

## Задача 2

(сначала немного по официальному решению)

$L$  – количество опытных,  $l$  – неопытных

$q_1$  - количество по 1 технологии (1оп,3неоп),  $q_2$  - количество по 2 технологии (2оп)

$$L = L_1 + L_2 = q_1 + 2q_2 = Q + q_2 = 2Q - q_1$$

$$l = 3q_1$$

$$TC = 240(2Q - q_1) + (2Q - q_1)^2 + 300q_1 \text{ минимизируем по } q_1$$

Полученные ответы удобно занести в таблицу:

$Q$	$q_1$	$q_2$
[0;15]	0	$Q$
[15;30]	$2Q-30$	$30-Q$
>30	$Q$	0

Что происходит (словами): если  $Q$  не превышает 15, то все проекты производим по технологии  $q_2$  (2 опытных), далее при росте  $Q$  мы не просто производим дополнительный  $Q$  по технологии  $q_1$  (1 опытный, 3 неопытных), но и «перебрасываем» такое же количество  $Q$  с технологии  $q_2$  на технологию  $q_1$ . В результате при росте  $Q$  от 15 до 30  $q_2$  убывает со скоростью  $\Delta Q$  с 15 до 0, а  $q_1$  растёт со скоростью  $2\Delta Q$  с 0 до 30. Далее при росте  $Q$  свыше 30 все производится только по технологии  $q_1$  (1оп, 3 неоп).

### Альтернативные решения

#### 1

Пусть нанято  $L$  опытных. Тогда количество неопытных:  $l = 3q_1 = 3(2Q - L)$

Если  $l > 0$  (то есть  $Q > \frac{L}{2}$ ), то затраты равны:  $TC = 240L + L^2 + 100 * 3(2Q - L)$  (минимизируем по  $L$ )

$$L^* = 30 \text{ при этом } Q > \frac{L}{2}$$

То есть  $Q > 15$

#### Это решение пункта б)

Теперь А):

при  $Q = 25$

$l > 0$

значит  $L^* = 30$

$$l = 3(2Q - L) = 3 * 20 = 60$$

## Решение 2 (от MC)

Можно заметить, что для  $Q$  проектов нужно нанять как минимум  $L = Q$  опытных консультантов, причем мы не знаем, по каким технологиям ( $q_1$  или  $q_2$ ) они распределены. Ответим на вопрос, какие технологии задействовать при разных  $Q$ ?

Один из вариантов дальнейших рассуждений: попытаемся ответить на вопрос, при каких  $Q$  нам нужно ДОПОЛНИТЕЛЬНО нанять  $L_2$  опытных для «завершения» технологии  $q_2$ ?

Опишем все возможные случаи:

- Только 2 опытных
- (2 опытных и {1опытный, 3неопытных}) (в этом случае мы отвечаем на вопрос что выгоднее: нанять еще одного опытного (кроме  $Q$ ) для технологии  $q_2$  или же 3х неопытных (потратив 300) для технологии  $q_1$ )
- Только 1опытный 3 неопытных

Рассмотрим  $MC(Q)$  при каждом случае:

	комментарий	$MC(Q)$	решение
Только $q_2$	В этом случае $L_2 = Q$ , а $L = Q + L_2 = 2Q$	$MC(Q) = MC(2L_2) = 240 + 4L_2$	Заметим, что при малых $Q$ это наиболее дешевый способ. Им нужно пользоваться до уровня $MC=300$ (нанять $L_2=15$ , которые произведут $Q=15$ штук).
$q_1$ и $q_2$ вместе	Если уже нанято $Q$ опытных, то всего нужно опытных $L = Q + L_2$	Решается дилемма $MC(3l)$ или $MC(Q + L_2)$ $300 = 240 + 2(Q + L_2)$ получаем $L_2 = 30 - Q$	Например, при $Q=25$ уже нанято 25 опытных, поэтому $L_2 = 30 - 25 = 5$ . Это означает, что еще 5 опытных будут «завершать» технологию $q_2$ , по ней будет 5 проектов. Остальные 20

			будут по технологии $q_1$ . Заметим, что этим способом можно пользоваться до $Q=30$ , когда $L_2$ станет 0
Только $q_1$	В этом случае $L_2 = 0$	$MC(Q) = MC(3l) = 300$	Используем при $Q > 30$

**Решение ученика от этих рассуждений может быть построено очень по-разному, например так:**

Б) Пусть уже нанято  $Q$  опытных консультантов.

Заметим, что при малых  $Q$  выгодно нанимать только опытных по технологии  $q_2$ .

$$\text{Тогда } MC(L) = 240 + 2L$$

Мы перестанем нанимать опытных консультантов ТОЛЬКО для технологии  $q_2$ , когда  $MC(L) > 300$

То есть при  $L > 30$  или при  $Q > 15$

А) есть 25 проектов, уже нанято 25 опытных консультантов, нужно нанять еще  $L_0$  опытных и  $l$  неопытных.

Для завершения технологий нужно: или  $3l$  или  $1L_0$

$$MC(3l) = MC(25 + L_0)$$

$$300 = 240 + 2(25 + L_0)$$

$$L_0 = 5$$

Нужно нанять ЕЩЕ 5 опытных (всего 30), будет сделано 5 проектов по технологии 1, а значит, 20 проектов по технологии 2. Для этого потребуется еще 60 неопытных.