

Шестая международная конференция
“Управление развитием крупномасштабных
систем” (MLSD'2012)

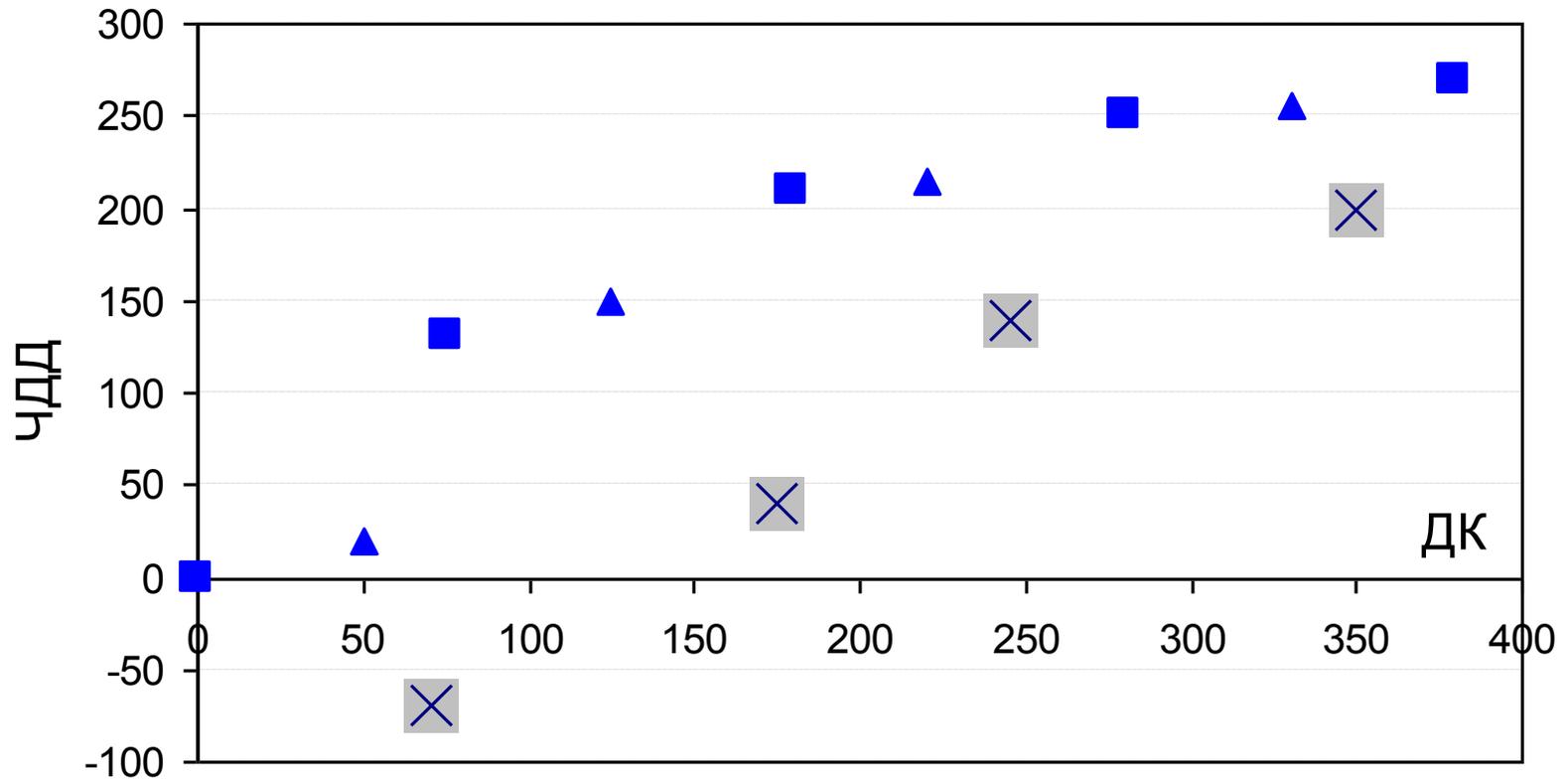
Инвестиционная модель месторождения нефти

А.С. Лукьянов
вед. научный сотрудник, к.т.н.
ИНЭИ РАН

Инвестиционная модель

1. Должна содержать важнейшие для инвестора характеристики проекта:
 - чистая дисконтированная доходность (ЧДД)
 - капиталовложения (дисконтированные, ДК)
2. Должна обеспечивать оптимизацию инвестиционного портфеля

Проекты на графике «ДК – ЧДД»



Оптимизация для нескольких месторождений

$$\sum ДК_i \leq ДК_\Sigma \quad \text{ограничение}$$

$$ЧДД_\Sigma = \sum ЧДД_i \rightarrow \max \quad \text{функция цели}$$

$$L = \sum ЧДД_i - f \sum ДК_i \rightarrow \max \quad \begin{array}{l} \text{функция} \\ \text{Лагранжа} \end{array}$$

i – номер месторождения

$$f = \frac{d ЧДД_\Sigma}{d ДК_\Sigma}$$

замыкающая
эффективность
капиталовложений

Оптимизация для одного месторождения

$$L_i = ЧДД_i - f ДК_i \rightarrow \max \quad f \geq 0$$

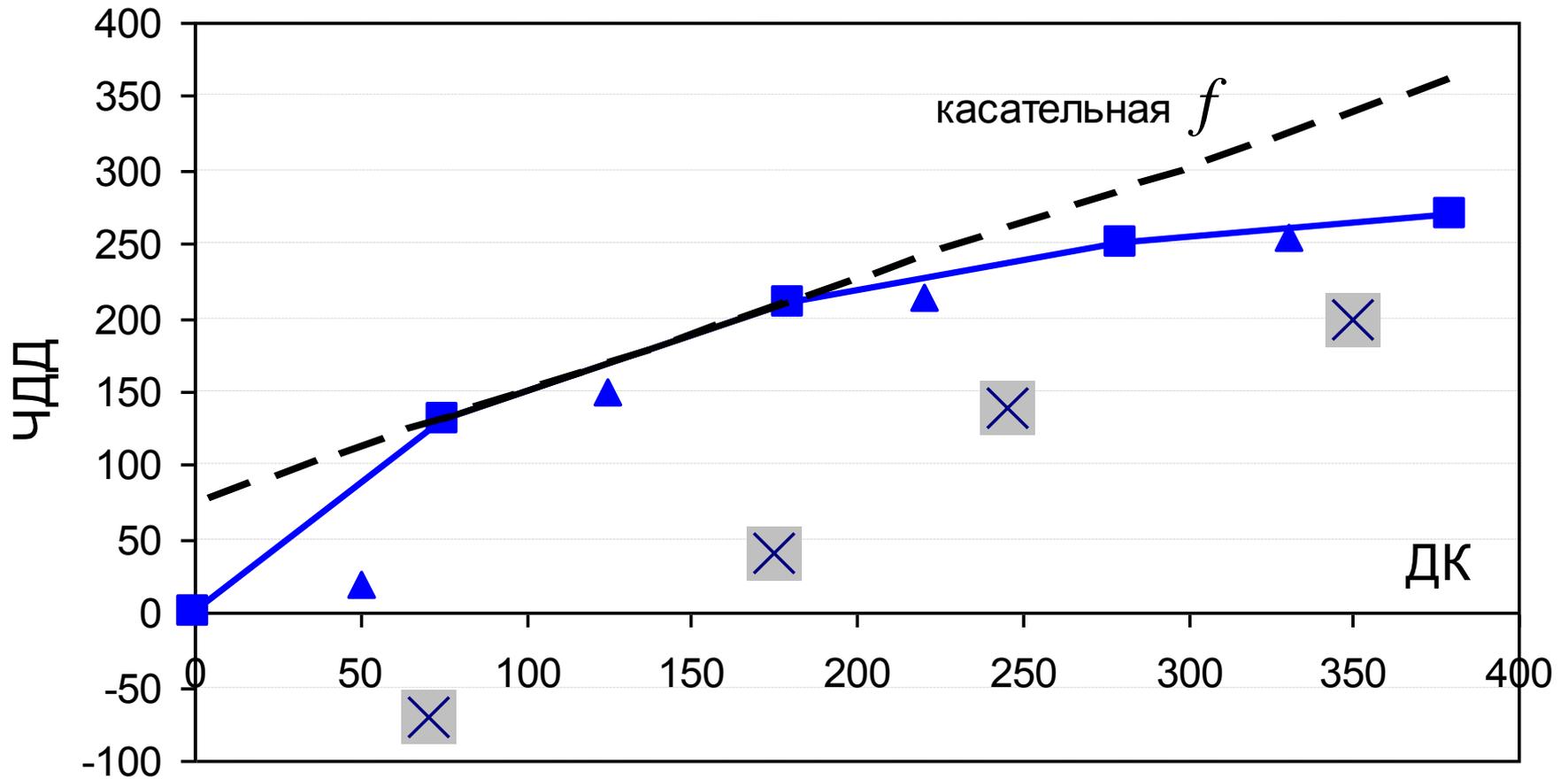
$$f = ЧДД'$$

$$f_{cp} = \frac{ЧДД}{ДК}$$

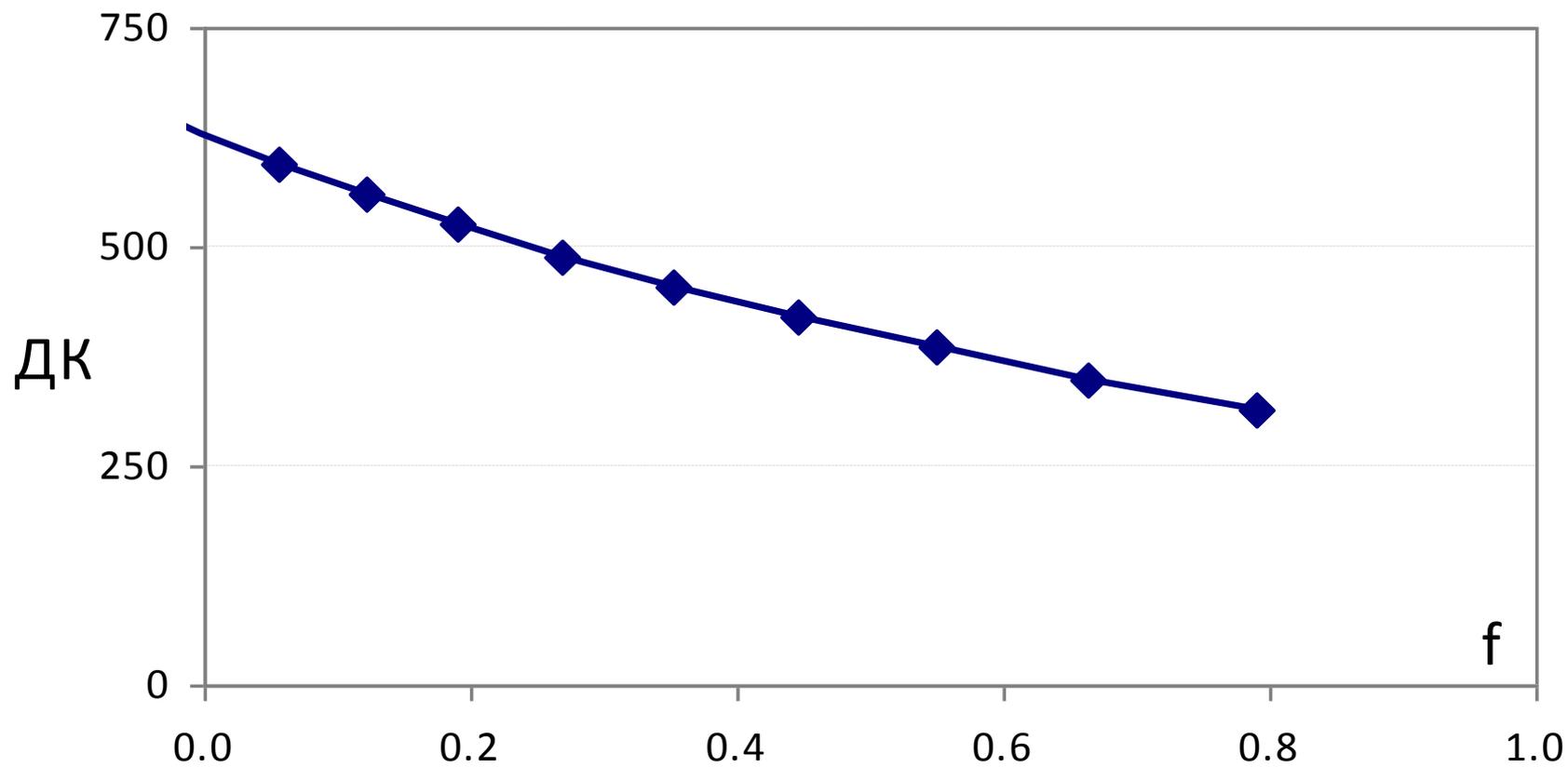
$$\Delta ЧДД \geq f \cdot \Delta ДК$$

Характеристика «ДК – ЧДД»

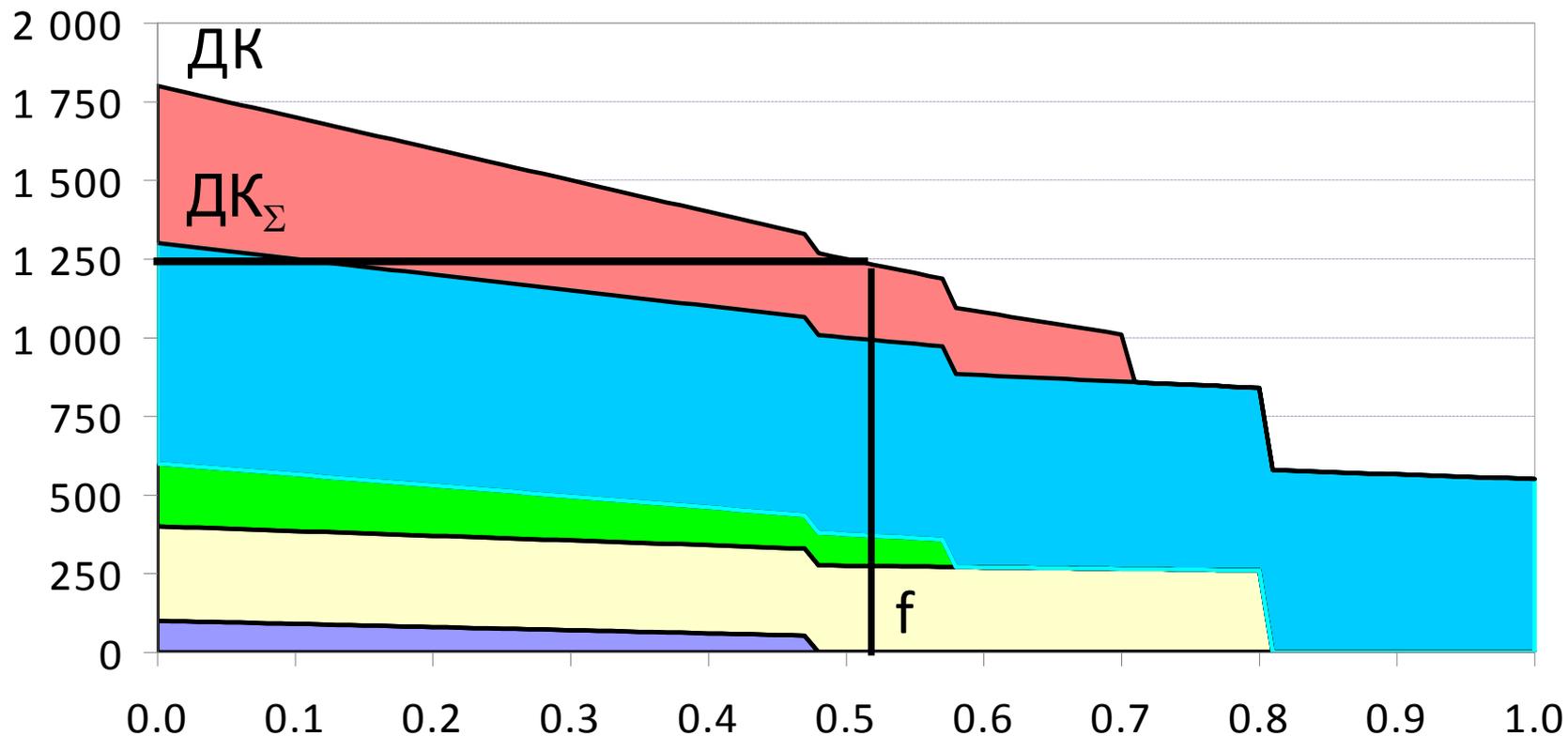
$$f = ЧДД'$$



Характеристика «f – ДК»



Оптимизация разработки месторождений нефти



Вычисление средних величин

$$Д Выр = \int_0^{\infty} p(t)q(t)e^{-Et} dt = p_{cp} \cdot Дq$$

$Д Выр$ - дисконтированная накопленная выручка;

$p(t)$ - цена; p_{cp} - средне (взвешенная) цена;

$q(t)$ - добыча; E - коэффициент дисконтирования;

$Дq$ - дисконтированная накопленная добыча;

$$Дq = \int_0^{\infty} q(t)e^{-Et} dt$$

График дисконтированной накопленной добычи Dq

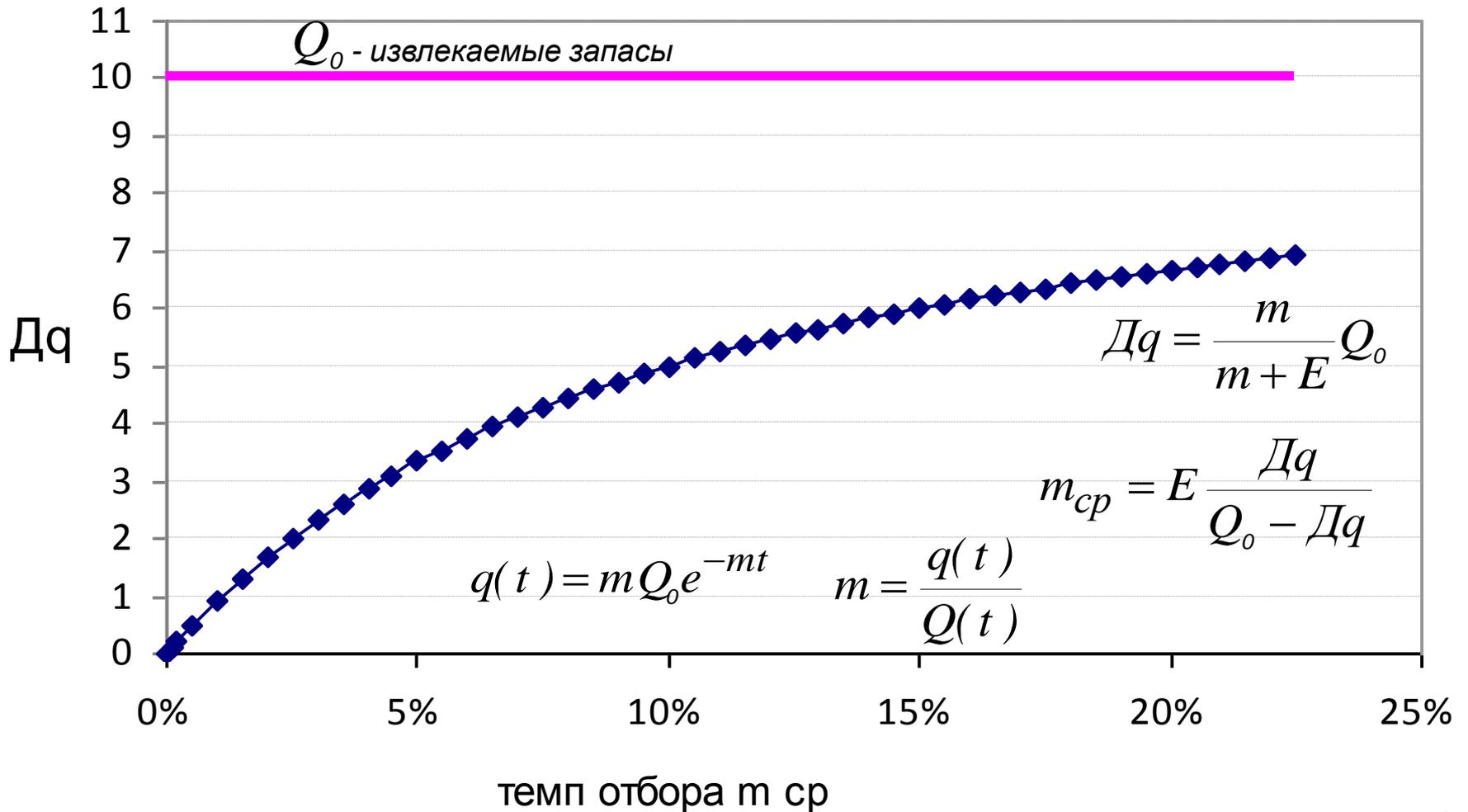


График ЧДД

$$\text{ЧДД} = (p - c)Q_0 \frac{ДК_C}{ДК_C + EQ_0k} - ДК_C - K_\Phi$$

$\left. \begin{matrix} m \\ p \\ c \\ k \end{matrix} \right\} \text{ КОНСТАНТЫ}$

$$ДК_C = kmQ_0 \quad ДК = ДК_C + K_\Phi$$

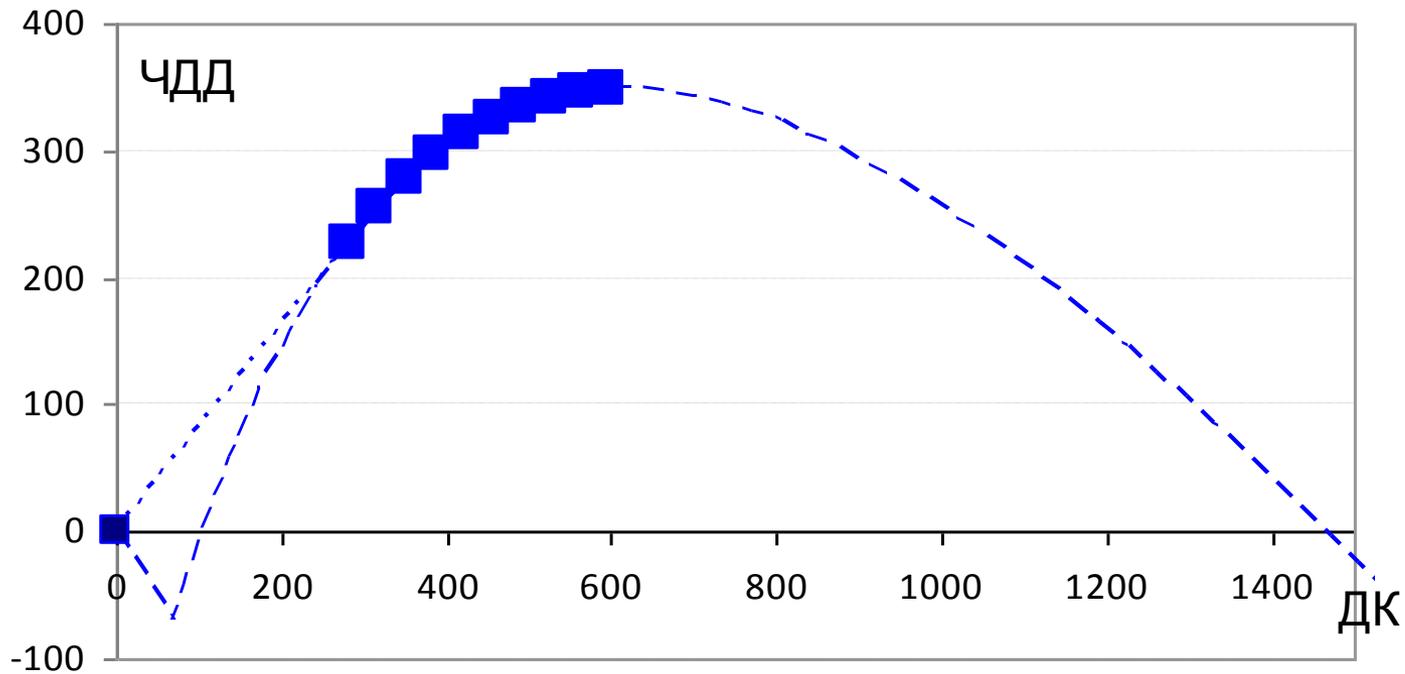


График средней цены p_{cp}

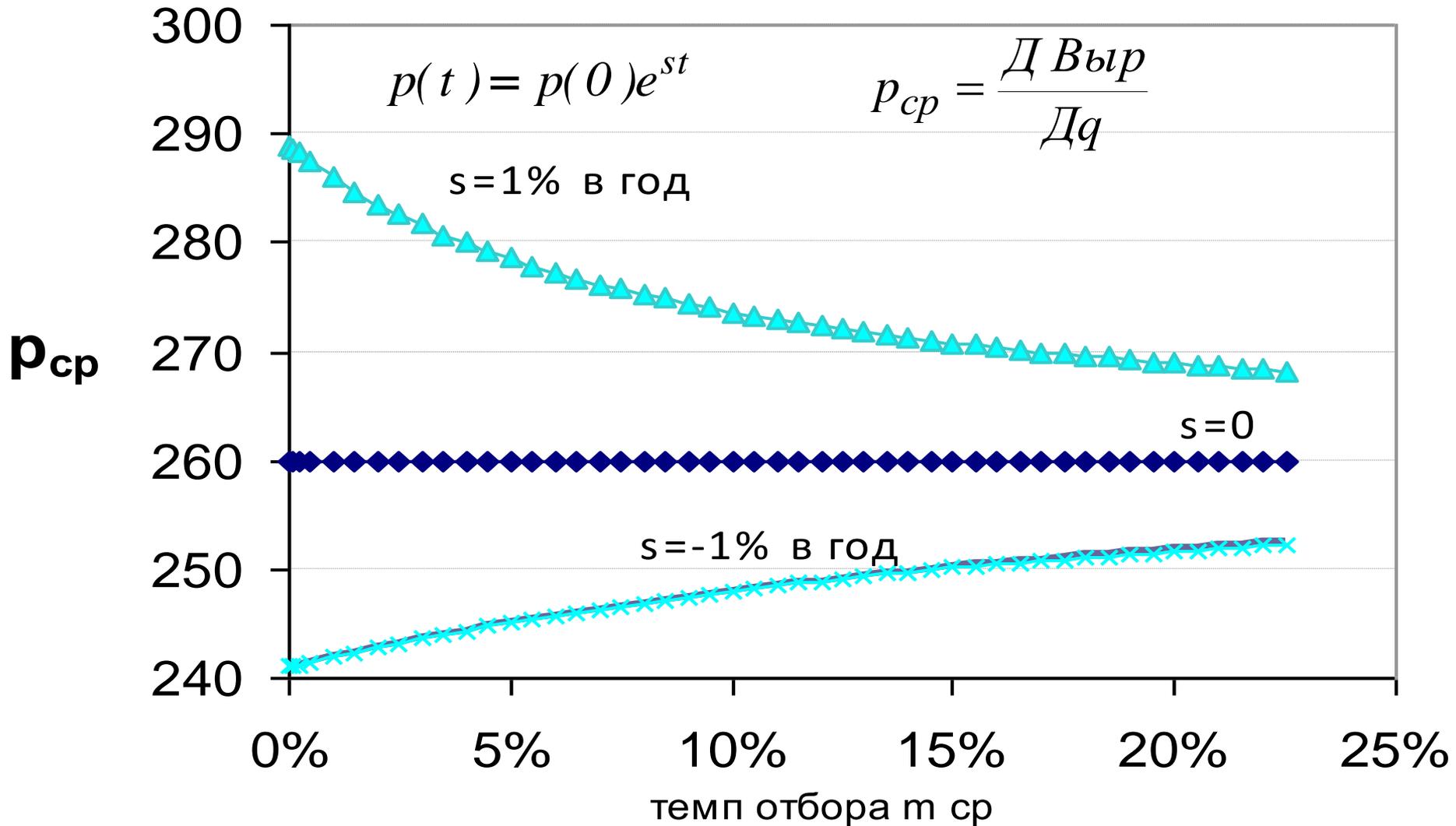


График средних удельных операционных затрат c_{cp}

$$C(t) = c_0 q(t) \cdot \left(\frac{Q(t)}{Q_0} \right)^{-r}$$

$$c_{cp} = \frac{dC}{dq}$$

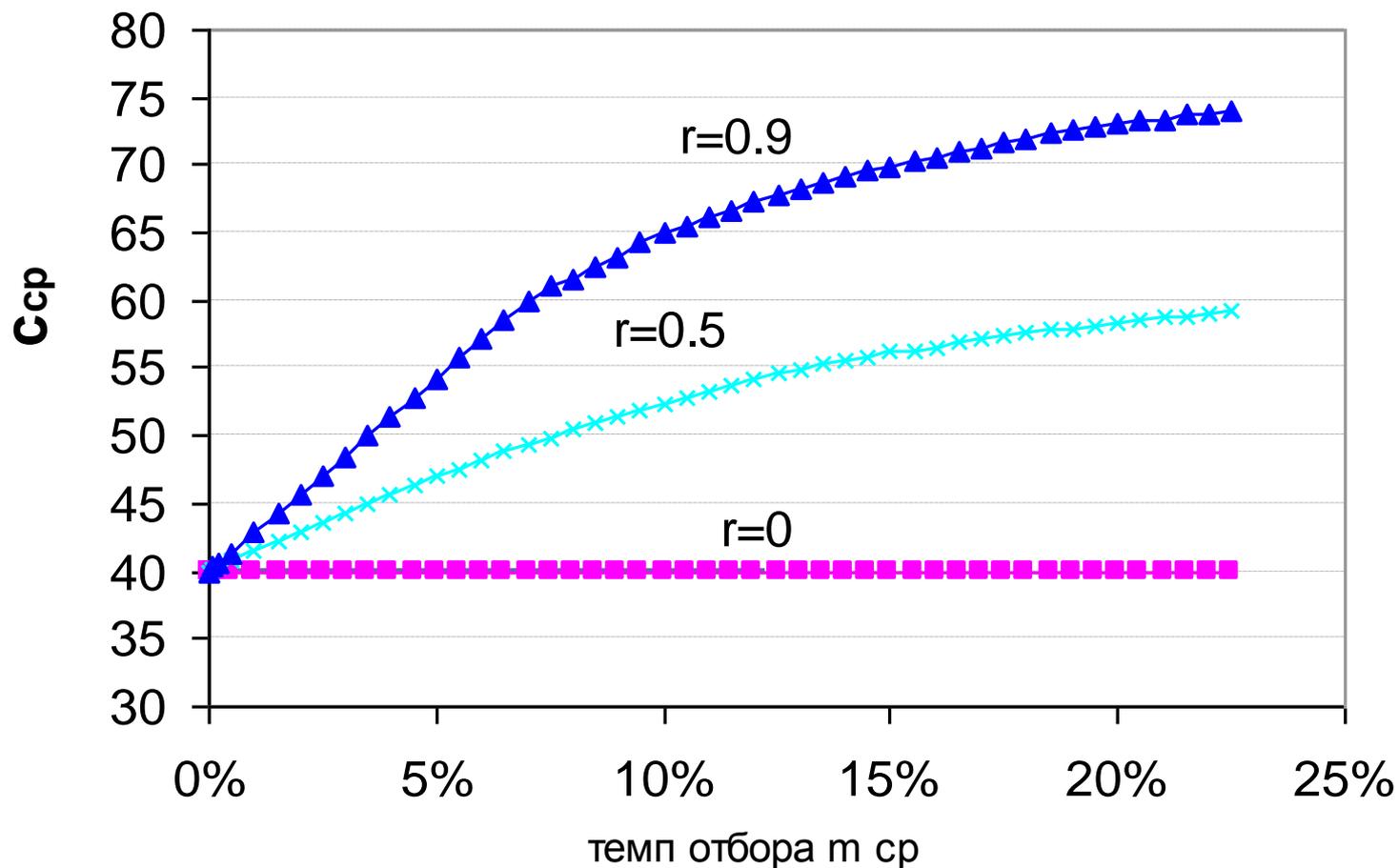


График операционной удельной прибыли p_o

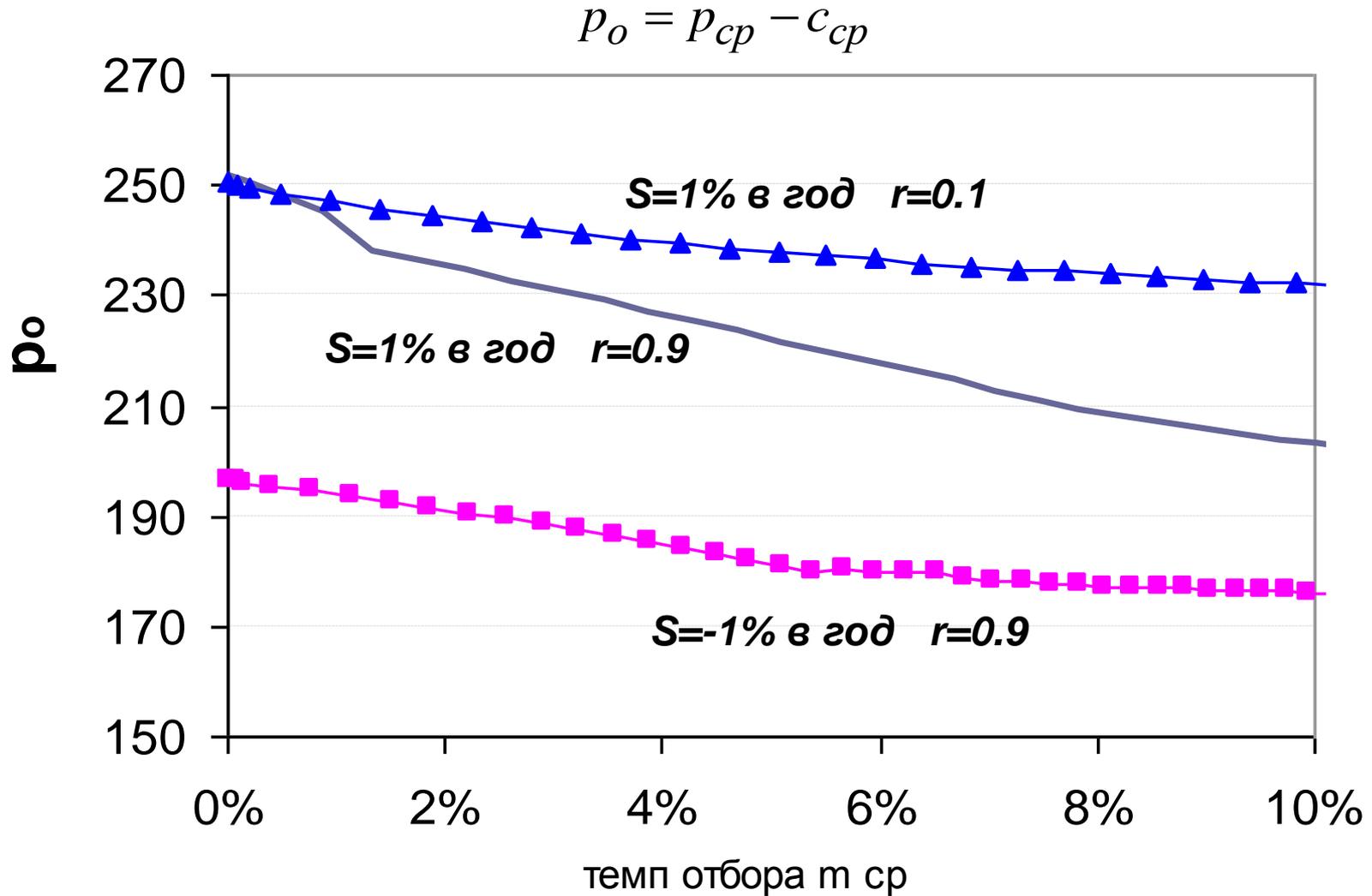
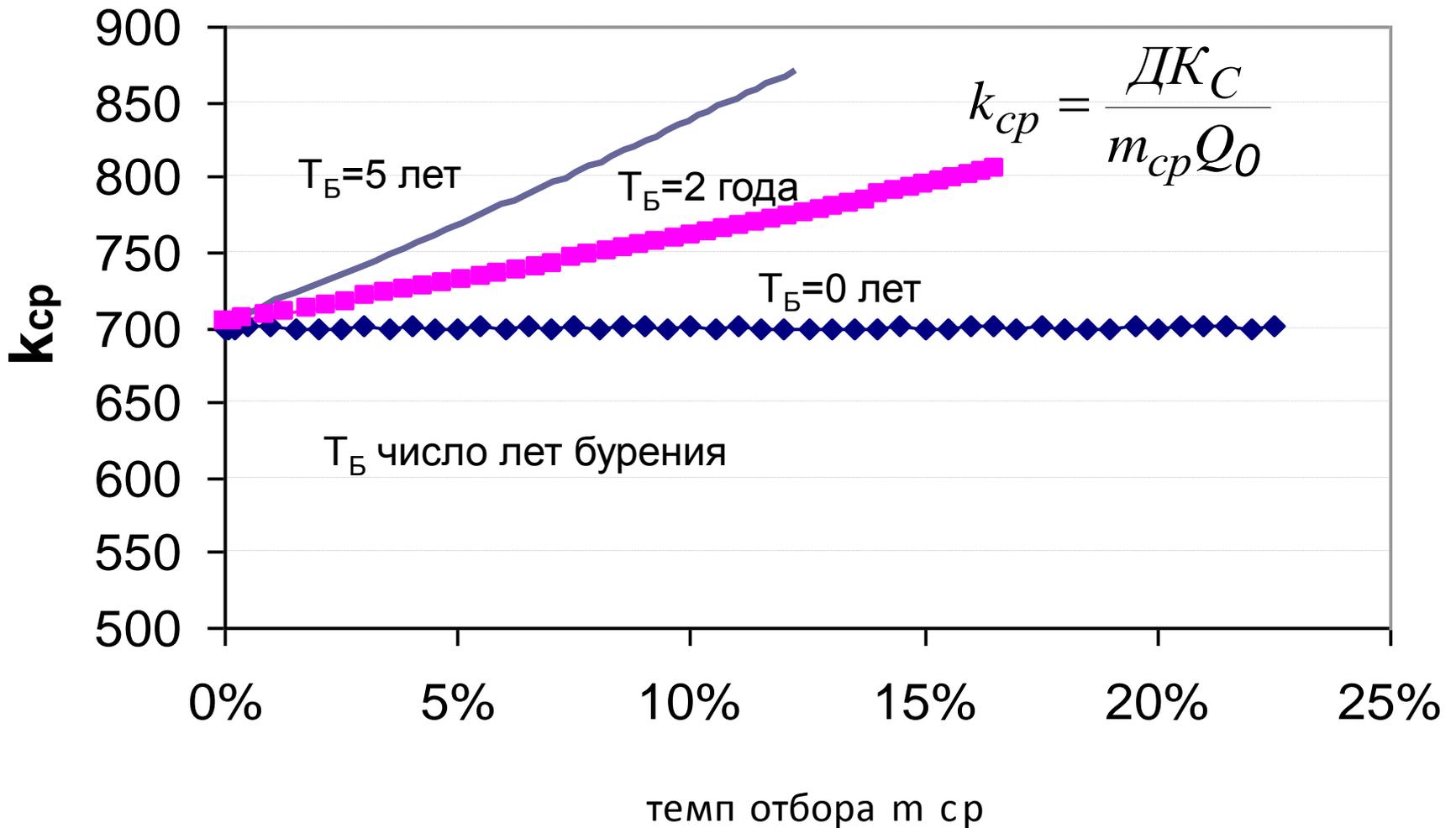


График средних капзатрат на единичную мощность k_{cp}



Инвестиционная модель

$$\text{ЧДД}(DK_C) = \frac{p_O(DK_C) \cdot Q_0 \cdot DK_C}{DK_C + Ek_{cp}(DK_C)Q_0} - DK_C - DK_\Phi$$

$$1 + f = \frac{p_O \cdot Q_0^2 \cdot E \cdot (k_{cp} - k'_{cp} \cdot DK_C)}{(DK_C + Ek_{cp} \cdot Q_0)^2} +$$

$$+ p'_O Q_0 \cdot \frac{DK_C}{DK_C + Ek_{cp} \cdot Q_0}$$

' - производная по DK_C

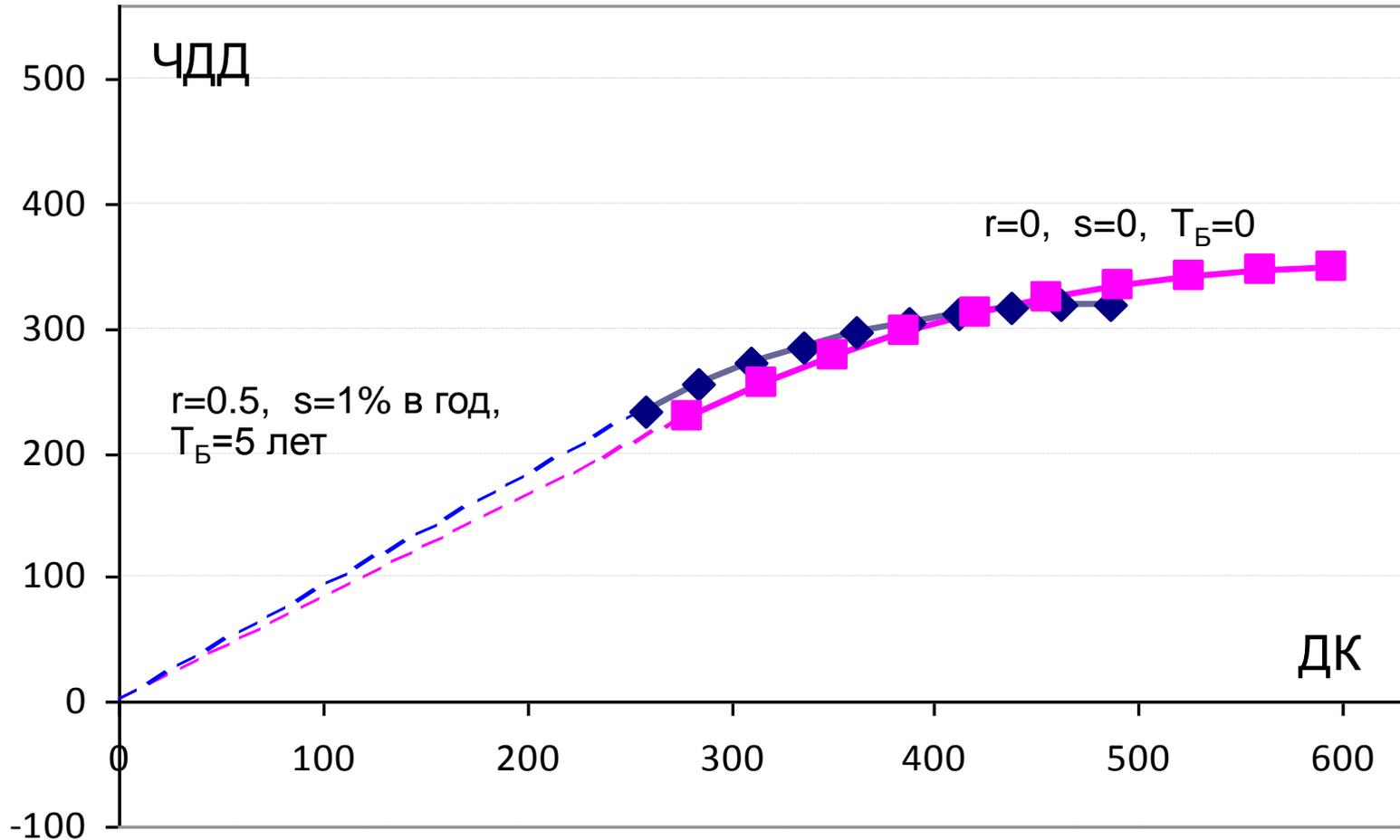
Необходимые и достаточные условия оптимальности

$$\begin{aligned}
 DK_C(f) = & -Ek_{cp}Q_0 - \frac{(p_0k_{cp})'EQ_0^2}{2(1+f-p'_0Q_0)} + \\
 & + \sqrt{\frac{p_0k_{cp}EQ_0^2(1+EQ_0k'_{cp})}{1+f-p'_0Q_0} + \left[\frac{(p_0k_{cp})'EQ_0^2}{2(1+f-p'_0Q_0)} \right]^2} \geq 0
 \end{aligned}$$

Условие $L(f) \geq 0$,

$$DK_C^2 \left(1 + EQ_0k'_{cp} - \frac{p'_0Q_0}{1+f} \right) \geq DK_\Phi \cdot EQ_0 \cdot \left(k_{cp} - k'_{cp} \cdot DK_C \right)$$

Сравнение характеристик проекта и упрощенной модели



Благодарю за внимание!