

1

Заметим, что число, прибавленное к i -ому элементу в результате запроса равно $(k * i) + x - k \cdot l$. Разделим операции $<lrkx>$ на прибавление k к условному $b[i]$ и $x - k \cdot l$ к условному $c[i]$. Тогда $a[i] = b[i] * i + c[i]$.
Заведем массив b и c . При запросе $<lrkx>$ совершим действия:

$$b[l] = b[l] + k$$

$$b[r + 1] = b[r + 1] - k$$

$$c[l] = c[l] + x - k \cdot l$$

$$c[r + 1] = c[r + 1] - (x - k \cdot l)$$

После чего посчитаем префикс-суммы массивов b и c , они будут искомыми значениями для подсчета массива a .

2

3

4

Научимся отвечать на запрос "Пометить вершину" и "Наименьший непомеченный предок вершины". Для этого подойдет использование HLD (для каждого ДО будем хранить также самую нижнюю не помеченную вершину, чтобы в случае запроса к всему дереву отвечать за $O(1)$, это значение можно обновлять при покраске вершин за $O(\log n)$) ($< O(n), O(\log n) >$). Для ответа на запрос "Наименьший непомеченный общий предок" достаточно найти LCA ($< O(n), O(\log n) >$) и найти его наименьшего непомеченного предка.

(Вместо HLD для этой задачи подходит использование DSU (но не подходит для задачи 5) при покраске вершины просто назначаем ее лидером в DSU лидера ее предка, т.о лидер вершины - ближайший не покрашенный предок)

5

Решение из задачи 4 остается актуальным.