

# Применение выпуклой характеристики "ресурс-ЧДД" при оптимизации с ограниченным ресурсом

Лукьянов А.С., вед. научный сотрудник

*Институт энергетических исследований РАН (ИНЭИ РАН)*

**MLSD'2016**

The background of the slide features a row of oil pumpjacks (jack-o'-lanterns) in an oil field. The scene is captured during sunset or sunrise, with a warm, golden glow from the low sun on the left side, creating a silhouette effect on the machinery. The sky transitions from a pale blue at the top to a bright orange near the horizon.

# Задача максимизации суммарного ЧДД инвестиционной программы при ограничении на аддитивный ресурс $R$

$$D = \sum_i \text{ЧДД}_i \rightarrow \max, \quad \sum_i R_i \leq \bar{R},$$

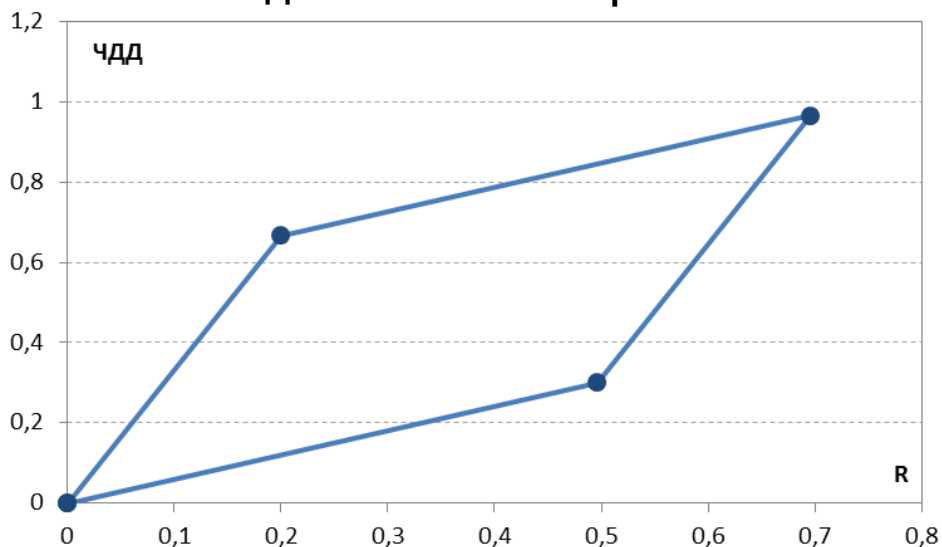
$i$  – номер объекта инвестиций, проекта или программы

Решение задачи ищется как функция от  $\bar{R}$

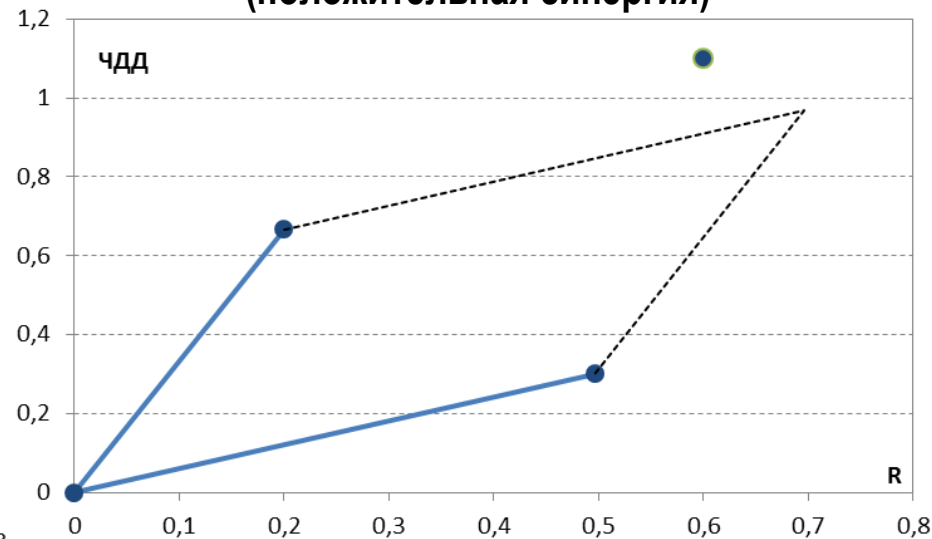
$D(\bar{R})$  – полная характеристика ” $R$ -ЧДД”

# Проект (программа) изображается точкой ( $R$ , ЧДД)

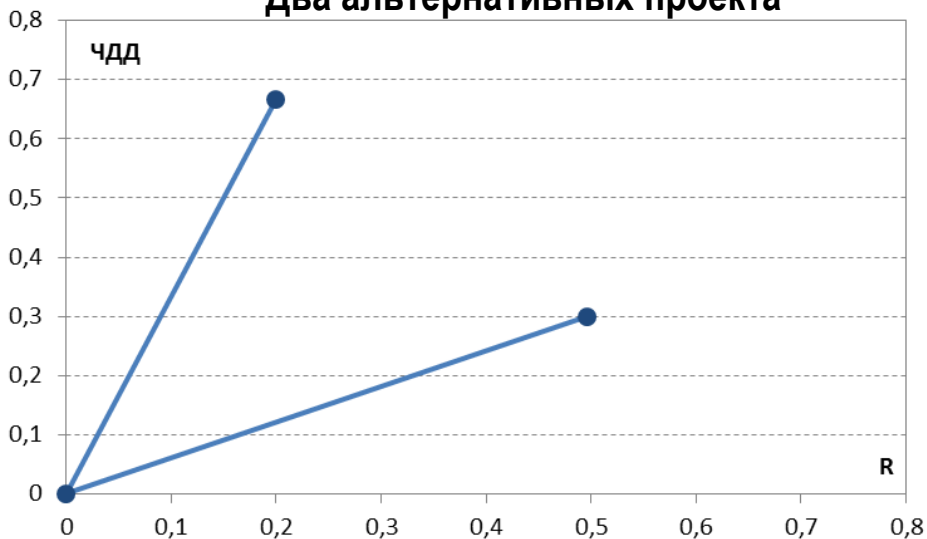
## Два независимых проекта



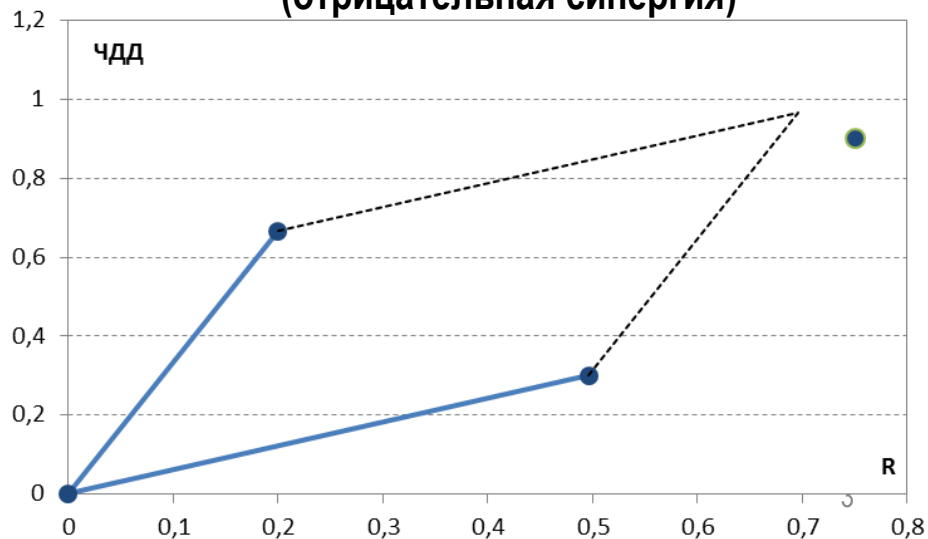
## Два зависимых проекта (положительная синергия)



## Два альтернативных проекта

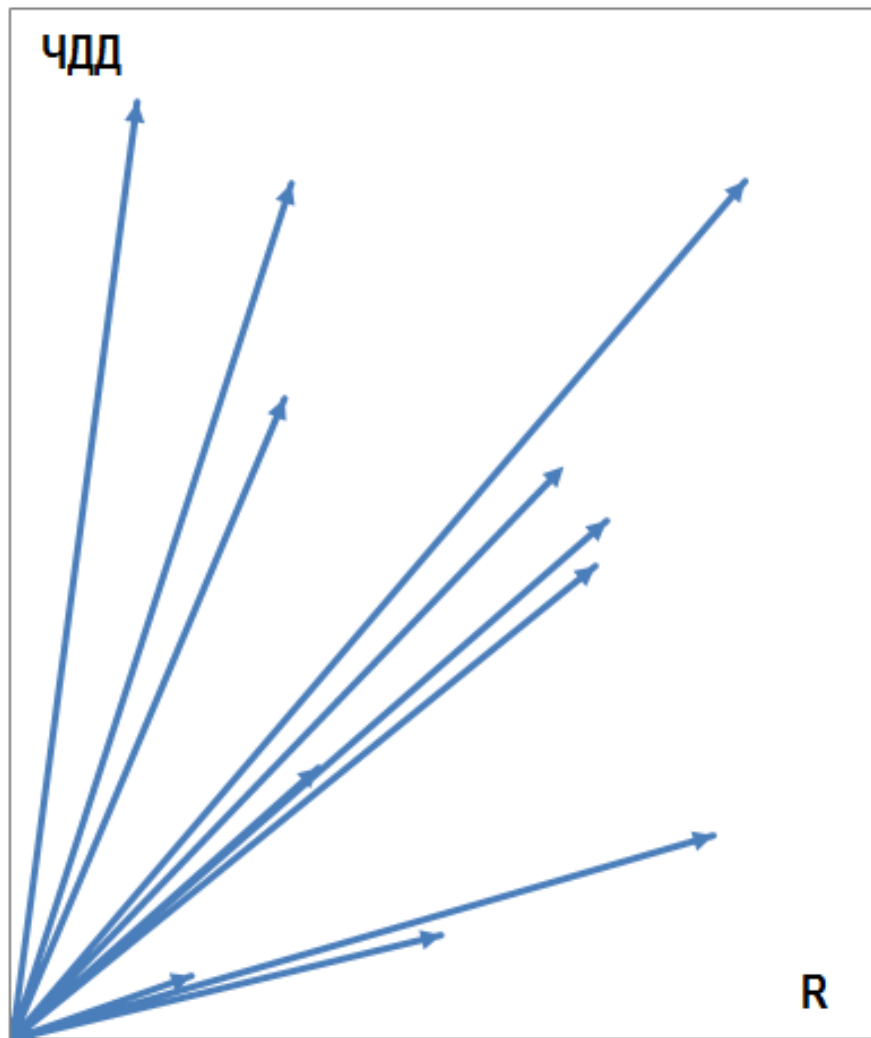


## Два зависимых проекта (отрицательная синергия)

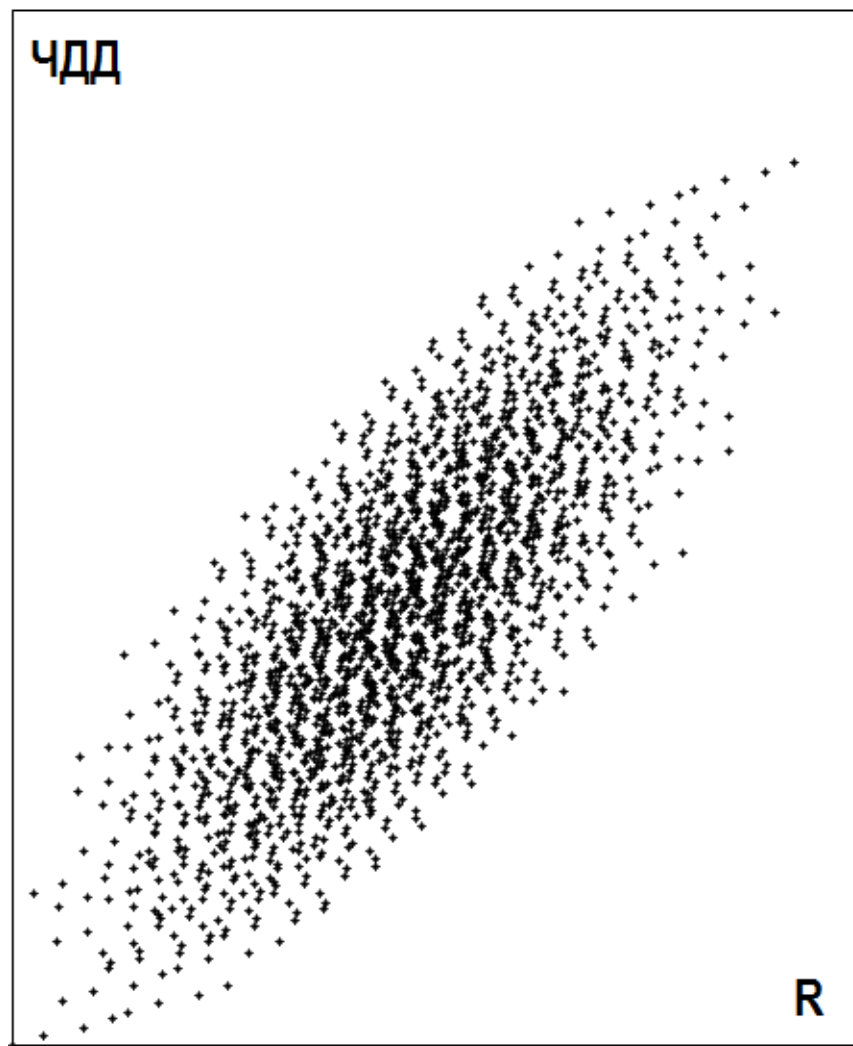


# Программы, составленные из независимых проектов

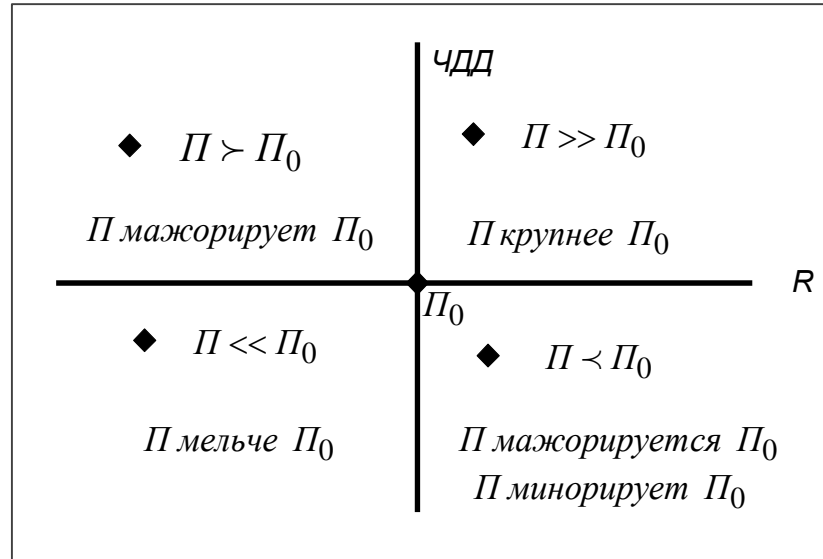
11 проектов



Все 2048 возможных программ  
из 11-ти независимых проектов



# Два способа упорядочивания проектов



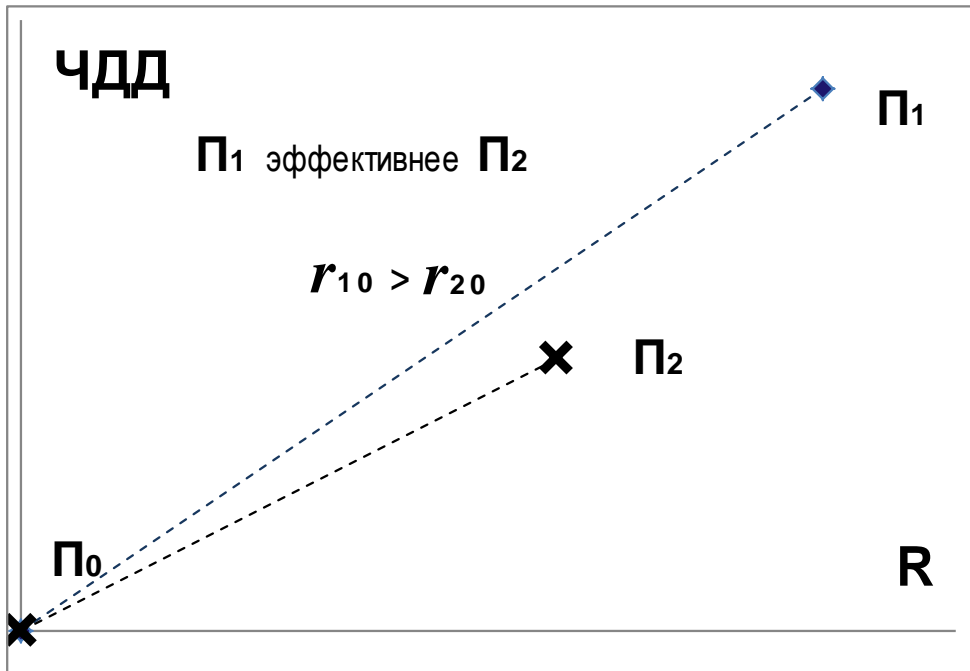
## Правила отсева

Если проекты (программы) альтернативны, то минорируемый(ая) отсеивается.  
Если проекты (программы) независимы, то минорируемый(ая) включается после мажорирующего(ей).



# Третий способ упорядочивания проектов

Относительный



Относительная эффективность

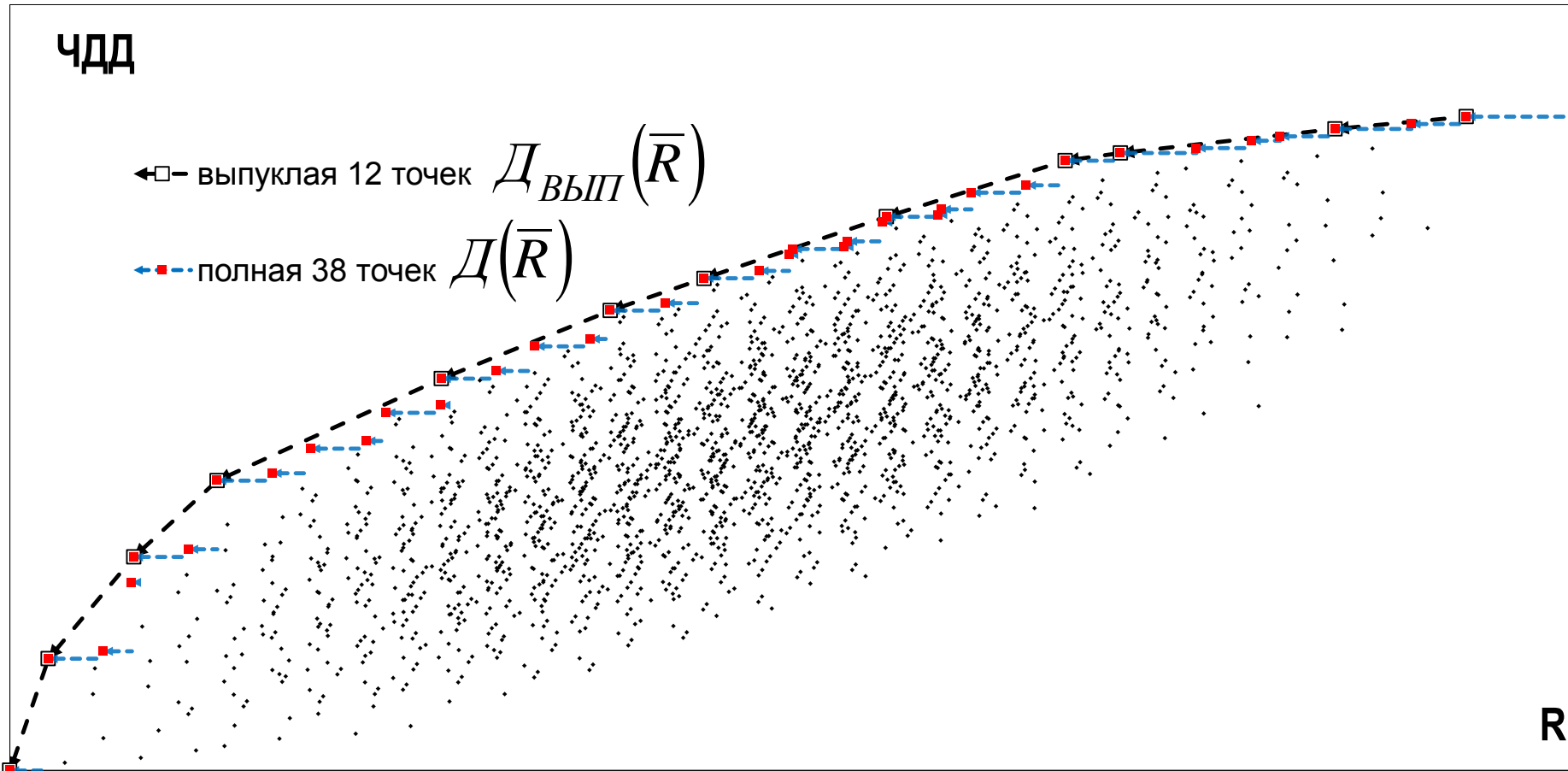
$$r_{ij} = \frac{ЧДД_i - ЧДД_j}{R_i - R_j}$$

## Относительное (выпуклое) правило отсева

Если альтернативный проект мельче и менее эффективный, то он не входит в выпуклую характеристику

$D_{ВЫП}(\bar{R})$  - выпуклая (вверх) оболочка множества проектов (программ)

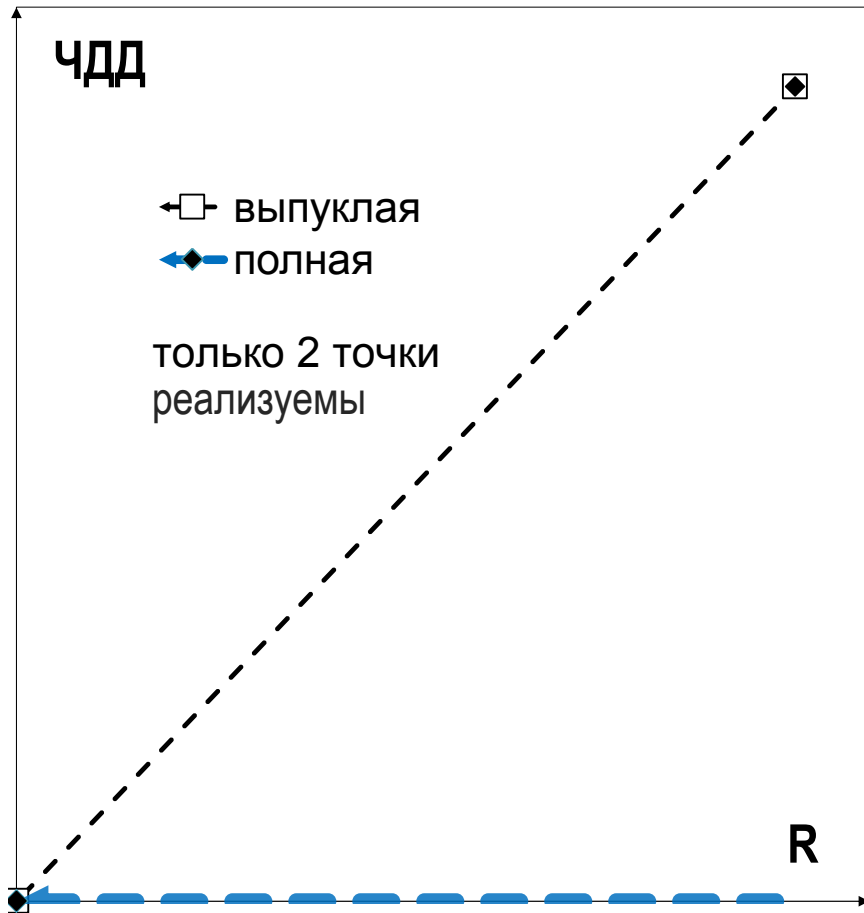
# Характеристики “R-ЧДД”



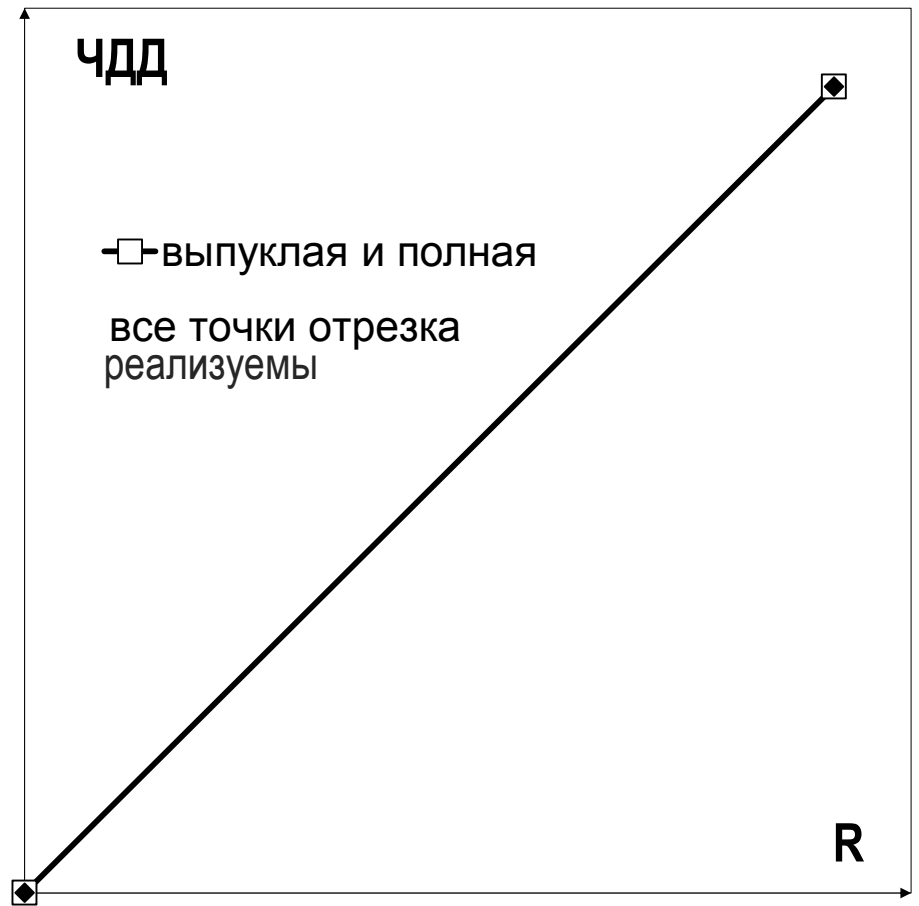


# Один проект

Одна компания



Долевое участие нескольких компаний



# Независимые проекты (программы)

$$\sum_{i=1}^n C_i \cdot x_i \rightarrow \max, \quad \sum_{i=1}^n R_i \cdot x_i \leq \bar{R}$$
$$x_i \in \overline{0,1}$$

# Альтернативные проекты (программы)

$$\sum_{i=1}^n C_i \cdot x_i \rightarrow \max, \quad \sum_{i=1}^n R_i \cdot x_i \leq \bar{R}$$
$$x_i \in \overline{0,1}, \quad \sum_{i=1}^n x_i \in \overline{0,1}$$

# Зависимые проекты

$$\text{ЧДД}(\vec{x}) \rightarrow \max, \quad R(\vec{x}) \leq \bar{R},$$

$$\vec{x} = (x_1, \dots, x_n), \quad x_i \in \overline{0,1}, \quad i - \text{индекс проекта}$$

## Независимые программы из зависимых проектов

$$\sum_{j=1}^m \text{ЧДД}_j(\vec{x}_j) \rightarrow \max, \quad \sum_{j=1}^m R_j(\vec{x}_j) \leq \bar{R},$$

$$\vec{x}_j = (x_{1j}, \dots, x_{nj}), \quad x_{ij} \in \overline{0,1}, \quad \begin{array}{l} j - \text{индекс программы} \\ i - \text{индекс проекта} \end{array}$$

Если проекты альтернативны, то

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \in \overline{0,1}$$

# Эффективный метод построения выпуклой характеристики

## Функция Лагранжа

$$L(\vec{x}) = ЧДД(\vec{x}) - f_r \cdot R(\vec{x}) \rightarrow \max,$$

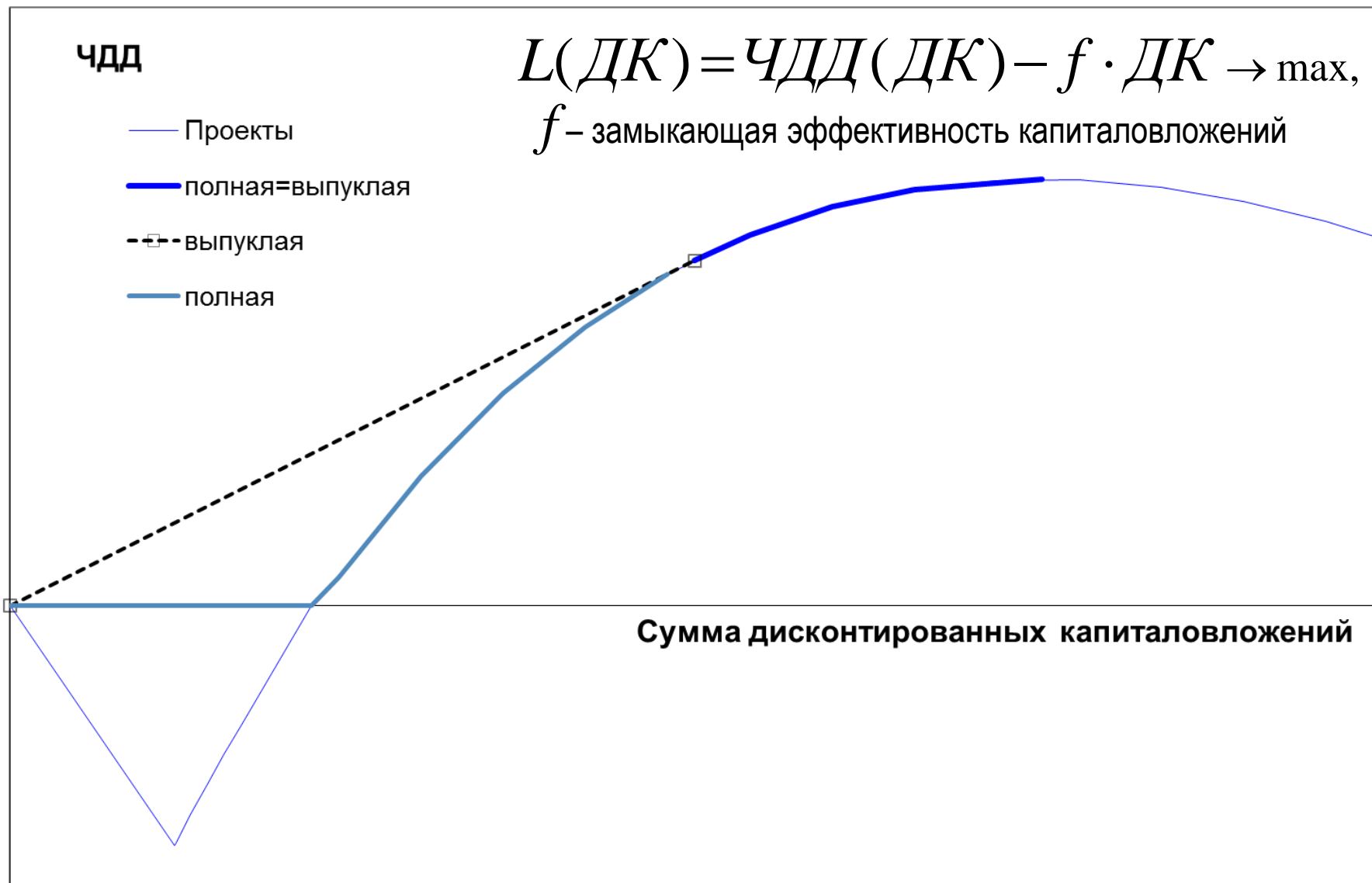
$f_r$  – замыкающая эффективность ресурса  $R$

$$f_r = \frac{dД_{ВЫП}(R)}{dR} \geq 0$$

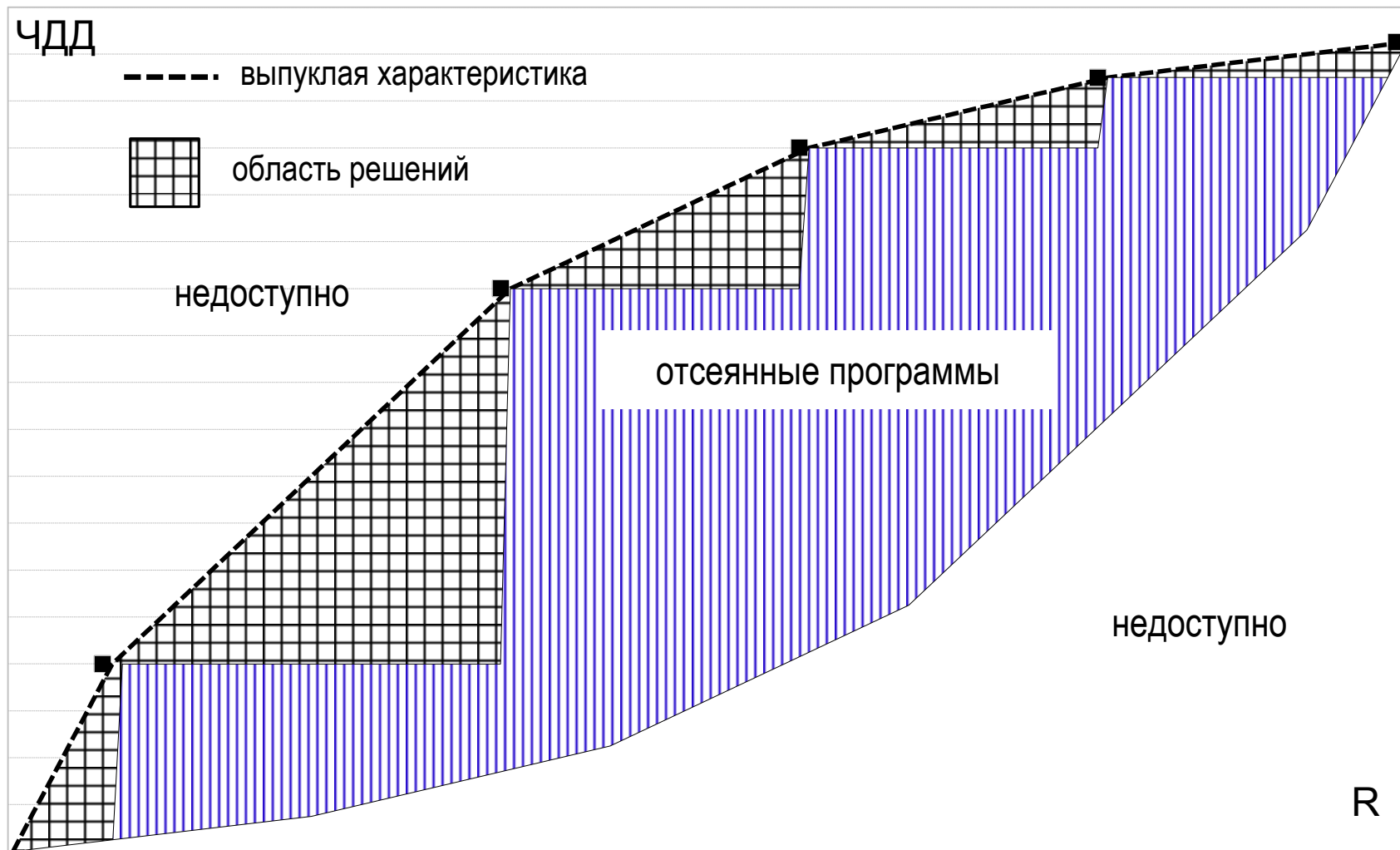
Величина  $f_r$  играет для альтернативных проектов (программ) **ту же роль**, что  $r_i$  для независимых проектов, т.е. ранжирует проекты (программы), отделяет принимаемые проекты (программы) от непринимаемых.

Зависимые, в том числе альтернативные, проекты удобно вычленить из общей задачи и построить для них выпуклую характеристику “ $R$ -ЧДД”. Если для независимых частей программы построены выпуклые характеристики “ $R$ -ЧДД”, то их знания достаточно, чтобы построить объединенную выпуклую характеристику “ $R$ -ЧДД”.

# Характеристики нефтяного месторождения



# Ограничения для полной характеристики

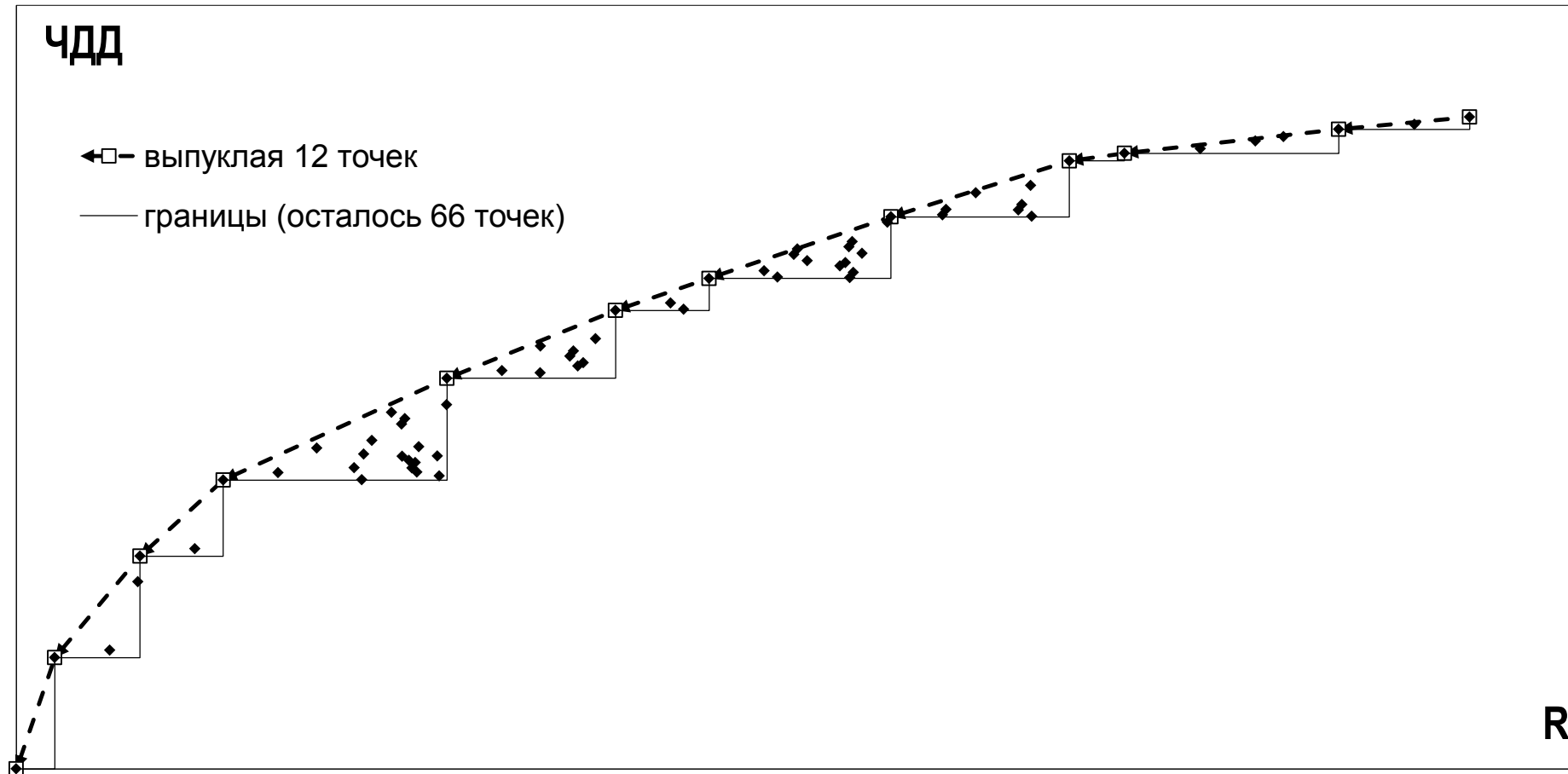


# Отсев лишних проектов

ЧДД

◀◻ — выпуклая 12 точек

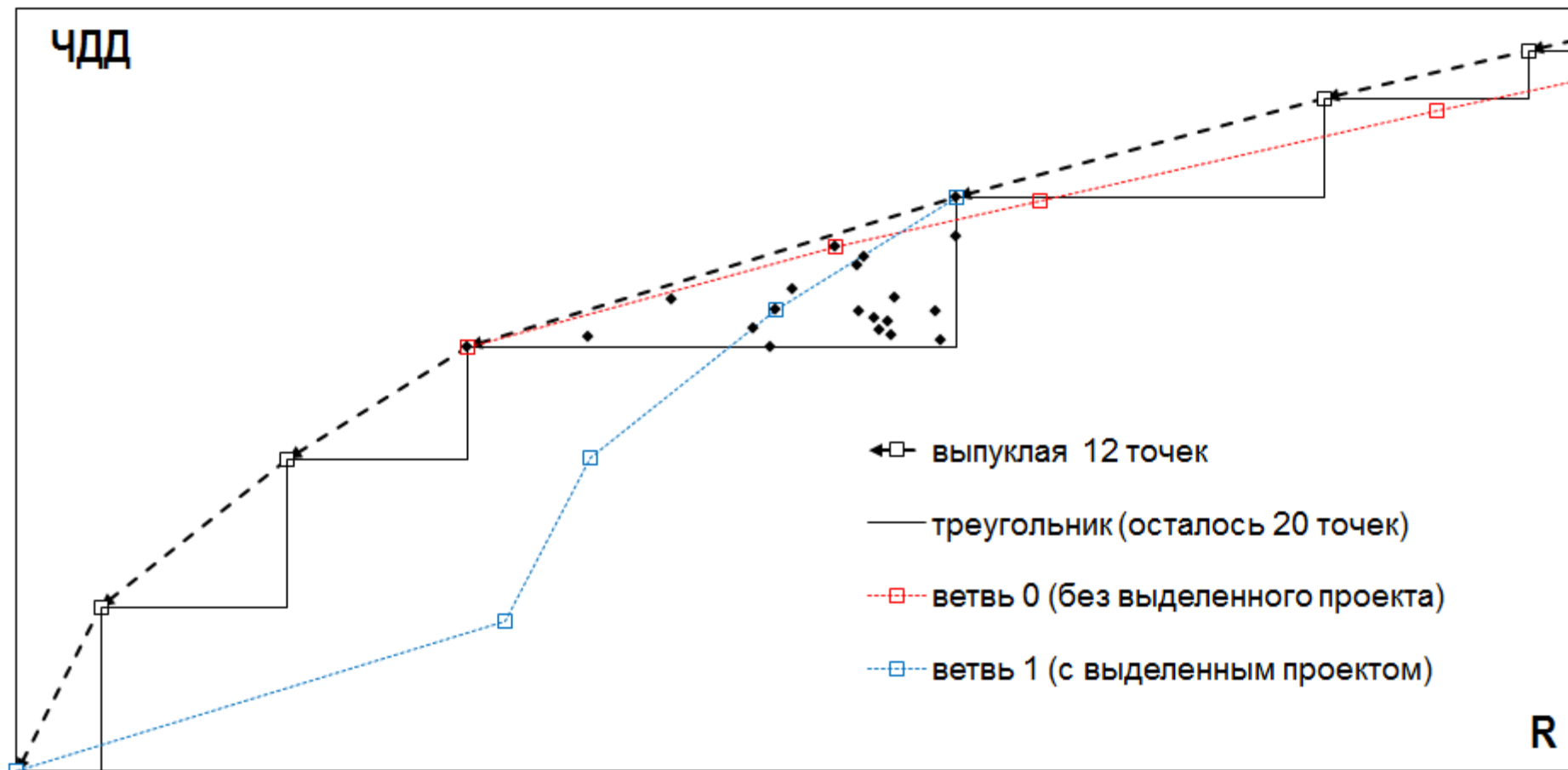
— границы (осталось 66 точек)



R

# Метод ветвей и границ

ЧДД





***БЛАГОДАРЮ  
ЗА ВНИМАНИЕ!***