

20. 12. 2005 Нетрадиционная логическое управление

В статье предлагается не усовершенствованное традиционное понимание логического управления, а его совершенно новая концепция.

Йозеф БОКР

АННОТАЦИЯ

Йозеф Бокр, г. Пльзень, Чехия

Современная концепция логического управления предполагает, что управляемый объект является динамическим и что управляющий автомат (управляющее устройство), как правило Мили, по:

- Глушкову, находятся в некотором своем состоянии, воспринимая настоящее состояние управляемого объекта и, может быть, измеримое возмущение, воздействующее на объект, переходит в своё состояние-преемника и выдает управление, переводящее объект из исходного состояния в состояние-преемника,
- Беллману, поскольку управление объектом есть функция состояния того-же объекта, является автоматом Глуškova минимальным по количеству состояний, т.е. статическим (комбинационным) управляющим устройством.

В обоих случаях, не влздействует ли на управляемый объект измеримое возмущение, нелбзя добиться детерминированного управляющего автомата. Кроме того, вполне оправдан вопрос: почему управлять динамическим (самодвижущимся) объектом? Ведь, в самом деле, технологическая установка лишь потенциально динамическая, но охватывая её обратной связью, в состав которой входит управляющий автомат, естественно по Беллману, получают динамическую систему автоматического логического управления. Часто бывает, что технологи строят не саму технологическую установку, а систему её логического управления ; разработчикам промышленной автоматики тогда «нечего делать».

И ещё, вряд ли можно говорить о логическом управлении, имея в виду только разработку комбинационных или последовательностных логических цепей (структурных моделей).

НЕТРАДИЦИОННОЕ ЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ

Автор не предлагает усовершенствованную версию традиционного логического управления, а предлагает совершенно новое понимание логического управления, отвергая его традиционную концепцию, показывая её, возможно удивительную, несостоятельность.

Заново рассматривается т.н. объект управления, считавшийся до сих пор динамическим, оказывается который лишь потенциально динамическим. Показывается также, что субъект, идентифицирующий последовательностный, т.н. объект управления, строит не его конечно-автоматную модель, а конечный автомат динамической системы автоматического логического управления (*САЛУ*) в целом, явно содержится в котором конечно-автоматная модель статического управляющего устройства, входящего в состав *САЛУ*.

Автор считает полезным еще напомнить классификацию управления:

- с обратной связью,
- с прямой связью : - директивное,
 - программное.

Программное управление это управление вынуждено без обратной связи, так как данные о состояниях управляемой установки отсутствуют из за их физической недостижимости или слишком дорого обходятся или их нельзя своевременно обработать. Директивное управление это управление сознательно без обратной связи, т.е. с прямой связью, припоминает которое скорее владение установкой.

2. ДИНАМИЧЕСКИЙ ЛОГИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ

Назовем стационарным динамическим логическим недетерминированным, спец. детерминированным, объектом объект O , моделью которого есть, без потери всеобщности, конечный полуавтомат

$$O = \langle U \times [Z], S, \delta_O \rangle$$

где U, Z, S – алфавит соответственно целенаправленных, всегда измеримых, воздействий, т.е. входной, измеримых возмущений $)^*$, состояний и δ_O – отношение, в частности функция, переходов

$$\delta_O : S \times U \times S : \langle s, u, s' \rangle$$

спец.

$$\delta_O : S \times U \times [\mathcal{Z}] \rightarrow S : \langle s, u, [\mathcal{z}(z)] \rangle \mapsto s'$$

где $\mathcal{z}(z)$ – хотя бы одно возмущение z из возмущений блока $\mathcal{z}$ разбиения $\mathcal{Z}$, s' – предикация возможного, спец. достоверного состояния – (непосредственного) преемника-состояния s и $[Z] = Z$ или $\{\emptyset\}$, $[\mathcal{Z}] = \mathcal{Z}$ или $\{\emptyset\}$, $[\mathcal{z}] = \mathcal{z}$ или $\emptyset$ и $\mathcal{Z}$ – достоверное возмущение, представляет собой которое полное разбиение алфавита Z .

)^{*} На некоторые свойства входного сырья или входных полуфабрикатов или на некоторые условия протекания технологического процесса – параметры – например как температура, скорость, давление, подача, число оборотов, выдержка во времени и т.п., не удастся целенаправленно воздействовать, т.е. они не управляемы. Параметры либо никогда, либо некогда измеряемы. Значение неизмеряемых параметров нельзя оценить чаще всего из-за отсутствия датчиков или потому, что их измерение физически невозможно или слишком дорого обходится. Случайные воздействия параметров на O моделируются выполнением или невыполнением, как правило двоичных, предикатов – возмущений z ($z \in Z$) – носителями которых суть отношения на множестве параметров. Выполнение предикатов или пассивно ожидается, или активно организуется самим O ; например, выдержка во времени или совершается нагрев детали до желаемой температуры.

Пример 1. Построить достоверное возмущение $\mathcal{Z}$ системы возможных переходов из рис. 1. Пусть заданы элементарные бинарные возмущения: $z_1 = (t \leq m)$, $\bar{z}_1 = (t > m)$, $z_2 = (\text{сч} := n)$, $\bar{z}_2 = (\text{сч} < n)$, z_3 , $\bar{z}_3$, где t – температура детали, сч – содержимое счетчика, z_3 – деталь находится в соответствующей позиции. Отсюда алфавит возмущений $Z = \times_{i=1}^3 \{z_i, \bar{z}_i\} = \{z_1^{\sigma_1} z_2^{\sigma_2} z_3^{\sigma_3}\}_{\sigma_1 \sigma_2 \sigma_3 \in \{0,1\}^3}$ при $z^\sigma = z^\sigma \vee \bar{z}^{\bar{\sigma}}$ ($\sigma \in \{0,1\}$). При пассивном ожидании воздействия возмущений на объект на Z задано разбиение $\mathcal{Z} = \{\mathcal{z}_1, \mathcal{z}_2, \mathcal{z}_3\}$, где $\mathcal{z}_1 = \bar{z}_1 \bar{z}_2 \bar{z}_3$, $\mathcal{z}_2 = z_1 \bar{z}_3 \vee z_1 \bar{z}_3$ и $\mathcal{z}_3 = z_3$ – см. рис.1 а). Воздействовало ли уже $\mathcal{z}_3$ на O ($\mathcal{z}_3$ стало достоверным), то пусть также задано разбиение $\mathcal{Z}_3 = \{\mathcal{z}_{31}, \mathcal{z}_{32}, \mathcal{z}_{33}\}$ на $Z_3 = \{z_1, z_2\}$ ($Z_3 = Z - \{z_3\}$), где $\mathcal{z}_{31} = \bar{z}_1 \bar{z}_2$, $\mathcal{z}_{32} = \bar{z}_1 z_2$ и $\mathcal{z}_{33} = z_1$ – см. рис. 1 б). Построить достоверные возмущения системы случайных переходов в O (рис. 1 в) : $\mathcal{Z} = \mathcal{z}_1 \vee \mathcal{z}_2 \vee \mathcal{z}_3$, $\mathcal{Z}_3 = \mathcal{z}_{31} \vee \mathcal{z}_{32} \vee \mathcal{z}_{33}$.

■

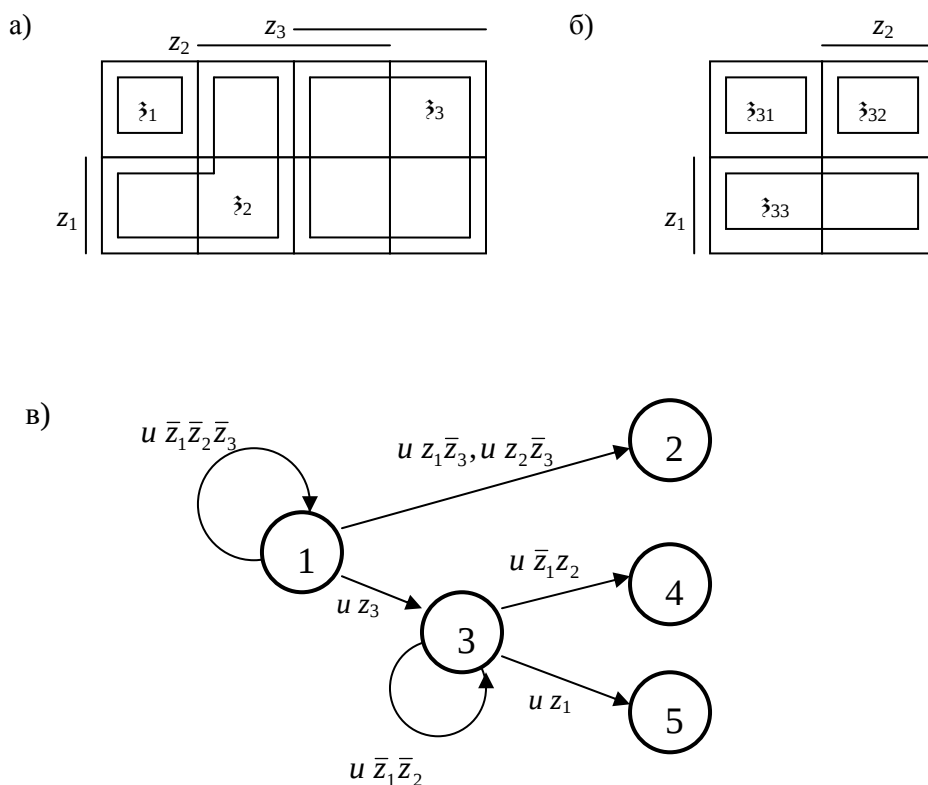


Рис.1. а), б) Возмущающие воздействия, в) система переходов из примера 1.

Подвергается ли объект O управлению, его поведение последовательно.

Поскольку функция выходов $\lambda: S \rightarrow S: s \mapsto s$ модели O тождественна, то O **наблюдаем** [1] и, поскольку располагают отношением, спец. функцией, переходов δ_O , то O **идентифицируем** [2].

Обобщив отношение, в частности функцию, переходов δ_O объекта O и обозначив через s_H и $s_{i\phi}$ соответственно начальное и концевые (финальные) состояния траекторий состояний в O , пишут для траекторий:

$$\delta_O: S \times U^f \times S: \langle s_H, u_{i1} u_{i2} \dots u_{if}, s_{i\phi} \rangle$$

причем $\delta_O(s_{i\phi}, u_{if}, s_{i\phi})$, спец.

$$\delta_O: S \times U^f \times [Z^f] \rightarrow S: \langle s_H, u_{i1} u_{i2} \dots u_{if}, [z_{j1}(z) z_{j2}(z) \dots z_{jf}(z)] \rangle \mapsto s_{i\phi}$$

причем $\delta_O(s_{i\phi}, u_{if}) = s_{i\phi}$, ибо рекуррентно

$$(S \times U^f \times S) = (S \times U \times S) * (S \times U^{f-1} \times S): \langle s_H, u_{i1}, \langle u_{i2} u_{i3} \dots u_{if}, s_{i\phi} \rangle \rangle,$$

в частности

$$(S \times U^f \times [Z^f] \rightarrow S) = (S \times U \times [Z] \rightarrow S) * (S \times U^{f-1} \times [Z^{f-1}] \rightarrow S): \\ \langle s_H, u_{i1}, [z_{j1}] \langle u_{i2} u_{i3} \dots u_{if}, [z_{j2} z_{j3} \dots z_{jf}] \rangle \rangle \mapsto s_{i\phi}$$

где $*$ - свертка отношений, спец. функций.

В случае, что в любой траектории состояний в O не встречаются циклы состояний, содержат которые s_H или $s_{i\phi}$, и если обеспечено конечное количество выполнений циклов состояний в каждой траектории состояний в O , то говорят, что $s_{i\phi}$ **достижимо** из s_H или, что s_H **управляемо** в $s_{i\phi}$. Если любое s_H управляемо в принадлежащие концевые состояния $s_{i\phi}$ в O , то O считаем **управляемым**. Назовем **управляемость конструктивной**, существует ли конечно-автоматная модель управляющего устройства ($УУ$), воздействует которое на вход объекта так, что в O выполняются желаемые траектории состояний, причем $УУ$ вместе с O образует *САЛУ* с обратной связью.

Поскольку $\delta_O(s, u, s')$, спец. $\delta_O(s, u, z(z)) = s'$, то, находится ли O в состоянии s , объект O достоверно перейдет в состояние s' , а если O находится в s , то, воздействует ли на O стимул u , спец. вместе с возмущением $z(z)$, объект O всегда перейдет в s' . Таким образом, состояние s – необходимая и воздействие u , спец. вместе с $z(z)$ – доста-

точная причина перехода из s в s' и представляют собой все его причины. Так как любой переход между состояниями нужно завести и исполнить, являются: необходимая причина s исполнителем и достаточная причина u , спец. вместе с $z(z)$, инициатором перехода из s в s' . Но так как O всегда находится в некотором своем состоянии s , то считают стимул u [3], спец. вместе с $z(z)$, необходимой и достаточной причиной перехода из s в s' , не замечая [4], таким образом, динамический характер состояния s .

Поэтому отметим основное свойство динамических объектов: «стихийность» (спонтанное выполнение) траекторий состояний при заданном $i = k$ и $j = l$ и $u_{k1} = u_{k2} = \dots = u_{kf} = u_k$, $z_{l1}(z) = z_{l2}(z) = \dots = z_{lf}(z) = z_l(z)$ т.е. $\delta_O(s_H, u_k^f, s_{k\phi})$, спец. $\delta_O(s_H, u_k^f, [z_l^f(z)]) = s_{k\phi}$. Значит, любая спонтанно выполняемая, выше приведенная траектория состояний динамического объекта O самоуправляема и $УУ$ траекторию лишь заводит или ей, что то же самое, директивно управляет в $САЛУ$ с прямой связью.

Динамические объекты (цепи) проектируются посредством канонической декомпозиции, блочная структура которой предопределена. Поэтому иногда утверждается, что каноническая декомпозиция регламентирована функцией переходов [3] или возбуждений [4]; но является тогда каноническая декомпозиция, собственно говоря, декомпозицией? Пусть, ради простоты, заданы динамический прототип полуавтоматом

$$O = \langle U, S, \delta_O \rangle,$$

где $\delta_O : S \times U \rightarrow S : \langle s, u \rangle \mapsto s'$ и кодирование состояний $k : S \rightarrow Q : s \mapsto q$. Подобрав динамический заменитель $З$ прототипа O

$$З = \langle E, Q, \delta_З \rangle,$$

где E, Q – алфавит соответственно возбуждений ($E \subseteq Q \times U$) и состояний и $\delta_З$ – заданная функция переходов $\delta_З : Q \times E \rightarrow Q : \langle q, e \rangle \mapsto q'$, иммитирует который под воздействием возбуждения e своими переходами между состояниями переходы между состояниями образца O , строим каноническую композицию. Имеет ли место мономорфизм k прототипа O в каноническую композицию (рис. 2. а))

$$K = \langle U, Q, \delta_K \rangle$$

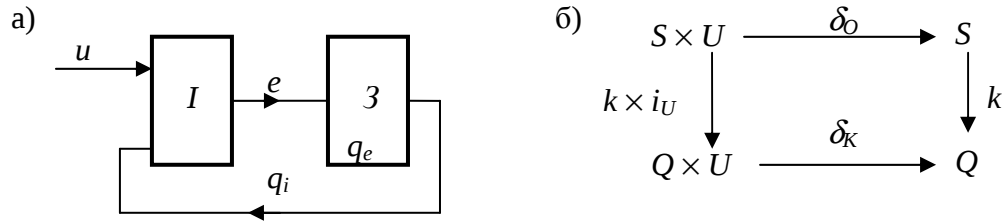


Рис.2. а) Каноническая композиция K , б) диаграмма свёртки функций.

где $\delta_K : Q \times U \rightarrow Q : \langle q, u \rangle \mapsto q'$ и

$$I = \langle Q \times U, E, \lambda_I \rangle$$

искомая статическая цепь, функция выходов λ_I которой $\lambda_I : Q \times U \rightarrow E : \langle q, u \rangle \mapsto e$, т.е. диаграмма (рис. 2. б)) коммутативна ($i_U : U \rightarrow U : u \mapsto u$):

$$(k \times i_U) * \delta_K = \delta_o * k,$$

или же

$$k(s') = k(\delta_o(s, u)) = \delta_K(k(s), u) = \delta_3(k(s), e) = \delta_3(k(s), \lambda_I(k(s), u)).$$

Нужно отметить, что хотя $q = q_i = q_e$ (рис. 2. а)), состояние q_e необходимая, исполнительная причина и q_i достаточная, иницирующая (вместе с u) причина перехода 3 из q в q' . Продолжая канонически декомпозировать заметитель, придем к наиболее простому заметителю – параллельному регистру из элементов задержки.

Напомним, что в конечно-автоматной модели динамического логического объекта считают переходы между состояниями мгновенными, т.е. конечный автомат, строго говоря, не справляется с всегда имеющейся продолжительностью переходов. Поэтому промежуточное состояние, находится в котором реальный объект в течение перехода, считая его неинтересным или ненаблюдаемым, отождествляют или виртуально с конечным, или реалистически с исходным состоянием перехода. Таким образом, удастся соответственно с одной стороны записывать таблицу переходов, и с другой стороны разумно пояснить выдачу реакции объектом Мили, описанием которого мы сейчас займемся.

Пусть упорядоченная пятёрка

$$O = \langle U \times [Z], S, Y, \delta_O, \lambda \rangle$$

есть конечно-автоматная модель динамического логического объекта Мили, где λ -
- отношение

$$\lambda : S \times U \times Y : \langle s, u, y \rangle$$

в частности функция

$$\lambda : S \times U \times [Z] \rightarrow Y : \langle s, u, [z(z)] \rangle \mapsto y$$

выходов. Если $S = \{s\}$ ($|S| = 1$), то отношением $\delta_O : \{s\} \times U \times \{s\} : \langle s, u, s' \rangle$; в частности функцией $\delta_O : \{s\} \times U \times [Z] \rightarrow \{s\} : \langle s, u, [z(z)] \rangle \mapsto s$ переходов можно формально, но не фактически, пренебречь и отношение $\lambda : \{s\} \times U \times Y : \langle s, u, y \rangle$, в частности функцию $\lambda : \{s\} \times U \times [Z] \rightarrow Y : \langle s, u, [z(z)] \rangle \mapsto y$, можно формально, но не фактически, модифицировать: $\lambda : U \times Y : \langle u, y \rangle$ спец. $\lambda : U \times [Z] \rightarrow Y : \langle u, [z(z)] \rangle \mapsto y$.

Получив, тем самым, выраженный динамический объект – статический объект, говорят, что его конечно-автоматной моделью служит упорядоченная тройка

$$O = \langle U \times [Z], Y, \lambda \rangle$$

помня, что $S \neq \emptyset$. Иными словами, функционирование статического объекта представляет повторное выполнение виртуального состоянческого перехода вокруг единственного, для любого входного воздействия устройчивого, состояния.

Очевидно также, что $O = \langle U \times [Z], Y, \lambda \rangle$ это минимальный, по числу состояний, вариант $O = \langle U \times [Z], S, Y, \delta_O, \lambda \rangle$ Мили при $|S| > 1$, ведет себе который комбинационно.

Заметим, что динамический объект может себе вести комбинационно или последовательно, а объект статический ведет себе всегда комбинационно; поэтому отказываемся от классификации объектов на объекты комбинационные и последовательностные.

3. ТРАДИЦИОННОЕ ЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Технологическая установка (OU) перерабатывает входное сырьё или полуфабрикаты некоторых свойств в продукты или полуфабрикаты желаемых свойств. Входные переменные установки представляют собой свойства сырья или заготовок (химический состав, размеры, механические свойства, скорость подачи и т.д.), используемых на данной технологической аппаратуре и параметры, характеризующие условия протекания процесса (температура, скорость подачи, число оборотов, производительность и т.п.). К состоятельным переменным (s) относятся характеристики полученного продукта или полуфабриката (химический состав, размеры, количество, стоимость и т.д.). Входные переменные могут быть как измеряемые так и неизмеряемые и на часть из них может целенаправленно влиять субъект, «переносит» который свои способности на управляющее устройство (YU).

Измеряемые входные переменные, оказывает на которые влияние субъект, суть управляющие переменные (u). Остальные неконтролируемые входные переменные, несущие, таким образом, случайный характер, суть возмущения z (z) – рис. 3.

Цели, т.е. достижимые конечные состояния траекторий состояний естественно выполняемых натурфактами, как правило, не устраивают субъект и поэтому приходится, нежели часто излишне заставлять натурфакт двигаться как следует, строить артефакты (технологические аппаратуры) – OU , целенаправленные воздействия (управление) вызывающие движение вдоль траекторий состояний, устраивающим потребителя. Интересно отметить, что в логическом управлении скорее стремятся синтезировать структурную модель управляющего устройства (YU), чем анализировать траектории состояний в OU .

Приведем оба встречающихся подхода к логическому управлению:

- господствующий по Глушкову [5],
- по Беллману [1].

Конечноавтоматной моделью OU пусть является, без потери общности, как и в гл. 2. статьи, упорядоченная тройка

$$OU = \langle U \times [Z], S, \delta_0 \rangle$$

Необходимо подчеркнуть, что в управлении движением OU по «стихийным» траекториям состояний посредством обратной связи нет никакого смысла; ведь этими траекториями достаточно управлять директивно, т.е. посредством прямой связи их заводить!

Хотя под беллмановым законом управления [1] произвольным динамическим OU понимают функцию $\lambda : S \rightarrow U : s \mapsto u$, т.е. беллманово управляющее устройство UY_B представляет собой статический объект

$$UY_B = \langle S \times [Z], U, \lambda_{YB} \rangle$$

где λ_{YB} – функция (почему?) выходов $\lambda_{YB} : S \times [Z] \rightarrow U : \langle s, [z] \rangle \mapsto u$, распространено глушково динамическое понимание управляющего устройства UY_G :

$$UY_G = \langle S \times [Z], Q, U, \delta_{YG}, \lambda_{YG} \rangle$$

где Q – алфавит состояний, δ_{YG} – функция (пусть) переходов $\delta_{YG} : Q \times S \times [Z] \rightarrow Q : \langle q, s, [z] \rangle \mapsto q'$ и λ_{YG} – функция (почему?) выходов $\lambda_{YG} : Q \times S \times [Z] \rightarrow U : \langle q, s, [z] \rangle \mapsto u$. Само собой разумеется, что переходы между состояниями UY_G (формально игнорированные в UY_B) моделируются функцией переходов, и разработчики промышленной автоматики не колеблясь, также «естественно» считают, что моделью выдачи управления UY_B или UY_G является функция выходов.

Из самой сути взаимодействий UY_G и OU сразу видно, что UY_B является минимальной, по количеству состояний, формой UY_G ; действительно, автономная САЛУ представляет собой композицию UY и OU с обратной связью (рис.3.), конечно-автоматной моделью которой есть упорядоченная тройка

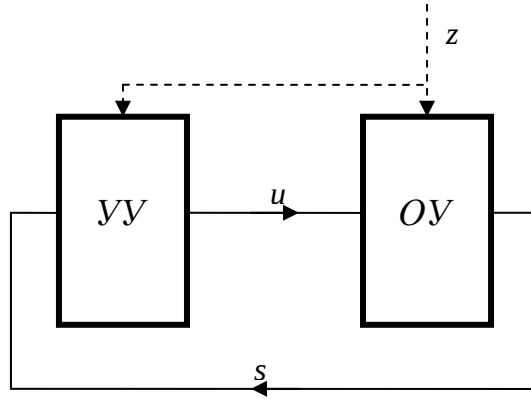


Рис. 3. Автономная система автоматического логического управления.

$$\langle [Z], S \times [Q], \delta \rangle,$$

где δ отношение

$$\begin{aligned} (S \times [Q]) \times (S \times [Q]) : \langle \langle s, [q] \rangle, s' [q'] \rangle &= \langle \langle s, [q] \rangle, \langle proj_3 \delta_o(s, u, s'), [\delta_{yG}(q, s)] \rangle \rangle = \\ &= \langle \langle s, [q] \rangle, \langle proj_3 \delta_o(s, \lambda_y([q], s), s'), [\delta_{yG}(q, s)] \rangle \rangle, \text{ в частности функция} \\ (S \times [Q]) \times [Z] \rightarrow (S \times [Q]) : \langle s, [q], [z(z)] \rangle &\mapsto \langle s' [q'] \rangle = \langle \delta_o(s, \lambda_y([q], s, [z(z)])) [\delta_{yG}(q, s, [z(z)])] \rangle, \\ \text{переходов, причем } \lambda_y([q], s, [z(z)]) &= \begin{cases} \lambda_{yG}(q, s), \lambda_{yG}(q, s, z(z)) \\ \lambda_{yB}(s), \lambda_{yB}(s, z(z)) \end{cases} \text{ ибо } [\delta_{yG}] = \delta_{yG} \text{ или } \{\emptyset\}, \end{aligned}$$

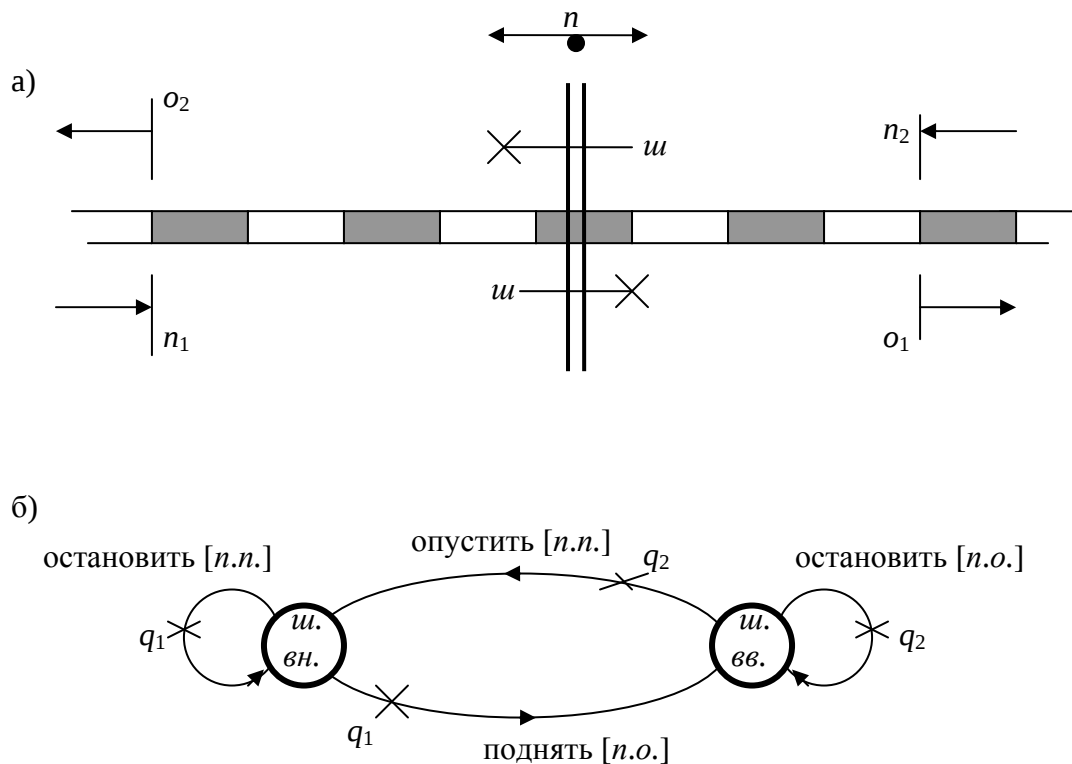
$[Q] = Q$ или $\{\emptyset\}$, $[q] = q$ или $\emptyset$ и $s\emptyset = s$, $s'\emptyset = s'$.

Рассмотрим переходы $\delta_o(s, u_i, s'_i)$ и $\delta_o(s, u_j, s'_j)$, при $u_i \neq u_j$ ($i \neq j$). Тогда для $УУ_G$ ($УУ_B$) получают $\delta_{yG}(q, s) = q'$ и также с одной стороны $\lambda_{yG}(q, s) = u_i$ ($\lambda_{yB}(s) = u_i$), и с другой стороны $\lambda_{yG}(q, s) = u_j$ ($\lambda_{yB}(s) = u_j$). Таким образом, $\lambda_{yG} : Q \times S \times U : \langle q, s, u \rangle (\lambda_{yB} : S \times U : \langle s, u \rangle)$, что не приемлемо, ибо $\lambda_{yG}(q, s) \neq \lambda_{yG}(q, s) (\lambda_{yB}(s) \neq \lambda_{yB}(s))$; ведь $УУ_G$ ($УУ_B$) должно быть во всяком случае детерминированно!

Но, рассматривая переходы $\delta_o(s, u_i, z_i(z)) = s'_i$ и $\delta_o(s, u_j, z_j(z)) = s'_j$ при $u_i \neq u_j$ ($i \neq j$), замечаем, что для $УУ_G$ ($УУ_B$) имеет силу $\delta_{yG}(q, s, z_i(z)) = \delta_{yG}(q, s, z_j(z)) = q'$ и также с одной стороны $\lambda_{yG}(q, s, z_i(z)) = u_i$ ($\lambda_{yB}(s, z_i(z)) = u_i$), и с другой стороны $\lambda_{yG}(q, s, z_j(z)) = u_j$ ($\lambda_{yB}(s, z_j(z)) = u_j$), что вполне приемлемо. Поэтому, даже если $ОУ$ недетерминирован, т.е. на него воздействуют неизмеримые возмущения, воспринимает принадлежащее $УУ_G$ ($УУ_B$), как ни странно, измеримые возмущения посредством т.н. возмущающего входа. Вот почему не замечают проблему недетерминированного $УУ_G$ ($УУ_B$) в традиционной САЛУ.

Пример 2: Пусть железнодорожный переезд охраняется шлагбаумом – $ш$ – (рис. 4.а)). Датчики n_1 и n_2 (o_1 и o_2) сигнализируют прибытие (отправление) поезда – n – к (от) переезду (а), т.е. прибытие поезда = $n_1 \vee n_2$, отправление поезда = $o_1 \vee o_2$. Обеспечение переезда может находиться в состояниях: *шлагбаум внизу* ($ш. вн.$) и *шлагбаум вверху* ($ш. вв.$) и воздействует на него возмущение: *поезд прибывает* ($n. п.$), т.е. шлагбаум надо опустить и *поезд отправляется* ($n. о.$), т.е. шлагбаум надо поднять и шлагбаум надо остановить после его поднятия или опущения. Диаграмма переходов управляемого охраняемого переезда имеется на рис. 4. б)). Расставляя в диаграмме переходов переезда состояния $УУ_G$ при помощи крестиков, построить диаграммы переходов $УУ_G$ и $УУ_B$ (рис. 4. в)).

Пусть в состав переезда входит ещё положение поезда относительно собственного переезда. Тогда алфавит состояний расширенного переезда состоит из пар $\langle ш. вн., n. п. \rangle$, $\langle ш. вн., n. о. \rangle$, $\langle ш. вв., n. п. \rangle$ и $\langle ш. вв., n. о. \rangle$. Диаграмма переходов расширенного переезда имеется на рис. 4. г). Построить диаграммы переходов принадлежащих $УУ_G$ и $УУ_B$ (рис. 4. д)). ■



Отметим, что, скорее [4,6], говоря о логическом управлении, имеют в виду разработку посредством канонической декомпозиции динамических (с обратными связями) цепей, управляют которым лишь директивно!

Пример 3. Построить «управляющее устройство» светофора, фонари которого управляют транспортным движением на магистрали (м) и на перекрещивающей её локальной дороге (л) [6], причем одни фонарики представляют собой лишь акторы автоматически работающего динамического концепционного светофора. Пешеходы или водители, желающие пересечь магистраль, заявляют об этом сигналом stop. Обозначим зажженный красный, желтый и зелёный фонарь, направленный на магистраль или на локальную дорогу, соответственно через $K_M, Ж_M, З_M$ или $K_L, Ж_L, З_L$ и состояния проектируемой цепи через упорядоченные пары $K_M Ж_L, З_M K_L, Ж_M K_L, K_M, З_L$. Считая, что при подаче сигнала stop, находится ли цепь в состоянии $З_M K_L$ и $K_M З_L$ соответственно в течение τ_M и τ_L времени, получают диаграмму переходов не «управляющего устройства» светофора а самого светофора, в состав которого входят динамическая цепь и фонари, подключённые к её выходам; диаграмма переходов цепи имеется на рис. 5. ■

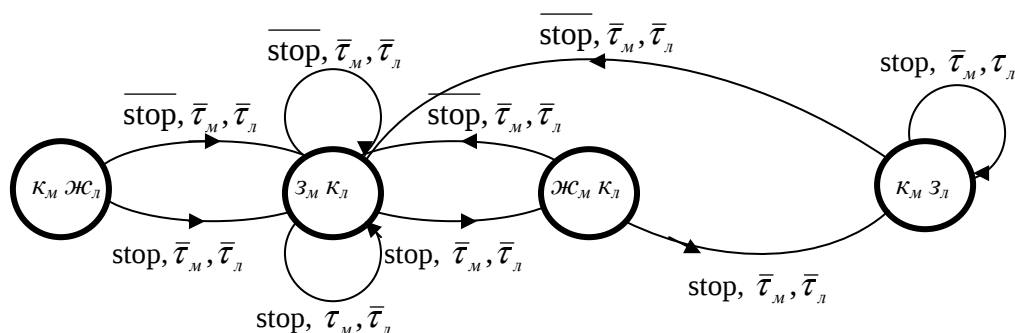


Рис. 5. Дипграмма переходов светофора из примера 3.

Из сложившегося, хотя до сих пор почему - то незамечаемого, положения единствен-ный выход: заново оформить САЛУ с обратной связью.

4. ЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Прежде всего отметим, что конечные автоматы моделируют лишь динамические, спец. также статические, логические объекты. Являются ли объектами лишь устройства динамические, в частности статические, имеем ли мы право называть потенциально динамические установки также объектами, или лучше всего **псевдообъектами** ?

Т. н. *ОУ*, как хорошо известно технологам, не является динамическим; ведь будучи *ОУ* динамическим, им никто управлять не станет. *ОУ* **потенциально - динамический**, ибо не управляя им он самопроизвольно двигаться вдоль желаемой траектории состояний не будет. Итак, субъект, идентифицирующий *ОУ*, чтобы построить его конечно – автоматную модель, псевдообъектом мыслительно управляет, отождествляя самого себя, волей неволей, с *УУ*. Субъектом полученная, тем самым, конечно – автоматная модель, не является моделью *ОУ*, а моделью агрегации *ОУ* и *УУ* с обратной связью, т.е. моделью *САЛУ*.

Ярким примером сказанного может служить стрелковое оружие *АК – 47 (САЛУ)*, состоящее из классической винтовки (*ОУ*), оснащенной обратным поршнем и пружиной сжатия замка (*УУ*), представляют которые доли агрегации динамического оружия.

В состав *УУ* входят ходовые винты; тяговые, цепные, ременные, зубчатые и гидромеханические передачи; подающие механизмы, сбрасыватели, электропередачи, короче говоря «продуктопроводы».

Для наглядности можно сказать, что *УУ* «оживляет» «мертвый» *ОУ*.

Интересно отметить, что технологи, разрабатывая технологические установки (*ОУ*), интуитивно вставляют в них выше приведенные части *УУ*, проектируя в конце концов не сам *ОУ*, а *САЛУ*. Проектировщикам управляющей автоматики в таком случае, практически нечего «делать».

Наталкиваемся сразу на следующие вопросы:

- существует ли и сумеем ли мы построить автоматную модель псевдообъекта,
- как по конечно – автоматной модели *САЛУ* найти модели *УУ* и *ОУ*,
- *УУ* есть динамический или статический объект?

Ответить на поставленные вопросы сравнительно легко.

Задаёмся апостериорно, следуя принципу управления Беллмана, статическим $УУ$ (в случае импульсных датчиков состояний или акторов $ОУ$, вставляются закорачивающие модули памяти), моделью которого есть упорядоченная тройка

$$УУ = \langle S \times Op, U, \lambda_U \rangle$$

где Op – алфавит вмешательств оператора (задающих управлений), т.е. параметром op выбирается выполнение требуемой траектории состояний в $ОУ$, например $Op = \{\text{start}, \text{stop}\}$, $\lambda_U : S \times Op \rightarrow U: \langle s, op \rangle \mapsto u$ – функция выходов $УУ$ и пусть результатом идентификации $ОУ$ является конечный полуавтомат (рис. 6.)

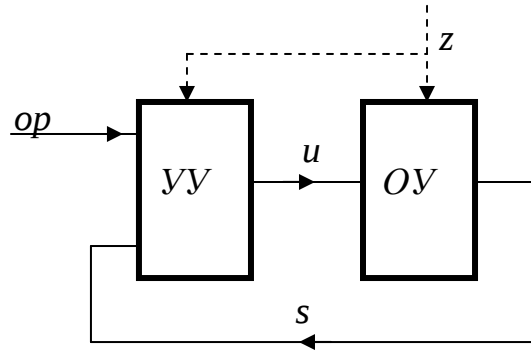


Рис. 6. Система автоматического логического управления.

$$САЛУ = \langle Op \times [Z], S, \delta \rangle$$

где $\delta : S \times Op \times S : \langle s, op, s' \rangle$, спец. $\delta : S \times Op \times [\mathcal{Z}] \rightarrow S : \langle s, op, [\mathcal{z}(z)] \rangle \mapsto s'$ – соответственно отношение, в частности функция, переходов $САЛУ$. Из агрегации $ОУ$ и $УУ$ на рис.4. вытекает **фундаментальное равенство управления**

$$\delta_O = \lambda_U * \delta_O$$

Иными словами, имеет силу

$$(S \times Op \times S) = (S \times Op \xrightarrow{\lambda_U} U) * (U \times S),$$

спец.

$$(S \times Op \times [\mathcal{Z}] \xrightarrow{\delta} S) = (S \times Op \times [\mathcal{Z}] \xrightarrow{\lambda_U} U) * (U \times S),$$

где $\delta_o : U \times S : \langle u, s' \rangle$ (ибо возмущающие воздействия подводятся в УУ в случае необходимости управлять ОУ программно) отношение псевдопереходов конечно – псевдоавтоматной, не слишком интересной, модели

$$OU = \langle U, S, \delta_o \rangle$$

псевдообъекта ОУ.

Пример 4.: Считая приход и отправление поезда к переезду и от переезда из примера 2. задающими управлениями и охраняемый переезд (вкл. шлагбаум) считая САЛУ, получают:

- функцию выходов УУ

<i>op, s</i>	<i>п.п. , ш. вн</i> <i>п. от. , ш. вв.</i>	<i>п. п. , ш. вв.</i>	<i>п. от. , ш. вн.</i>
<i>u</i>	остановить	опустить	поднять

- отношение псевдопереходов шлагбаума

<i>u</i>	остановить	опустить	поднять
<i>s'</i>	<i>ш. вн, ш. вв.</i>	<i>ш. вв.</i>	<i>ш. вн.</i>

■

Пример 5.: Достигнет ли держатель D разливочного ковша PK положения i , переместится тележка центрифуги с литейной формой Φ из положения K со скоростью v_2 (рис. 7.) в положение H , после чего разливочный ковш наклоняется из положения $И$ в P до тех пор, пока не начнёт чугун вытекать из ковша (D_2). Достигнет ли чугун правого края литейной формы (D_1), движется тележка медленно со скоростью v_1 ($v_1 \ll v_2$) из положения H в положение K (вытекающий чугун постепенно центрифугирован вдоль всей длины вращающейся литейной формы). Тележка, проезжая промежуточным положением $П$, заканчивает литье чугуна из ковша, литейный ковш возвращается в положение $И$ и держатель D перемещается в следующую позицию $i + 1$. Построить $УУ_{st}$ устройства центробежного литья. Обозначим управление через *останов* и *пуск*, вмешательство оператора (*ОП*) через *stop*, *start* возмущение через конъюнкт $\tilde{D}_1 \tilde{D}_2$, где D_1, D_2 ($\overline{D_1}, \overline{D_2}$) означает, что чугун излучает (не излучает) и слагаемые состояния через: $И (P)$ - держатель находится в исходном (рабочем) положении, $И, П, K$ - форма

находится в положении соответственно начальном, промежуточном, концевом и $\bar{D}$ ($\bar{D}$)- держатель находится (не находится) в положении i ; состояния устройства имеют тогда вид: ИКД, ИПД, ИНД, РПД, РНД и ИК $\bar{D}$. Таблица переходов центробежного лтья и таблица выходов надлежащего $УУ_{st}$ имеются соответственно в таб. 1. а) и б). ■

Таб. 1. а) Таблица переходов САЛУ, б) таблица выходов $УУ_{st}$ центробежного лтья из примера 5.

а)

		$s'_1 \ s'_2 \ s'_3$				
$\begin{matrix} op \\ \nearrow \\ s_1 s_2 s_3 \end{matrix}$	μ	stop	start	start	start	start
			$\bar{D}_1 \bar{D}_2$	$\bar{D}_1 \bar{D}_2$	$D_1 \bar{D}_2$	$D_1 D_2$
		останов	пуск			
ИКД		-	ИНД	-	-	-
ИНД		-	РНД	-	-	-
РНД		-	-	РНД	-	РПД
РПД		-	-	-	-	ИПД
ИПД		-	-	-	ИК $\bar{D}$	-
ИК $\bar{D}$		ИК $\bar{D}$	-	-	ИК $\bar{D}$	-

б)

ОП $s_1 s_2 s_3$	stop ИК $\bar{D}$	start ИКД, ИНД, РНД, РПД, ИПД	start ИК $\bar{D}$
u	останов	пуск	останов

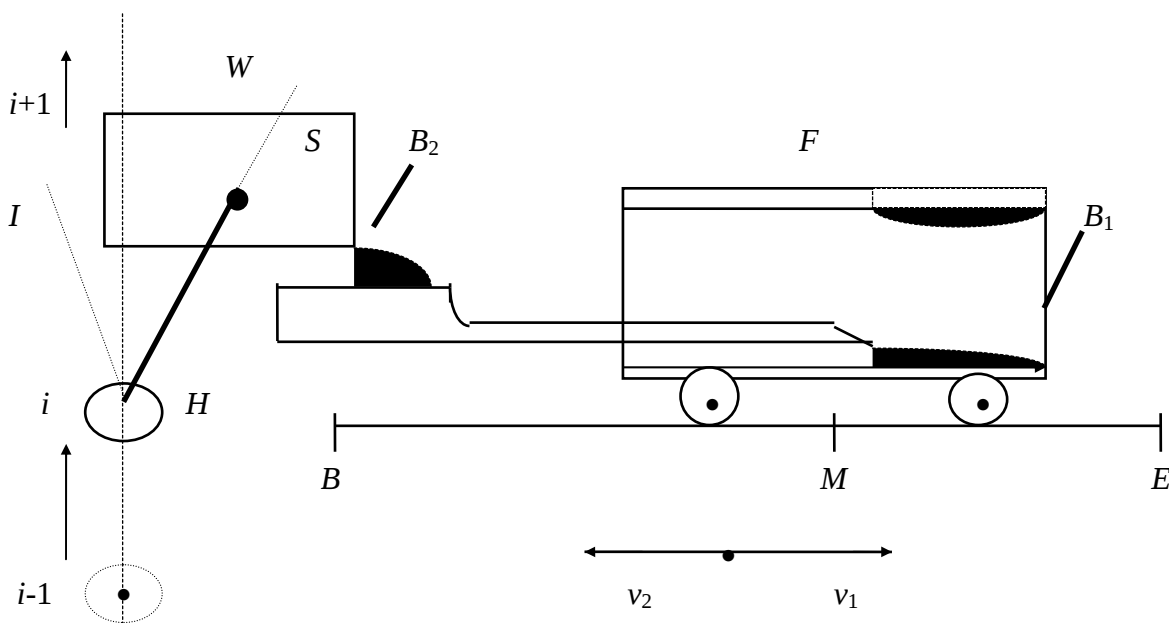


Рис. 7. Схема устройства центробежного лтья чугуновых труб из примера 5.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Автор надеется, что новый подход к логическому управлению, приводящий к удивительно простому и наглядному проектированию структурных моделей логических управляющих устройств логических технологических установок, окажет поддержку испытанию традиционного логического управления.

Ибо, хотя нынешнее логическое управление сводится скорее к разработке цепей УУ, считают УУ детерминированным устройством, не замечая, что оно, следуя существующему пониманию логического управления, в самом деле, недетерминировано. Управляют динамическими объектами (предполагая, что технологические установки суть динамические), управлять которыми не вредно, но бесполезно. Таким образом кажется, что состоянческое традиционное понимание логического управления не поколебимо и в пересмотре не нуждается.

Автор старался прежде всего построить адекватную модель *САЛУ*, надеясь, что такая модель окажется полезной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Kalman, R. E. – Falb, P.L. –Arbib, M.A.: Topics in Mathematical System Theory. (русский перевод – М.: Мир 1971)
- [2] Kubík, S. и др. : Teorie automatického řízení I.(Теория автоматического управления I.) - Praha: SNTL/ALFA 1982
- [3] Глушков, В.М.: Синтез цифровых автоматов. – М.: Физматгиз, 1962
- [4] Шалыто, А.А.: Switch – технология. Алгоритмизация и программирование задач логического управления. – С. П.: Наука 1998
- [5] Глушков, В.М.: Теория автоматов и вопросы проектирования структур цифровых машин. // Кибернетика, № 1, 1965, с. 3 - 11
- [6] Закревский, А. Д.: Параллельные алгоритмы логического управления. - М. : ЧРСС 2003