Изобразим эти условные направления из точек B_I и B_2 на последнем шаге стрелками и в соответствующих кружках покажем затраты, связанные с этим(I2 и I3 единиц). Таким образом, мы нашли условно-оптимальное управление на последнем восьмом шаге для любого (B_I или B_2) исхода предпоследнего седьмого шага. Для каждого из этих исходов найдены условные минимальные затраты на последнем восьмом шаге. Перейдем к планированию предпоследнего седьмого шага. Для этого рассмотрим все возможные результаты шестого шага. После шестого шага мы можем оказаться в одной из точек: C_I, C_2 или C_3. Только из них мы можем попасть за один шаг в точки B_I и B_2. Если после шестого шага мы оказались в точке C_I, то здесь у нас нет выбора. Для того чтобы попасть в точку B_I, можно двигаться только по горизонтали. При этом суммарные затраты на двух последних шагах составят 23 единицы. Так же обстоит дело с точкой C_3. Из нее движение возможно только вверх, суммарные затраты равны 25 единицам. Из точки же C_2 можно двигаться по двум направлениям. Если двигаться по горизонтали, то суммарные затраты будут равны 27, если двигаться по вертикали, то они будут меньше-22 единицы. Мы выбираем движение по вертикали и в кружке у точки C_2 ставим стрелку вверх. Продолжая наши рассуждения, мы дойдем до исходной точки А. Теперь оптимальная трасса прокладки кабеля ясна. Она показана штриховой линией на рис. 2.I. Минимальные затраты при этом составят 75 единиц.

При решении подобной задачи может оказаться, что при условной оптимизации оба управления на каком-то шаге являются одинаковыми, т.е. приводят к одинаковым затратам при движении от соответствующей точки до конца. В этом случае можно выбирать любое движение в произвольном направлении. В нашем случае такой точкой является точка Е на рис. 2.I. Движение в любом из направлений из этой точки дает расход затрат в 45 единиц. Мы выбираем движение из точки Е по горизонтали.

2.3. Применение динамического программирования для выбора оптимальной загрузки агрегатов электростанции

Перейдем к рассмотрению такой задачи. Необходимо распределить суммарную нагрузку $P_н$ = 600 МВт между тремя агрегатами номинальной мощностью по 300 МВт каждый электрической станции (рис. 2.2) так, чтобы суммарный расход топлива был бы минимальным. Расходные характеристики агрегатов представим в виде полиномов второй степени

$$B_I = 8,I + 0,I4I\,P_I + 6,8\cdot 10^{-4}\,P_I^2;$$

$$B_2 = 8,2 + 0,I2I\,P_2 + 6,9\cdot 10^{-4}\,P_2^2;$$

$$B_3 = 8,0 + 0,I02\,P_3 + 7,0\cdot 10^{-4}\,P_3^2;$$

где Р - МВт, В - т у.т./ч.

Поскольку рассматривается оптимизация распределения нагрузок между агрегатами электростанции, то целевая функция - суммарный расход топлива на электростанции - отвечает свойству аддитивности. Это дает возможность применить динамическое программирование для решения задачи.

В основе решения всех задач динамического программирования лежит общий принцип, который часто называют принципом оптимальности или принципом Беллмана. Этот принцип гласит[5]: каково бы ни было состояние системы перед очередным шагом, надо выбирать управление на этом шаге так, чтобы выигрыш на данном шаге плюс оптимальный выигрыш на всех последующих шагах был максимальным.

В рассматриваемой задаче этот принцип может быть реализован при нахождении эквивалентной расходной характеристики станции при прямом ходе решения задачи. Эквивалентирование производится путем последовательной замены двух агрегатов одним эквивалентным. На каждом шаге производится присоединение только одного агрегата к уже найденному эквивалентному [6].

Так, расходная характеристика агрегата, эквивалентного агрегатам I и 2, будет определяться выражением

$$B_э^{I,2}(P^{I,2}) = \min_{P_I,P_2}\left[B_I(P_I) + B_2(P_2)\right] = \min_{P_2}\left[B_2(P_2) + B_I(P^{I,2} - P_2)\right].$$

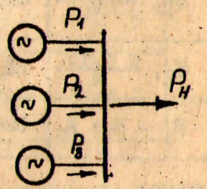

Рис. 2.2

С помощью этого выражения, принимая некоторое значение суммарной нагрузки двух агрегатов $P^{I,2}$ и варьируя P_2, можно легко найти то значение P_2, при котором расход топлива эквивалентного агрегата $B_э^{I,2}$ будет минимальным.

Расходная характеристика всей станции, имеющей три агрегата:

$$B_э^{I,2,3}(P^{I,2,3}) = \min_{P_1,P_2,P_3}\left[B_I(P_I) + B_2(P_2) + B_3(P_3)\right] =$$