

ГОССТРОЙ СССР

Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт
автоматизированных систем в строительстве
ЦНИПИАСС

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ
ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВОМ

ВЫПУСК
I3

ТРУДЫ
ИНСТИТУТА

Под общей редакцией
д-ра техн. наук А. А. ГУСАКОВА

МОСКВА 1977

АНАЛИЗ ЭВРИСТИЧЕСКОГО И СИТУАЦИОННОГО ПОДХОДА К ФОРМИРОВАНИЮ РЕШЕНИЙ

Канд.техн.наук Куликов Ю.А.,
Тарасцов О.Г.

В задачах моделирования процессов управления многоцелевыми иерархическими системами все большее применение находит ситуационный подход [1,2]. В настоящей работе предпринята попытка аналитического обоснования целесообразности использования ситуационного подхода при формировании решений и математическом моделировании строительных систем.

В задачах принятия решений часто невозможно получить точное решение из-за различных трудностей (существенная нелинейность модели, большая размерность задачи и др.). В этом случае для отыскания решения близкого к оптимальному применяются различные методы и приемы, которые заключаются, как правило, в выборе рациональной стратегии управления поведением системы.

Анализ и сравнение эвристического и ситуационного подходов к формированию решений проводится на достаточно простых примерах функционирования строительной системы.

Под эвристическим подходом принимается применение некоторых заранее принятых стратегий-эвристик управления функционированием строительной системы. Выбор стратегий управления производится на основе предварительного анализа задачи и множества возможных стратегий-эвристик управления функционированием строительной системы.

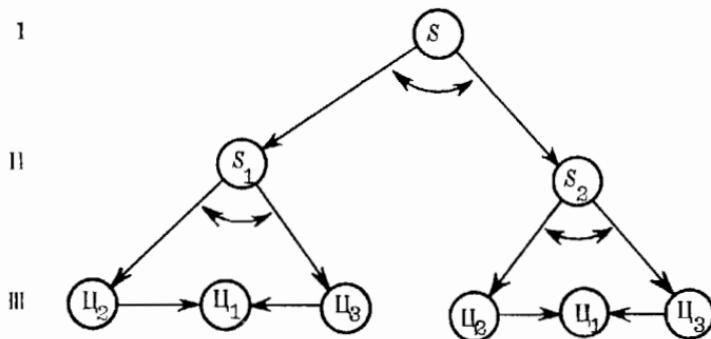
При ситуационном подходе нет фиксированной стратегии-эвристики управления функционированием строительной системы, а в моменты принятия решений (которые заранее не определены) производится выбор очередной стратегии управления из некоторого множества стратегий на основе информации о ситуации, сложившейся в системе к моменту принятия решения.

С функциональной точки зрения, рассматриваемая строительная система представляет собой трехуровневую иерархическую структуру и состоит из двух подсистем, каждая из которых включает три типа строительно-монтажных работ (рис.1).

Для достижения цели функционирования строительной системы в каждой ее подсистеме должны быть реализованы все три процесса, причем для каждой подсистемы сначала необходимо реализовать процесс первого типа, а затем - второго или третьего типа. Эти требования могут быть описаны орграфом целей функционирования системы (рис.2).



Рис. 1. Функциональная структура целевой строительной системы
(римскими цифрами обозначены уровни системы)



S – цель системы; S_1, S_2 – цели подсистем;
 $U_{1,1}, U_{1,2}, U_{1,3}$ – цель процесса № 1, № 2, № 3 соответственно

Рис.2. Орграф целей функционирования системы
(римскими цифрами обозначены уровни орграфа)

Орграф целей функционирования системы имеет трехуровневый древовидный характер. Корневая вершина орграфа означает цель функционирования системы, остальные вершины – подцели соответствующего уровня. Ребра, выходящие из заданной цели в другие подцели, указывают, какие подцели должны быть реализованы для достижения данной цели. В орграфе описания целей функционирования системы использована логическая связка "или" типа "или" между ребрами орграфа. Эта связка означает, что для достижения данной цели несуществен порядок реализации подцелей, на которые указывают ребра, связанные логической связкой типа "или".

Для реализации процессов существуют трудовые ресурсы трех типов. Структура ресурсов с указанием их обобщенных мощностей (бригад) представлена на рис.3.



Рис.3. Структура ресурсов комплекса (включая характеристику мощности каждого типа ресурсов)

Допустимая норма по использованию ресурсов составляет 1 единицу ресурса соответствующего типа для любого из трех видов процессов, причем для реализации процесса i -го типа используется ресурс i -го типа.

В процессе решения задачи определяются потребности в ресурсах каждого типа, и если ресурс какого-нибудь типа в дальнейшем не потребуется, то этот ресурс выбывает из рассмотрения.

Заданы вероятностные характеристики продолжительности реализации отдельных процессов в подсистеме, а также правила взаимодействия ресурсов. В подсистеме одновременно проводится реализация не более одного процесса. Очередной процесс начинается после завершения реализации предыдущего процесса и при наличии в системе свободного ресурса, способного реализовать этот процесс.

Требуется определить такие моменты поступления ресурсов в систему, которые обеспечивают минимальную стоимость простоев ресурсов при заданном уровне надежности достижения цели функционирования системы (т.е. возвведения объекта или комплекса). Стоимость простоев ресурсов в единицу времени задана.

Таким образом, в рассматриваемой задаче управляющими параметрами процесса управления функционированием системы являются моменты поступления ресурсов в систему, а также стратегии управления ресурсами, т.е. их распределение и перераспределение.

Данную задачу в зависимости от выбора правил распределения (стратегий) ресурсов по подсистемам и использования информации о состоянии функционирования системы можно решать разными методами. Нас же будет интересовать анализ эффективности и сравнение ранее указанных эвристического и ситуационного подходов.

Введем следующие обозначения:

c_j – стоимость использования j -го ресурса в единицу времени ($j = 1, 2, 3$);

- $x_i(j)$ – продолжительность реализации j -го процесса в i -й подсистеме ($i = 1, 2; j = 1, 2, 3$);
 T_g – директивный срок достижения цели функционирования системы;
 λ_j – момент поступления j -го ресурса в систему ($j = 1, 2, 3$).

Критерием эффективности является минимизация математического ожидания функционала

$$J = \sum_{j=1}^3 c_j \Delta x_j, \quad (1)$$

где Δx_j – время простоя j -го ресурса, т.е.

$$M\{I\} = M\left\{\sum_{j=1}^3 c_j \Delta x_j\right\} \rightarrow \min \quad (2)$$

Рассматриваемая система будет анализироваться при различных ограничениях:

1. $\min M\{I\}$ с вероятностным граничным условием

$$P\{T \leq T_g\} \geq \alpha; \quad 0 \leq \alpha \leq 1, \quad (3)$$

где T – время окончания достижения цели функционирования системы;

α – уровень организационно-технологической надежности достижения в срок цели функционирования системы.

2. $\min M\{I\}$ с детерминированным граничным условием:

$$T < T_g \quad (4)$$

Анализ и сравнение эвристического и ситуационного подходов к управлению функционированием строительной системы будет проводиться на следующих двух примерах функционирования рассматриваемой системы, которые определяются соотношением параметров системы.

Пусть $x_1(1), x_2(1)$ – случайные величины, равномерно распределены на $[a, b]$.

Естественно считать, что

$$0 \leq a \leq \lambda_2 \leq b; \quad a \leq \lambda_3 \leq b, \quad (5)$$

при этом

$$\lambda_2 \leq \lambda_3. \quad (6)$$

Без потери общности можно полагать

$$\lambda_1 = 0, \quad (7)$$

тогда в первом примере функционирования системы:

$$x_1(2) = x_1(3) = M = \text{const} > 0; \\ x_2(2) = x_2(3) = M + \Delta M = \text{const} > 0; \quad \Delta M = \text{const} > 0;$$

во втором примере:

$$x_1(2) = x_1(3) = M + \Delta M = \text{const} > 0;$$

$$x_2(2) = x_2(3) = M = \text{const} > 0.$$

Для эвристического подхода возможные стратегии распределения ресурсов по подсистемам отражены в таблице.

Возможные стратегии распределения ресурсов по подсистемам

№ стратегии	№ подсистемы	Последовательность реализации процессов
1	I	1,3,2
	II	1,3,2
2	I	1,2,3
	II	1,2,3
3	I	1,3,2
	II	1,2,3
4	I	1,2,3
	II	1,3,2

Из данного множества стратегий рациональным представляется использование стратегий № 3-4; в качестве используемой стратегии-эвристики – выберем стратегию № 3.

При ситуационном подходе в момент принятия решения необходимо назначить свободный ресурс в случае открытого фронта работ. Примем следующее правило распределения ресурсов: первым назначается тот ресурс, который дольше простаивал; если же простой одинаковы, то первым назначается ресурс второго типа.

Рассмотрим теперь более подробно анализ и сравнение эвристического и ситуационного подходов в обоих примерах для первой цели функционирования системы.

Пример 1.

$x_1(1), x_2(1)$ – случайные величины, равномерно распределенные на $[a, b]$

$$x_1(2) = x_1(3) = M = \text{const} > 0$$

$$x_2(2) = x_2(3) = M + \Delta M = \text{const} > 0; \quad \Delta M = \text{const} > 0 \\ \lambda_1 = 0; \quad 0 \leq a \leq \lambda_2 \leq \lambda_3 \leq b \quad (8)$$

1. Эвристический подход.

Напомним, что используется стратегия № 3 (см. табл.).
Тогда:

$$T = 2M + \Delta M + w \\ I = (c_2 + c_3)w - c_2\lambda_2 - c_3\lambda_3 - c_2\Delta M, \quad (9)$$

где $w = \max [u_3, u_2 + \Delta M]$; $u = \max [x_1(1), \lambda_3]$; $v = \max [x_1(1), \lambda_2]$

Пусть $\mu = \max [\lambda_3, \lambda_2 + \Delta M]$, причем выполнено $a \leq \lambda_2 \leq \lambda_3 \leq \mu \leq b + \Delta M$.

Оказывается, что оптимальное решение достигается при $\mu > b$ (тогда $\mu = \lambda_2 + \Delta M$) и в этом случае функция распределения случайной величины w имеет следующий вид:

$$F_w(z) = \begin{cases} 0 & , \quad z \leq \lambda_2 + \Delta M \\ \frac{z-a-\Delta M}{b-a} & , \quad \lambda_2 + \Delta M \leq z \leq b + \Delta M \\ 1 & , \quad z \geq b + \Delta M \end{cases} \quad (10)$$

Тогда из (2-3), (9-10) получаем задачу минимизации функции:

$$M\{I\} = (c_2 + c_3) \left[\frac{b+a}{2} + \Delta M + \frac{(\lambda_2 - a)^2}{2(b-a)} \right] - c_2\lambda_2 - c_3\lambda_3 - c_2\Delta M \quad (11)$$

при ограничениях (5-6) и (12)

$$Tg \geq a + 2(M + \Delta M) + \infty(b + a). \quad (12)$$

Оптимальное решение достигается частично внутри и на границе области определения (8) и имеет вид:

$$\begin{cases} \lambda_{20} = a + \frac{c_2}{c_2 + c_3}(b - a); \\ \lambda_{30} = b, \end{cases} \quad (13)$$

при этом

$$M_0 = \min M\{I\} = c_3\Delta M - \frac{c_3^2(b-a)}{2(c_2+c_3)}, \quad (14)$$

Таким образом, $M_0 \leq 0$ при $\Delta M \leq \frac{b-a}{2} \cdot \frac{c_3}{c_2+c_3}$

II. Ситуационный подход.

В этом случае получим:

$$\begin{cases} T = ?M + \Delta M + \omega; \\ J = (c_2 + c_3)\omega - c_2(\lambda_2 + \Delta M_2) - c_3(\lambda_3 + \Delta M_3), \end{cases} \quad (15)$$

$$\text{где } \omega = \max [u + \Delta M_3, v + \Delta M_2]; \quad \Delta M_2 = \Delta M \cdot \theta[x_1(1) - x_2(1)];$$

$$\Delta M_3 = \Delta M \cdot \theta[x_2(1) - x_1(1)]; \quad \theta(z) = \begin{cases} 1, & z > 0 \\ 0, & z \leq 0. \end{cases}$$

$$u = \max \{ \max [x_1(1), x_2(1)] \lambda_3 \}; \quad v = \max \{ \min [x_1(1), x_2(1)] \lambda_2 \}.$$

Заметим, что $M\{\Delta M_2\} = M\{\Delta M_3\} = \frac{\Delta M}{2}$ и тогда

$$M\{I\} = (c_2 + c_3) [M\{\omega\} - \frac{\Delta M}{2}] - c_2 \lambda_2 - c_3 \lambda_3. \quad (16)$$

Оптимальное решение получается при $\mu > b$ (тогда $\mu = \lambda_2 + \Delta M$), и в этом случае функция распределения случайной величины ω имеет следующий вид:

$$F_\omega(z) = \begin{cases} 0 & z < \lambda_2 + \Delta M \\ \frac{1}{2} - \frac{(b + \Delta M - z)^2}{2(b-a)^2} & \lambda_2 + \Delta M \leq z < \lambda_3 + \Delta M \\ \frac{z - a - \Delta M}{b - a} & \lambda_3 + \Delta M \leq z < b + \Delta M \\ 1 & z \geq b + \Delta M \end{cases} \quad (17)$$

Тогда получим задачу минимизации функции

$$M\{I\} = (c_2 + c_3) \left[\frac{a + b + \Delta M}{2} + \frac{(\lambda_3 - a)^3}{6(b-a)^2} - \frac{(\lambda_2 - a)^3}{6(b-a)^2} + \right. \\ \left. + \frac{(\lambda_2 - a)^2}{2(b-a)} \right] - c_2 \lambda_2 - c_3 \lambda_3 \quad (18)$$

при ограничениях (5–8), (12).

Данная задача имеет следующее оптимальное решение:

1. $c_3 \leq c_2$;

$$\lambda_{20} = \lambda_{30} = b; \quad M_3 = \min M\{I\} = \frac{c_2 + c_3}{2} \Delta M. \quad (19)$$

2. $c_3 > c_2$. Оптимум достигается либо внутри области (8) и тогда

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda_{20} = b - (b-a) \sqrt{\frac{c_3 - c_2}{c_3 + c_2}}; \\ \lambda_{30} = a + (b-a) \sqrt{\frac{2c_2}{c_3 + c_2}} \end{array} \right. \quad \text{и} \quad (20)$$

$$M = M\{I\} = (c_2 + c_3) \left[\frac{a+b+\Delta M}{2} + \frac{b-a}{6} \sqrt{y^3} - \frac{b-a}{6} (1-\sqrt{1-y})^3 + \right. \\ \left. + \frac{b-a}{2} (1-\sqrt{1-y})^2 \right] - c_2 [b - (b-a)\sqrt{1-y}] - c_3 [a + (b-a)\sqrt{y}], \quad (21)$$

где $y = \frac{c_2}{c_2 + c_3}$, либо на границе области (8), т.е.

$$\text{при } \lambda_{20} = \lambda_{30} = b, \text{ и в этом случае } M_3 = \frac{c_2 + c_3}{2} \Delta M \quad (22)$$

Заметим, что неравенство $c_3 > c_2$ получается из анализа оптимального решения внутри области определения (8), что в силу условия $\lambda_2 \leq \lambda_3$ можно интерпретировать следующим образом: для оптимальности решения внутри области определения необходимо, чтобы ресурс, имеющий наибольшую стоимость использования, прибывал на объект возведения последним.

Сравним теперь оптимальные решения, даваемые эвристическим и ситуационным подходами:

эвристический подход:

$$M_0 = c_3 \Delta M - \frac{c_3(b-a)}{2(c_2 + c_3)}$$

ситуационный подход:

$$M_* = \min [M, M_3], \text{ где } M, M_3$$

определяются по формулам (21–22), причем в случае

$$c_3 \leq c_2 : M_* = M_3$$

$$\text{Введем в рассмотрение функции } \psi(x, z) = \frac{2(M_3 - M_0)(c_2 + c_3)}{c_3^2(b-a)},$$

$$\phi(x, z) = \frac{M - M_0}{c_3(b-a)}, \text{ знаки которых совпадают со знаками функций}$$

$$M_3 - M_0 \text{ и } M - M_0 \text{ соответственно, и где } x = \frac{c_2}{c_3}, \quad 0 \leq x < \infty;$$

$$z = \frac{\Delta M}{b-a}, \quad 0 < z < \infty$$

Тогда получим:

$$\psi(x, z) = (x^2 - 1)z + 1 \quad (23)$$

$$\phi(x, z) = -\frac{(1-x)z}{2} - \frac{1-x}{3} \sqrt{\frac{1-x}{1+x}} - (1 - \frac{x}{3}) \sqrt{\frac{2x}{1+x}} + \frac{1}{2(1+x)} + \frac{5-x}{6}. \quad (24)$$

При $x \geq 1$, $M_* = M_3$ имеем дело только с функцией $\psi(x, z)$, причем ясно, что в этом случае $\psi(x, z) > 0$, т.е. в случае $c_3 \leq c_2$ эвристический подход дает лучшее решение, нежели ситуационный.

Пусть $0 \leq x < 1$. В этом случае для тех точек (x, z) , для которых выполнено соотношение

$$\min [\psi(x, z), \phi(x, z)] < 0, \quad (25)$$

ситуационный подход дает лучшее решение, чем эвристический.

Зафиксируем значение x из диапазона $[0,1]$, тогда поскольку $0 < z < \infty$ и z входит в функции $\psi(x, z)$, $\phi(x, z)$ линейно и коэффициент при $z \forall x \in [0,1]$ отрицателен, то найдутся такие наименьшие $z_1(x)$ для функции $\psi(x, z)$ и $z_2(x)$ для $\phi(x, z)$, что $\forall z > z_1(x)$ будет выполнено, $\psi(x, z) < 0$ и $\forall z > z_2(x) - \phi(x, z) < 0$. Таким образом, $\forall x \in [0,1]$ существует $z_*(x) = \min[z_1(x), z_2(x)]$ такое, что $\forall z > z_*(x)$ выполнено соотношение (25).

Ясно, что $z_1(x), z_2(x)$ вычисляются из условия обращения в нуль функций $\psi(x, z)$ и $\phi(x, z)$ при фиксированном x ; и тогда

$$z_*(x) = \min \left\{ \frac{1}{1-x^2} \cdot \frac{2}{1-x} \left[\frac{1}{2(1+x)} + \frac{5-x}{6} - \frac{1-x}{3} \sqrt{\frac{1-x}{1+x}} - \left(1 - \frac{x}{3}\right) \sqrt{\frac{2x}{1+x}} \right] \right\} \quad (26)$$

Таким образом, можно заключить (рис.4), что для любого значения $x = \frac{c_2}{c_3}$ из диапазона $[0,1]$ существует такое значение $z_*(x) = \frac{\Delta M}{b-a}$

(26), что на конечном интервале $(0, z_*(x))$ эвристический подход по сравнению с ситуационным дает лучшее решение, на кривой $z = z_*(x)$ эти решения совпадают, а на бесконечном интервале $(z_*(x), \infty)$ лучшее решение дает ситуационный подход.

В качестве примера приведем значение $z_*(x)$ в некоторых точках:

$$z_*(0) = \min \{1, 2\} = 1; \quad z_*(1/5) = \min \left\{ \frac{25}{24}, \frac{73}{24} - \frac{14+4\sqrt{2}}{6\sqrt{3}} \right\} \approx 1,05;$$

$$z_*(1/4) = \min \left\{ \frac{16}{15}, \frac{2}{3} \left[\frac{143}{30} - \frac{11\sqrt{2}+3\sqrt{3}}{3\sqrt{5}} \right] \right\} \approx 1,07$$

$$z_*(1/3) = \min \left\{ \frac{9}{8}, \frac{83}{24} - \frac{11}{3\sqrt{2}} \right\} \approx 0,86; \quad z_*(1/2) = \min \left\{ \frac{4}{3}, \frac{13\sqrt{3}-2-10\sqrt{2}}{3\sqrt{3}} \right\} \approx 1,2$$

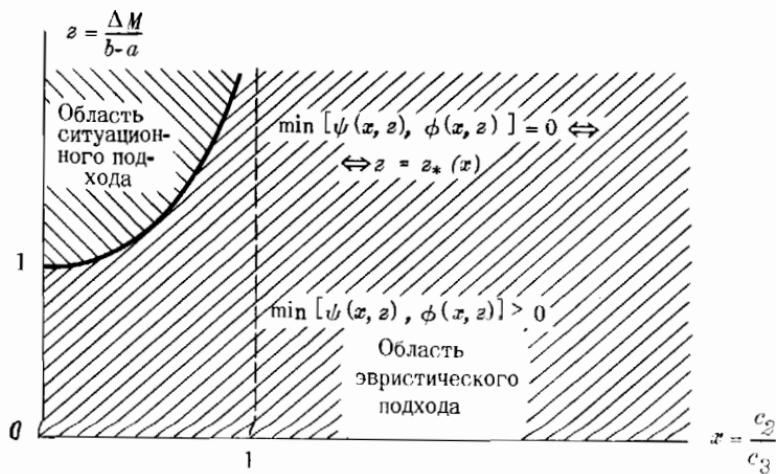


Рис. 4. Анализ решений (пример I)

Пример II.

Теперь будем решать задачу при следующих предположениях:

$x_1(1), x_2(1)$ – случайные величины, равномерно распределенные на $[a, b]$;

$$x_1(2) = x_1(3) = M + \Delta M = \text{const } t > 0; \Delta M > 0;$$

$$x_2(2) = x_2(3) = M = \text{const} > 0.$$

$$\lambda_1 = 0, a \leq \lambda_2 \leq \lambda_3 \leq b.$$

1. Эвристический подход.

Оптимальное решение получается аналогично эвристическому подходу в примере I и имеет следующий вид:

$$\lambda_{20} = \lambda_{30} = b \quad \text{и} \quad M_2 = \min M\{I\} = c_2 \Delta M. \quad (27)$$

II. Ситуационный подход.

Не вдаваясь в выкладки и доказательства, заметим, что оптимальное решение в этом случае совершенно совпадает с оптимальным решением ситуационного подхода (пример I), т.е. оно имеет следующий вид:

$M_* = \min [M, M_3]$, где M, M_3 вычисляются по формулам (21–22), причем в случае $c_3 \leq c_2$ $M_* = M_3$. Заметим, что и в этом случае получается следующий вывод: для оптимального внутри области определения решения необходимо, чтобы ресурс, имеющий наибольшую стоимость использования, прибывал на объект возведения последним.

Сравним теперь оптимальные решения, даваемые эвристическим и ситуационным подходами (рис.3).

$$\text{В случае } c_3 \leq c_2, M_* = M_3 = \frac{c_2 + c_3}{2} \Delta M, \text{ а } M_2 = c_2 \Delta M \quad \text{ясно,}$$

что $M_3 \leq M_2$, т.е. ситуационный подход дает лучшее решение, нежели эвристический.

Пусть $c_3 > c_2$. Так как в этом случае $M_3 > M_2$, то области, где ситуационный подход лучше, следует искать из сравнения функций M, M_2 . Введем в рассмотрение функцию

$$\lambda(x, z) = \frac{M - M_2}{c_3(b-a)}, \quad \text{где } x = \frac{c_2}{c_3}, \quad 0 \leq x < 1; \quad z = \frac{\Delta M}{b-a},$$

$0 < z < \infty$, тогда получим:

$$\lambda(x, z) = \frac{(1-x)z}{2} + \frac{5-x}{6} - \frac{1-x}{3} \sqrt{\frac{1-x}{1+x}} - \left(1 - \frac{x}{3}\right) \sqrt{\frac{2x}{1+x}} \quad (28)$$

Для тех точек (x, z) , в которых выполнено соотношение

(29)

$$\lambda(x, z) < 0,$$

сituационный подход дает лучшее решение, нежели эвристический.

Зададим значение x из диапазона $[0, 1]$. Тогда поскольку $0 < z < \infty$, z входит в функцию $\lambda(x, z)$ линейно и коэффициент при $z \forall x \in [0, 1]$ положителен, то существует такое наименьшее $z_3(x)$, что $\forall z < z_3(x)$ будет выполнено соотношение (29). Ясно, что $z_3(x)$

вычисляется из условия обращения в нуль функции $\lambda(x, z)$ при фиксированном x , т.е.

$$z_3(x) = \frac{2}{1-x} \left[\frac{1-x}{3} \sqrt{\frac{1-x}{1+x}} + \left(1 - \frac{x}{3}\right) \sqrt{\frac{2x}{1-x}} - \frac{5-x}{6} \right]. \quad (30)$$

Таким образом, можно сделать следующий вывод (рис.5): для любого значения $x = \frac{c_2}{c_3}$ из диапазона $[0,1]$ существует такое значение $z_3(x) = \frac{\Delta M}{b-a}$ (30), что на конечном интервале $(0, z_3(x))$ ситуационный подход по сравнению с эвристическим дает лучшее решение, на линии $z = z_3(x)$ эти пути совпадают, а на бесконечном интервале $(z_3(x), \infty)$ лучшее решение дает эвристический подход. (Напомним, что $z_3(x)$ должно удовлетворять условию $z_3(x) > 0$).

$$z_3(0) = -1; \quad z_3(1/5) \approx -0,24; \quad z_3(1/4) \approx -0,06;$$

$$z_3(1/3) \approx 0,02; \quad z_3(1/2) \approx 0,07; \quad z_3(2/3) \approx 0,15;$$

$$z_3(3/4) \approx 0,15; \quad z_3(4/5) \approx 0,11; \quad z_3(9/10) \approx 0,08;$$

$$z_3(1) = \lim_{x \rightarrow 1^-} z_3(x) = 0.$$

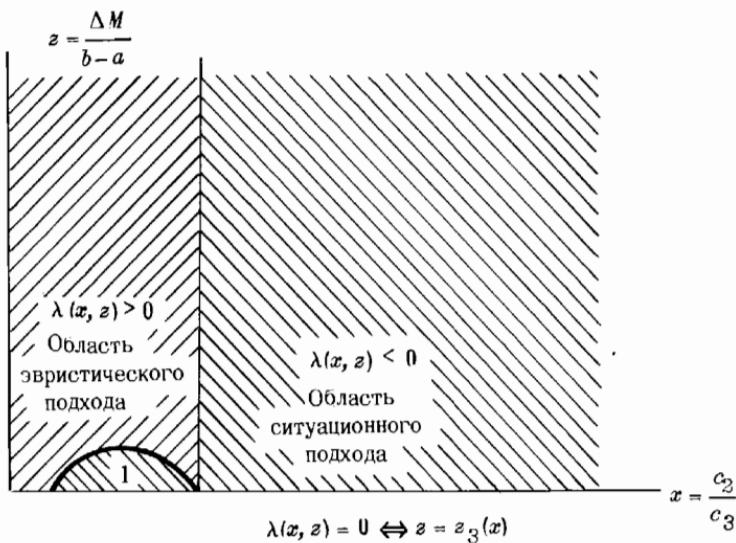


Рис.5. Анализ решений (пример II)

Заметим, что анализ и сравнение эвристического и ситуационного подходов в рассматриваемых примерах функционирования строительной системы был произведен и для второй цели функционирования системы

$$\min M\{I\} \text{ при } T \leq T_g .$$

Результаты получились аналогичными.

Изучение эвристического и ситуационного подходов к управлению строительной системой показывает, что эвристический и ситуационный подходы в среднем одинаково хорошо справились с поставленными задачами (рис.4-5). Это объясняется простотой рассматриваемой системы, что позволило на основе предварительного анализа задач выбрать хорошую стратегию-эвристику распределения ресурсов по подсистемам для эвристического подхода (см.табл.). Но в достаточно сложных системах – это уже невозможно. Имитационный анализ более сложных систем показал преимущество ситуационного подхода.

Следует отметить, что для оптимальности решения внутри области определения поставленных задач (что видно для задач с ограничением (4) на время возведения объекта) необходимо, чтобы ресурс, имеющий наибольшую стоимость простоя, прибывал в систему последним.

Итак, аналитический анализ эвристического и ситуационного подходов к задачам принятия решений по управлению строительными системами показывает целесообразность их использования. Преимущество ситуационного подхода проявляется с увеличением сложности строительной системы.

Литература

1. Пospelov D.A., Pushkin V.N. Myshlenie i automaty. M., "Sovetskoe radio", 1972.
2. Klykov Yu.I. Situacionnoe upravlenie bol'simi sistemami. M., "Energiya", 1974.

УДК 69:003:65.014.011.56

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Ильин Н.И., Жуков А.И., Киселев В.С.

Развитие современного строительного производства в значительной мере осуществляется за счет интенсификации технологических процессов, которые являются материальной базой строительного производства. Обеспечение управляемости процессов и внедрение автоматизированных систем управления ими является средством повышения производительности труда, качества выпускаемой продукции, сокращения продолжительности, трудоемкости возведения объектов и повышение рентабельности строительных организаций.