэффективен.} \end{cases}$$

# Внутренняя модифицированная норма доходности $q_{\text{ВН.МОД.}}$

2 случая:

- 1)  $q_{\text{ВН}}$  не единственная
- 2)  $q_{\text{ВН}}$  не существует



# Внутренняя модифицированная норма доходности $q_{\text{ВН.МОД.}}$

$$q_{\text{ВН.М}} = \sqrt[T]{\frac{S_R}{A_Z}} - 1 \geq q$$

$S_R$  - накопленная величина результата

$$S_R : \begin{cases} \sum_{t=1}^T R_t (1+q)^{T-t}, & \text{если } S_R \neq \text{const}; q = \text{const}; \\ \sum_{t=1}^T R_t : \prod_{\tau=1}^{t-T} (1+q_\tau), & \text{если } S_R \neq \text{const}; q \neq \text{const}; \\ R * S(q; T) = R * \left( \frac{(1+q)^T - 1}{q} \right), & \text{если } R_t = \text{const} = R; q = \text{const}. \end{cases}$$

$S(q; T)$  - множитель наращенния капитала

# Внутренняя модифицированная норма доходности $q_{\text{вн.мод.}}$

---

$$q_{\text{вн.мод.}} \begin{cases} \geq q, & \text{проект эффективен;} \\ < q, & \text{проект неэффективен.} \end{cases}$$

# Норма результата $H_R$

$$H_R = \frac{\bar{R}}{A_Z} = \left( \frac{A_R}{a(q; T)} \right) : A_Z$$

$\bar{R}$  - средний результат

$a(q; T)$  - аннуитет

$$a(q; T) = \frac{(1+q)^T - 1}{q(1+q)^T}$$

# Обоснование выбора оптимальной инвестиционной альтернативы с использованием статистического метода

1) Среднее ожидаемое значение результата

$$\bar{a}_i = \sum_{j=1}^m a_{ij} * \lambda_j$$

$a_{ij}$  -ожидаемый результат по  $i$ -ой инвестиционной альтернативе при реализации  $j$ -го сценария

$$\sum_{l=1}^m \lambda_j = 1 \quad \lambda_j \geq 0$$

# Обоснование выбора оптимальной инвестиционной альтернативы с использованием статистического метода

2) Дисперсия

$$\sigma_i^2 = \sum_{j=1}^m (a_{ij} - \bar{a}_i)^2 * \lambda_j$$

3) Среднеквадратическое отклонение

$$\sigma_i = \sqrt{\sum_{j=1}^m (a_{ij} - \bar{a}_i)^2 * \lambda_j}$$

# Обоснование выбора оптимальной инвестиционной альтернативы с использованием статистического метода

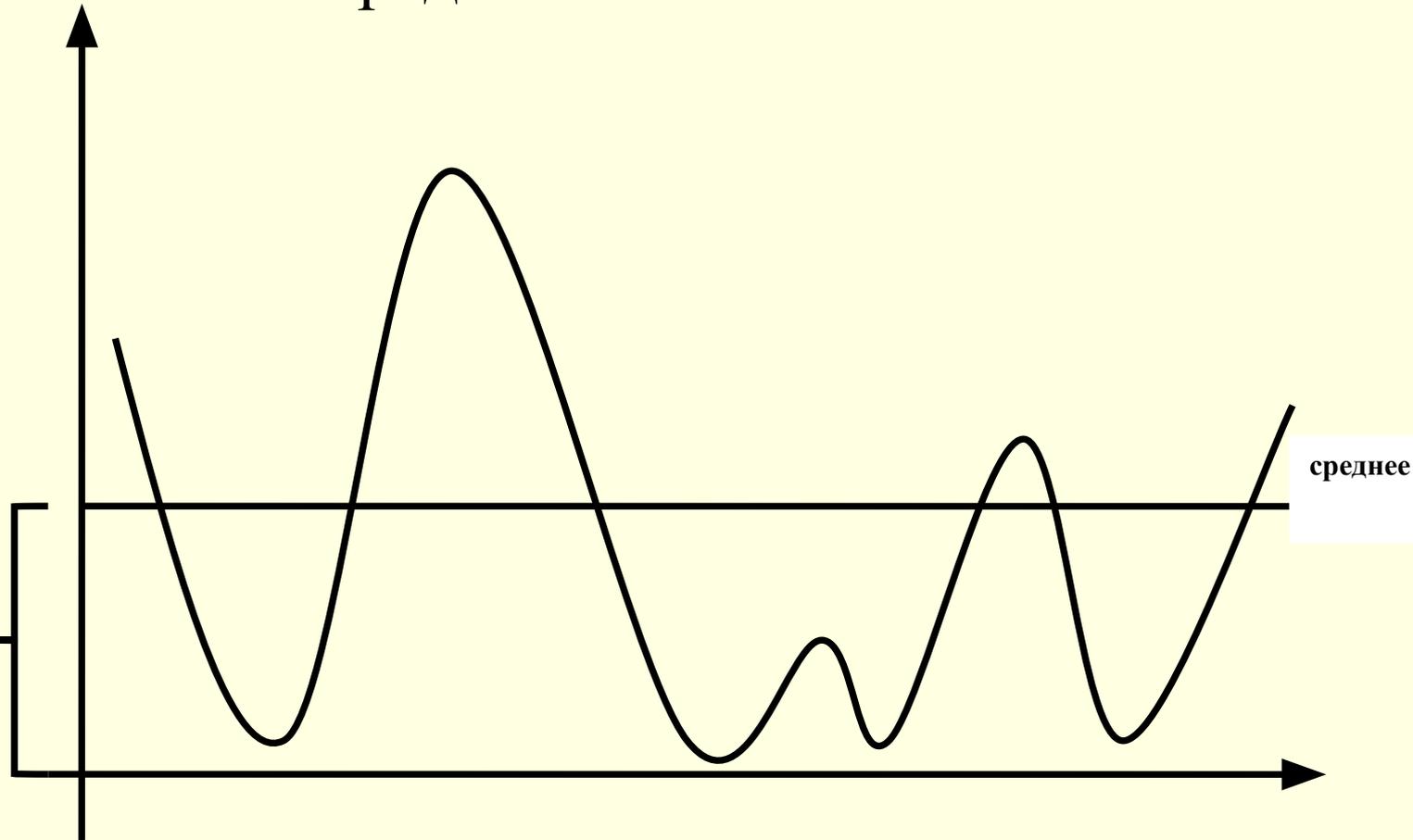
4) Вариация

$$V_i = \frac{\sigma_i}{a_i}$$

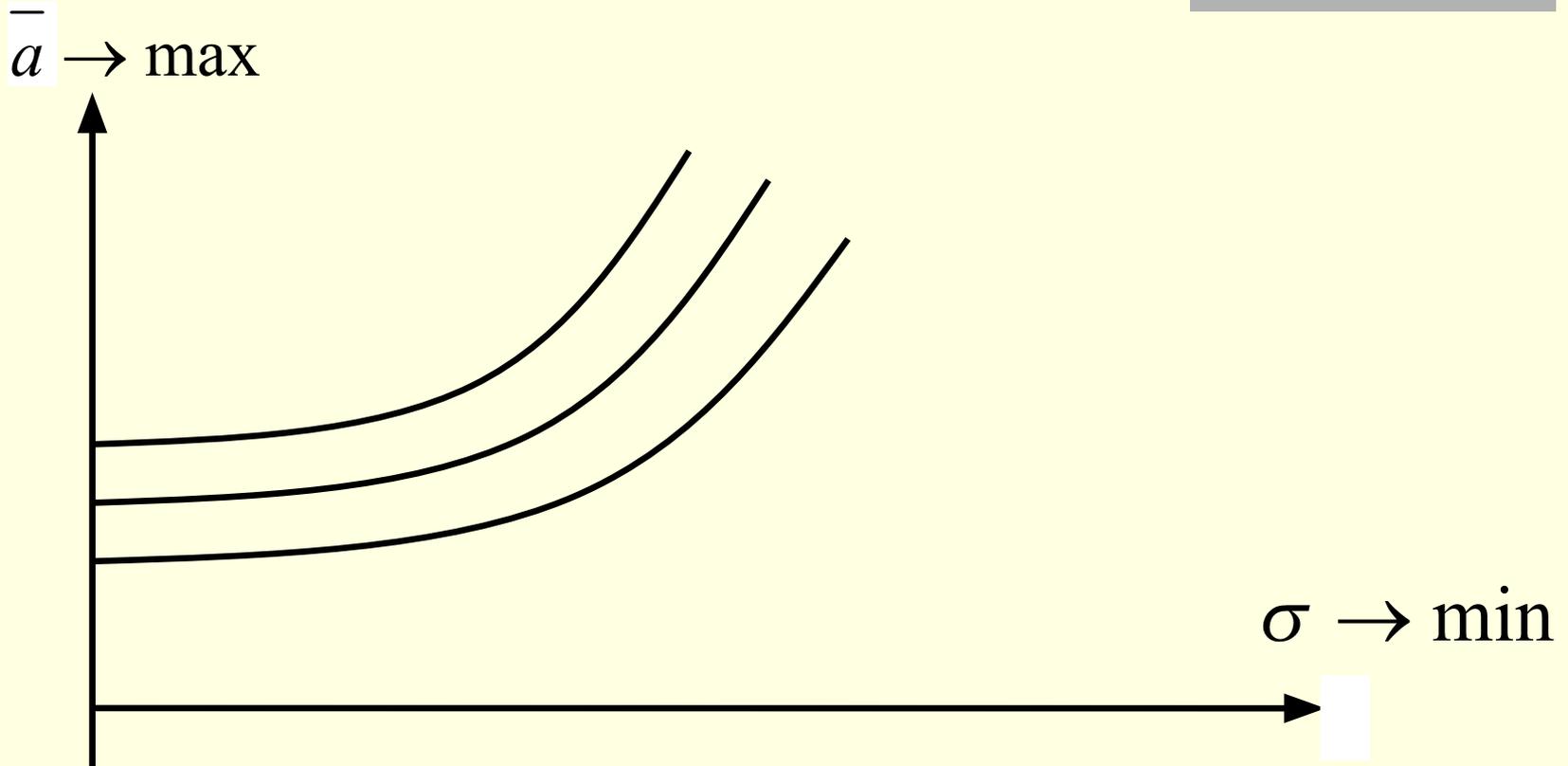
5) Полудисперсия

$$SV_i = \sum_{j \in M_1} (a_{ij} - \bar{a}_i)^2 * \lambda_j$$

$M_1$  -подмножество состояний природы,  
в которых ожидаемый результат  
ниже среднего значения

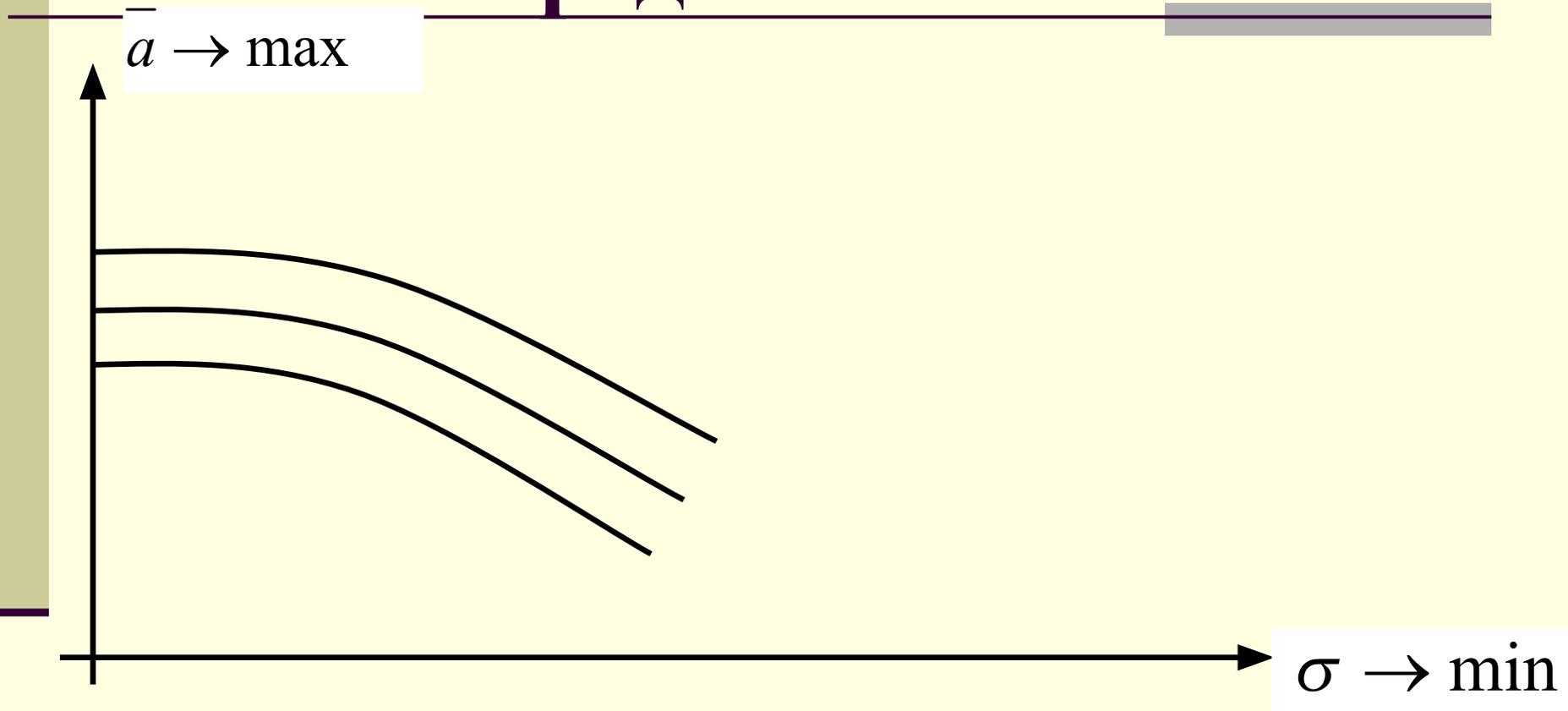


# Функции рисков предпочтений



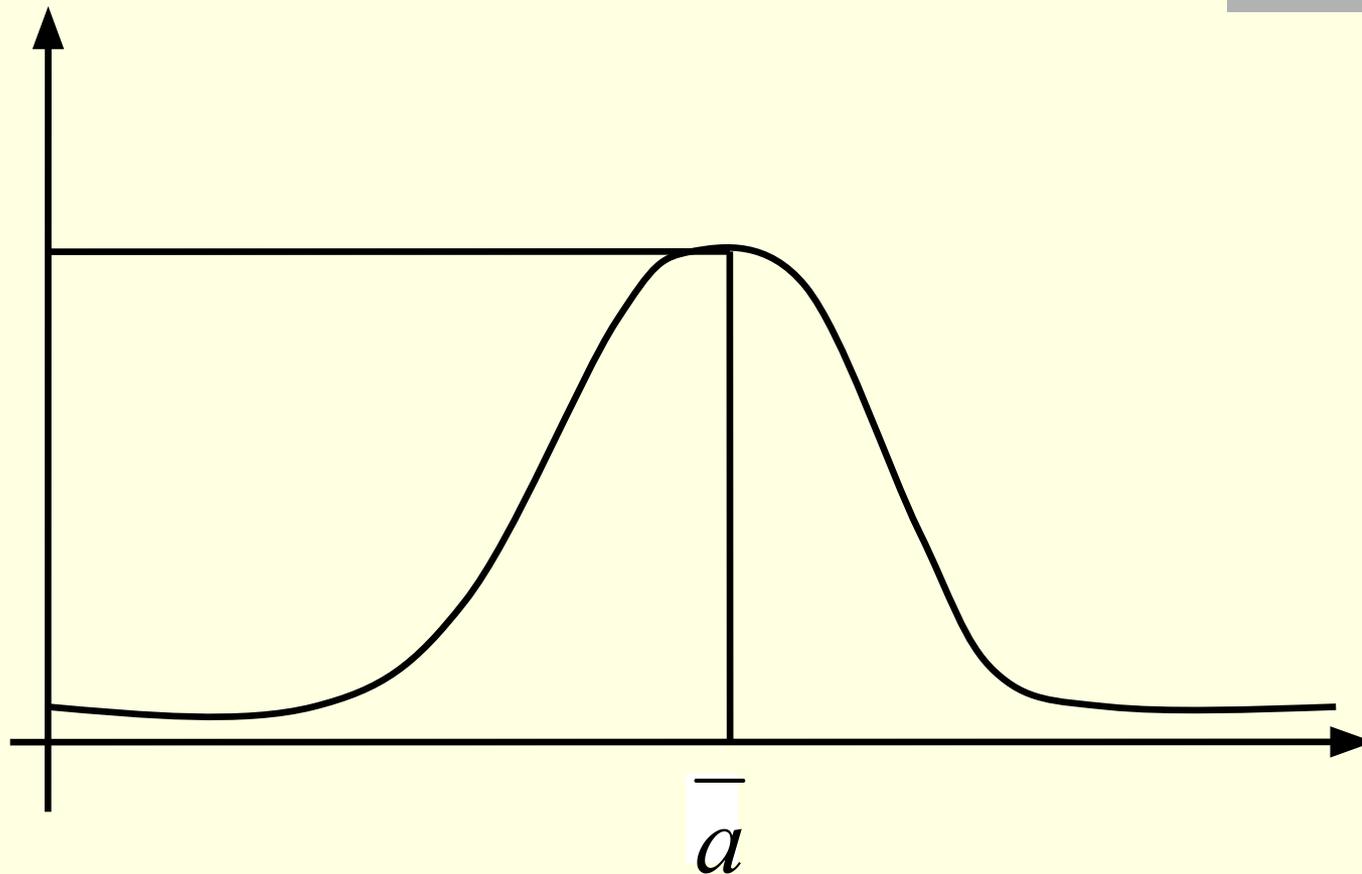
Кривые рискованного предпочтения для инвестора,  
не склонного к риску

# Функции рисковых предпочтений



Кривые рискового предпочтения для инвестора,  
склонного к риску

# Функции рисков предпочтений



Нормальное распределение

# Функция Неймана- Моргенштерна

---

$$\Phi(\bar{a}, \sigma) = \bar{a} + \lambda \sigma$$

$\lambda$  - коэффициент, отражающий степень нерасположенности или расположенности ЛПР к риску;

$\lambda < 0$  - инвестор не расположен к риску;

$\lambda > 0$  - инвестор расположен к риску;

$\lambda = 0$  - инвестор безразличен к риску.

# Принятие решений в условиях риска по принципу Д.Бернулли

---

- 1) С помощью функций полезности  $U(a)$  необходимо предписать зависящим от ситуации результатам  $a_{ij}$  каждой альтернативы одно зависящее от ситуации значение полезности

$$U(a_{ij})$$

- 2) Рассчитывается математическое ожидание значений полезности:

$$\bar{U}(a_i) = \sum_{j=1}^m U(a_{ij}) * P_j$$

# **Метод анализа чувствительности критериев эффективности**



# Этапы анализа чувствительности

---

- 1) выбор факторов, оказывающих влияние на результат проекта, значения которых предполагаются неопределенными;
- 2) построение математической модели критерия эффективности инвестиций в зависимости от анализируемых факторов;

# Этапы анализа чувствительности

---

3) поочередное определение критических значений факторов на входе проекта, при которых достигается предельное значение целевого критерия эффективности:

$$NPV = 0 \quad PI = 1 \quad T_{ок} = T_{расч} \quad q_{вн} = q$$

4) оценка устойчивости инвестиционного проекта к изменению каждого рискованного фактора.

# Коэффициент чувствительности

$$F_{xy} = \frac{\Delta y}{y_0} : \frac{\Delta x}{x_0} = \frac{(y_1 - y_0)}{y_0} : \frac{(x_1 - x_0)}{x_0}$$

$\Delta y$  -изменение критерия эффективности по отношению к базисному варианту;

$y_1, y_0$  -соответственно значения критериев эффективности после вариации фактора и в базисном варианте;

# Коэффициент чувствительности

---

$\Delta x$  -изменение фактора по отношению к  
базисному варианту;

$x_1, x_0$  -значения                      рискового                      фактора  
соответственно      после      вариации      и      в  
базисном варианте.

# Матрица чувствительности и прогнозируемости

Прогнозируемость переменной	Чувствительность переменной		
	Высокая	Средняя	Низкая
Низкая	I	I	II
Средняя	I	II	III
Высокая	II	III	III

# **Корректировка нормы дисконта**



# Повышение безрисковой ставки

$$q = q_0 + \Delta q_{\text{риск}}$$

$q_0$  - безрисковая ставка доходности; доходность направлений размещений капитала, не связанных с риском;

$\Delta q_{\text{риск}}$  - премия за риск

# Повышение безрисковой ставки

$$\Delta q_{\text{риск}} = \sum_{i=1}^n \Delta q_{\text{риск}_i}$$

$i = \overline{1, n}$  - виды субъективно учитываемых рисков;

$\Delta q_{\text{риск}_i}$  - поправка на  $i$ -ый вид риска

$$\Delta q_{\text{риск}} = (i_{кр} - i_{деп}) \quad (\text{По методу Спреда})$$

# Ставка доходности

$$q = q_0 + \beta(q_m - q)$$

$q_m$  - ставка, соответствующая среднерыночной доходности;

$\beta$  - коэффициент, отражающий систематический риск, то есть риск, который напрямую связан с рынком, не может быть дифференцирован и зависит от влияния макроэкономических факторов

$$\beta = \frac{COV(A_i; M)}{\sigma_m^2}$$

$COV(A_i; M)$  -ковариация доходности актива (проекта) относительно рынка в целом;

$$COV(A_i; M) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q}) * (q_{m_i} - q_m)$$

$i = \overline{1, n}$  - номера активов (проектов) фирмы;

# Метод CAPM

$q_i, \bar{q}$  -соответственно доходность актива (проекта)  $A_i$  и средневзвешенная доходность всех активов (проектов) фирмы (средневзвешенная доходность портфеля активов);

$q_{m_i}, q_m$  -соответственно доходность актива (проекта)  $A_i$  на рынке и рыночная доходность портфеля активов (проектов);

$\sigma_m^2$  - дисперсия среднерыночной доходности

# Метод CAPM

---

$\beta$  :  $\left\{ \begin{array}{l} = 0, \text{ риск отсутствует;} \\ \in (0,1), \text{ риск ниже среднерыночного;} \\ = 1, \text{ риск на уровне среднего по рынку для данного вида вложений;} \\ > 1, \text{ риск выше среднерыночного;} \\ < 0, \text{ риск противоположен рыночному.} \end{array} \right.$

# Метод WACC

$$WACC = \sum_{j=1}^m \zeta_j * d_j$$

$j = \overline{1, m}$  -номера источников финансирования проекта;

$d_j$  -доля  $j$ -го источника в структуре капитала проекта;

$\zeta_j$  -цена единицы капитала после налогообложения, привлеченная из  $j$ -го источника.