

Целевые процессы. I. Структура и параметры

1. Введение

1.1. Два направления теории управления

Теория управления развивается в двух направлениях, первое из которых теория менеджмента и второе - теория автоматического управления. Эти направления развиваются независимо, и поэтому полезно разработать концепцию единой теории, которая позволила бы связать эти направления. Это послужило бы их взаимообогащению и ускорило их развитие. Приведем известные определения [1],[2] предметов этих направлений. Менеджмент - это совокупность действий и процедур, направленных на обеспечение целенаправленного, эффективного и рационального коллективного труда. Автоматическое управление - это совокупность действий, направленных на поддержание или улучшение функционирования управляемого объекта без непосредственного участия человека в соответствии с заданной целью управления. Из этих определений следует различие указанных направлений. В первом случае объектом и субъектом управления является человек и группа людей, а во втором - объектом и субъектом (управляющим устройством, осуществляющим совокупность действий, направленных на достижение цели управления) управления является неживая природа. Это различие выражается в степени точности моделей, описывающих объект и субъект управления (систему управления). Законы неживой природы, открытые в последние три столетия, позволяют построить математические модели систем автоматического управления, которые описывают реальные системы с заданной точностью. Модели человека и групп людей носят характер словесного описания, и поэтому точность описания реальных процессов менеджмента невелика. Наряду с этим, менеджмент и автоматическое управление имеют много общего. Для удобства описания этой общности будем использовать понятия системы автоматического управления и организационной системы. Последняя является [3] "объединением людей, совместно реализующих некоторую программу или цель и действующих на основе определенных процедур и правил". Для простоты будем рассматривать менеджмент как управление в организационных системах. Общность этих двух видов систем состоит в следующем: а) это искусственные

системы, создаваемые человеком, б) они создаются для достижения известных целей, формулируемых человеком, в) они имеют сходную структуру управления, которое содержит две компоненты: программное управление (план - в менеджменте) и стабилизирующее управление (оперативное управление - в менеджменте). Общность процессов живой и неживой природы уже несколько десятилетий привлекает внимание исследователей и стала предметом теории систем и кибернетики. Особенно последней, так как по определению [12]: "Кибернетика - это наука об общих закономерностях процессов управления и передачи информации в машинах, живых организмах и их объединениях". Предлагаемая ниже концепция, объединяющая менеджмент и автоматическое управление, охватывает из живых организмов только человека и изучает только те процессы, цель которых известна и сформулирована человеком. Такое сужение предмета по сравнению с теорией систем и кибернетикой дает основание надеяться на её большую жизнеспособность и продуктивность.

1.2. Начало истории направлений

Принято считать [4], что история научного менеджмента начинается с 1886 г, когда на собрании американского общества инженеров - механиков был сделан Т.Тауном доклад "инженер в роли экономиста". В этом докладе говорилось, что управление трудовыми процессами становится все более сложным, ответственным и не менее важным, чем разработка новых технических устройств. Американский инженер Ф.У.Тейлор исследовал на различных предприятиях группы рабочих, занятых ручным трудом (грузчики, строители и т.п.). В результате длительных наблюдений и измерений он предложил черты научного управления, изложенные в его книге [5], написанной в 1911 г. Они сводятся к следующему. Рабочий как объект управления характеризуется параметрами, значения которых выражают уровни способностей, квалификации, интенсивности труда и т.д. Для изменения первых двух параметров с целью увеличения производительности труда предлагается подбор и обучение рабочих. Изменение третьего параметра достигается мотивацией труда путем премирования за выполнение заданной работы в срок. При этом заданная работа описывается в письменной инструкции, где указано, что и как должно быть сделано в заданный срок. Эти меры привели к существенному (в несколько раз) увеличению производительности труда. Работа Ф.У.Тейлора стала одной из основ классической школой менеджмента. Второй этап [4] в развитии теории

менеджмента связан с научной школой человеческих отношений, одним из основателей которых был американский исследователь Д.Э.Мейо. Широкий фронт исследований под его руководством в г.Хортоне, связанных с повышением производительности труда тысяч рабочих завода по производству теле-фонных аппаратов(1927-1932гг), дал новые средства мотивации рабочих. Оказалось, что на их производительность влияет группа и организации, в которых они работают, отношение руководства к ним как к личностям, объем сообщаемой им информации и т.д. В рамках этой школы была разработана "пирамида потребностей" Маслоу, которая служит для мотивации труда. Началом истории [6] теории автоматического управления явились работа английского физика Д.К.Максвелла и русского механика И.А.Вышнеградского, опубликованные в 1868 и 1876гг соответственно. Их работы связаны с исследованием системы регулирования скорости паровой машины с регулятором Дж. Уатта. Этот регулятор, начиная с момента его усовершенствования в 1784 г, широко использовался. Однако, усовершенствование паровых машин и регуляторов часто приводило к неустойчивой работе системы регулирования (которая выражалась в "раскачке" системы и дестабилизации скорости). Это "странное" явление не находило физического объяснения инженерами в течении нескольких десятилетий. Д.К. Максвелл и И.А.Вышнеградский построили математическую модель системы, описываемую обыкновенными дифференциальными уравнениями, и нашли значения параметров этой модели, при которых система регулирования скорости устойчива. Важным этапом развития теории автоматического управления стали критерий Найквиста и ПИД-управление, появление которых относится (как и становление второго этапа теории менеджмента) к 1932г. Сущность первого заключается в следующем. Пусть экспериментально получены частотные характеристики двух элементов, составляющих систему. Критерий дает условия, при которых система, которая получается после соединения входов и выходов элементов, будет устойчива. ПИД - управление обеспечивает нулевую ошибку при постоянном программном управлении. Это достигается суммированием предшествующих ошибок стабилизации.

1.3. О базовых понятиях

Первая трудность, которая возникла при формировании концепции, объединяющей менеджмент и автоматическое управление, состоит в выборе исходного понятия, которое является их общим фундаментом. На первый взгляд, таким понятием является

понятие "система которое входит в название предметов этих направлений. Однако, в теории систем, начиная с основополагающих работ А.А.Богданова[7] и Берталанди [8], основное внимание уделяется появлению новых свойств системы, которых может не быть у её элементов. Цель является здесь вторичным понятием [9]. Более того, существуют системы, цель которых неизвестна (например, экологические системы). В связи с этим, в качестве исходного (базового) понятия было выбрано понятие "процесс". Это понятие лежит в основе стандарта по обеспечению качества [10] и этот стандарт относится к более общим явлениям, осуществляемых человеком, чем менеджмент. Из множества возможных процессов выделяются процессы, создаваемые человеком с известной целью. Они называются целевыми процессами.. Вторая трудность состоит в выборе формы описания объекта и субъекта управления. В автоматическом управлении они описываются дифференциальными уравнениями, а в менеджменте - это вербальные (словесные) модели с параметрами. Общей формой описания столь различных моделей является оператор. Он определяется как [11]: "Пусть X и Y - два множества, оператором A из множества X во множество Y называется правило или соответствие, которое каждому элементу $x \in X$ сопоставляет однозначно определенный элемент $A(x) \in Y$." Третья трудность состоит в выборе минимального набора понятий, который позволяет описать существующие направления менеджмента.

1.4. Структура работы

. Работа состоит из двух частей. В первой части вводятся три базовых понятия: процесс, оператор, описывающий его, и формироваель для представления связей процессов. Даются понятия цели процесса, управления и возмущения. Формируются структуры многосвязных и иерархических процессов и вводятся их параметры. Таким образом, эта часть является основой формализации целевых процессов В теории менеджмента имеется ряд направлений таких как теория активных систем [14] и теория коллективного выбора [13], в которых ряд фрагментов этой теории формализован. Целевые процессы - это формализация менеджмента с иной точки зрения и в смысле формализации целевых процессов и активных систем дополняют друг друга.

Вторая часть работы посвящена понятиям видов управления, а также программного управления , управления по отклонению и управления параметрами . Дается интерпретация ТАУ и менеджмента в рамках целевых процессов. Приводятся параметры оператора , описывающего человека, и предлагается способ управления этими парамет-

рами. Последний раздел посвящен интерпретации известного [5] процесса управления бригадой в рамках целевых процессов

2. Основные понятия

2.1. Целевой процесс

Целевой процесс, это явление, создаваемое людьми с заданной ими целью.

Целевой процесс (далее процесс) протекает (развивается, изменяется) во времени (t), которое находится в заданных пределах $[t_b, t_e]$, где t_b – момент начала процесса, t_e – момент его окончания. Более точное понятие процесса дают его атрибуты, определяемые ниже.

Определение 2.1. Выходом процесса $\beta(t)$ называется результат процесса.

Определение 2.2. Показателем процесса называется вектор

$$\theta(t) = Q[\beta(t)], \quad (2.1)$$

где Q – оператор, который является правилом, однозначно сопоставляющим каждому вектору $\beta(t)$ вектор $\theta(t)$.

Аргумент t в обозначениях векторов далее будем опускать, а вектора полагаем столбцами.

Определение 2.3. Целью (γ) процесса называется условие

$$\underline{\gamma} \leq \theta \leq \bar{\gamma}, \quad (2.2)$$

в котором $\underline{\gamma}$ и $\bar{\gamma}$ – заданные вектора.

Определение 2.4. Входом (α) процесса называется все, что изменяет выход процесса.

Входы процесса ограничены

$$\underline{\gamma}_\alpha \leq Q_\alpha[\alpha] \leq \bar{\gamma}_\alpha, \quad (2.3)$$

где Q_α – заданный оператор, $\underline{\gamma}_\alpha$ и $\bar{\gamma}_\alpha$ – заданные вектора.

Выходы процесса должны удовлетворять ограничениям

$$\underline{\gamma}_\beta \leq Q_\beta[\beta] \leq \bar{\gamma}_\beta, \quad (2.4)$$

где Q_β – заданный оператор, $\underline{\gamma}_\beta$ и $\bar{\gamma}_\beta$ – заданные вектора.

Выход процесса связан со входом как:

$$\beta = P[\alpha], \quad (2.5)$$

где P – оператор процесса, а выражение (2.5) описывает этот процесс.

Будем относить цель ко входам процесса. В связи с этим сформируем вектор $\gamma \triangleq [\underline{\gamma}; \bar{\gamma}]$.

Здесь и далее символ ”;” означает объединение векторов $\gamma = \begin{bmatrix} \underline{\gamma} \\ \bar{\gamma} \end{bmatrix}$.

Тогда

$$\beta = P[\alpha; \gamma]. \quad (2.6)$$

Пример 2.1. Процесс производства на предприятии легковых автомобилей.

Выход – количество произведенных автомашин в сутки. Цель – получение предприятием максимальной прибыли. Кроме этой основной цели должны быть выполнены цели-ограничения: пожаробезопасность (определяется числом и местами размещения средств пожаротушения), выполнение санитарно-технических норм (освещение рабочих мест, ограждение опасных участков, количество и оснащение бытовок) и т.д. Вход – комплектующие детали, сырье, металлические листы для штамповки корпусов и т.п.

Пример 2.2. Процесс лечения повышенного артериального давления.

Выход – давление, измеряемое ежекратно. Цель – обеспечить заданные пределы артериального давления. При этом должны выполняться ограничения: показатели состава крови должны находиться в заданных пределах; показатели кардиограммы, характеризующие работу сердца, также должны находиться в заданных пределах и т.д. Вход – лекарственные средства.

Пример 2.3. Процесс обучения школьника старшего класса.

Выход – ежемесячные оценки знаний по предметам. Цель – поступление в ВУЗ. Вход – программы предметов, методики обучения, учебники.

Каждый процесс имеет множество входов и выходов. Так, в примере 2.1 входами являются, наряду с упомянутыми выше, электроэнергия, бытовой газ, вода и т.п., а выходами служат отходы производства (металлическая стружка, загрязненная вода и т.д.). Для простоты далее будем рассматривать те выходы (и соответствующие им входы), которые непосредственно связаны с целями процесса.

2.2. Связанные процессы

Рассмотрим два процесса:

p_1 – процесс описывается как

$$\beta_{[1]} = P_1 [\alpha_{[1]}. \quad (2.7)$$

p_2 – процесс:

$$\beta_{[2]} = P_2 [\alpha_{[2]}. \quad (2.8)$$

Пусть выход второго процесса поступает на вход первого

$$\alpha_{[1]} = \beta_{[2]}. \quad (2.9)$$

Это означает, что процессы p_1 и p_2 связаны. В общем случае их связь описывается как

$$\alpha_{[1]} = F [\beta_{[2]}. \quad (2.10)$$

Определение 2.6. Формирователем называется матрица чисел F , описывающая связь двух и более процессов. Она состоит из нулей, которые означают отсутствие связей и чисел, отличных от нуля.

Определение 2.7. Вектором связи процессов называется вектор ρ , составленный из номеров ненулевых элементов матрицы F формирователя.

Если p -процесс состоит из двух связанных процессов (2.7), (2.8), то он описывается как

$$\beta = P[\alpha],$$

где

$$\begin{aligned} \beta &= F [\beta_{[1]}], \\ \beta_{[1]} &= P_1 [\alpha_{[1]}], \quad \alpha_{[1]} = F_1 [\beta_{[2]}], \\ \beta_{[2]} &= P_2 [\alpha_{[2]}], \quad \alpha_{[2]} = F_2 [\alpha]. \end{aligned}$$

2.3. Данные о процессе

Определение 2.8. Сведения (информация) о входе, выходе и операторе процесса называются *данными* о процессе.

Данные описываются как

$$\alpha^\wedge = D^\alpha[\alpha], \quad \beta^\wedge = D^\beta[\beta], \quad P^\wedge = D^A[P], \quad (2.11)$$

где D^α , D^β , D^A – операторы данных. Для простоты далее будем включать операторы данных в оператор процесса. Хотя данные являются свойствами входа и выхода, будем полагать

$$\alpha = [\alpha; \hat{\alpha}], \quad \beta = [\beta; \hat{\beta}]. \quad (2.12)$$

Определение 2.9. Если вход какого-либо из связанных процессов содержит только данные о компонентах выхода другого процесса, то такая связь называется *информационной*.

Векторы данных о входе и выходе состоят из трех векторов:

$$\hat{\alpha} = [\hat{\alpha}; \hat{\alpha}; \alpha^\vee], \quad \hat{\beta} = [\hat{\beta}; \hat{\beta}; \beta^\vee], \quad (2.13)$$

где $\hat{\alpha}(t)$, $\hat{\beta}(t)$ – прошлые (априорные) данные, определенные на интервале $t_b \leq t \leq t_e$; $\hat{\alpha}(t)$, $\hat{\beta}(t)$ – текущие данные, определенные на интервале от $t_{\mathbf{B}}$ до текущего момента времени; $\alpha^\vee(t)$, $\beta^\vee(t)$ – прогнозируемые (предполагаемые) данные, определенные в момент времени меньший $t_{\mathbf{B}}$, для времени $t \in [t_{\mathbf{B}}; t_e]$,

Данные об операторе также могут быть трех видов: прошлые, текущие и прогнозируемые данные.

2.4. Управление и возмущения

Представим вход α , состоящим из векторов $\alpha_{[1]}$, $\alpha_{[2]}$, $\alpha_{[3]}$ и α_- и обозначим $u = \alpha_{[1]}$, $f = \alpha_{[2]}$, $b = \alpha_{[3]}$. Вектор α_- . Здесь и далее нижняя черта описывает остальные подвектора, в частности, α .

Определение 2.10. Рабочим (необходимым) входом b процесса (2.6) называется вход, необходимый для осуществления процесса (2.6) в соответствии с его назначением.

Определение 2.11. Внешним возмущением называется вход f процесса (2.6), который препятствует достижению цели управления.

Определение 2.12. Управлением называется вход u процесса (2.6), который обеспечивает достижение цели управления.

Вектор α_- описывает остальные компоненты вектора α .

Управление формируется внутри целевого процесса и поэтому он состоит из двух связанных процессов: рабочего $-p^{(0)}$ -процесса и управления рабочим процессом (с-процесс), которое зависит от выхода $p^{(0)}$ -процесса.

Такой двухсвязный процесс описывается уравнениями

$$\beta = F[\beta^c; \beta^p], \quad (2.14)$$

$$\beta^c = C[\alpha^c; \gamma^c], \quad \alpha^c = F_c^\alpha[\alpha; \beta^c], \quad \gamma^c = F_\gamma^\alpha[\beta^c; \gamma^p; \gamma], \quad \beta^c = [u; \beta_-^c], \quad \alpha = [f; b; \alpha_-], \quad (2.15)$$

$$\beta^p = P^{(0)}[\alpha^p; \gamma^p], \quad \alpha^p = F_c^p[\alpha; \beta^c], \quad \gamma^p = F_\gamma^p[\beta^p; \gamma^c; \gamma], \quad (2.16)$$

здесь α^c , β^c , γ^c – вход, выход и цель с-процесса (2.15), α^p , β^p , γ^p – вход, выход и цель $p^{(0)}$ -процесса (2.16).

Векторы β^c и β^p могут содержать векторные компоненты e^c и e^p и тогда

$$\beta^c = [u; e^c; \beta_-^c], \quad \beta^p = [e^p; \beta_-^p],$$

где β^c и β^p – остальные компоненты этих векторов.

Определение 2.13. Внутренними возмущениями (помехами) называются компоненты e^c и e^p выходов с- и $p^{(0)}$ - процессов, которые препятствуют достижению целей управления.

Цели с- и $p^{(0)}$ - процессов могут определяться не только целью γ , но и внутренними целями (γ^c) и (γ^p), которые формируются операторами этих процессов.

Определение 2.14. Целевой процесс называется *активным*, если он формирует внутреннюю цель. Если такие цели отсутствуют, то целевой процесс называется *пассивным*.

Блок-схема процесса приведена на рис.1.

Процесс (2.14) – (2.16) можно записать в более компактной форме как

$$\beta = P[\alpha; \gamma], \quad (2.17)$$

где $\gamma = [\gamma; \gamma^c; \gamma^p]$, $\beta = F[\beta^c; \beta^p]$, в которой оператор P определяется операторами C , $P^{(0)}$ и формирователями, входящими в процесс (2.14) – (2.16).

Определение 2.15. Органом управления называется с-процесс.

Определение 2.16. Объектом управления называется $p^{(0)}$ - процесс.

Пример 2.1а. Органом управления (с-процессом) в процессе производства автомобилей является администрация предприятия, которое формирует управления: задает программу производства в форме графика выпуска автомобилей за определенный интервал времени (месяц, декада, год), обеспечивает рабочий вход процесса (комплектующие детали, сырье и т.д.) и т.п. Объект управления ($p^{(0)}$ -процесс) – непосредственное

производство. Внешнее возмущение – падение или рост спроса на автомобили. Это приводит к пересмотру программы производства органом управления.

Пример 2.2а. Органом управления в процессе лечения повышенного артериального давления – врач, а объект управления – больной. Управление – это временный график приема больным лекарств. Внешнее возмущение – стрессы, испытываемые больным в процессе лечения, например, вызванные изменением привычной обстановки, когда лечение осуществляется в больнице. Внутреннее возмущение – сознательное искажение больным сообщаемых им сведений о своем самочувствии.

Пример 2.3а. Орган управления в процессе обучения – учителя. Объект управления – ученик. Управление – формирование временного графика последовательности и глубины освоения тем и разделов каждого предмета. Внутреннее возмущение – болезнь ученика либо какого-либо из учителей.

2.5. Многосвязный процесс

Определение 2.16. Многосвязным называется целевой p -процесс, состоящий из s -процесса и q связанных p_s ($s = \overline{1, q}$)-процессов.

Уравнения такого процесса имеют вид

$$\beta = F[\beta^c; \beta^p], \quad \beta^p = F^p[\beta_{[i]}^p; \dots; \beta_{[q]}^p], \quad (2.18)$$

$$\beta^c = C[\alpha^c; \gamma^c], \quad \alpha^c = F_c^\alpha[\alpha; \beta^p], \quad \gamma^c = F_\gamma^\alpha[\beta^c; \gamma^p; \gamma], \quad \gamma^p = [\gamma_{[1]}^p; \dots; \gamma_{[q]}^p], \quad (2.19)$$

$$\beta_{[s]}^p = P_s^{(0)}[\alpha_{[s]}^p], \quad \alpha_{[s]}^p = F_{\alpha c}^p[\alpha; \beta^c; \beta^p], \quad \gamma_{[s]}^p = F_{\gamma s}^p[\beta^p; \gamma^c; \gamma], \quad (s = 1, \dots, q). \quad (2.20)$$

Уравнения (2.19) – (2.20) можно записать как

$$\beta^p = P^{(0)}[\alpha^p; \gamma^p], \quad (2.21)$$

где $\alpha^p = [\alpha_{[1]}^p; \dots; \alpha_{[q]}^p]$, или в форме (2.17).

Блок-схема этого процесса приведена на рис.2.

3. Структуры процессов

Определение 3.1. Многовложенным (многоуровневым, иерархическим) называется процесс, содержащий один p -процесс и N связанных c_i ($i = 1, \dots, N$)-процессов.

Этот процесс описывается уравнениями

$$\beta^{p(i)} = F^{p(i)} [\beta^{c(i)}; \beta^{p(i-1)}], \quad (3.1)$$

$$\beta^{c(i)} = C^{(i)} [\alpha^{c(i)}; \gamma^{c(i)}], \alpha^{c(i)} = F^{(i)} [\alpha^{p(i)}; \beta^{p(i-1)}], \quad (3.2)$$

$$\gamma^{c(i)} = F^{c(i)} [\beta^{c(i)}; \gamma^{p(i-1)}; \gamma], \quad (3.3)$$

$$\beta^{p(i-1)} = P^{(i-1)} [\alpha^{p(i-1)}; \gamma^{p(i-1)}], \alpha^{p(i-1)} = F_{\alpha}^{p(i-1)} [\alpha^{p(i)}; \beta^{c(i)}], \quad (3.4)$$

$$\gamma^{p(i-1)} = F^{p(i-1)} [\beta^{p(i-1)}; \gamma^{c(i)}; \gamma], \quad (i = N, \dots, 1), \alpha^{p(N)} = \alpha, \beta^{p(N)} = \beta, \gamma^{p(N)} = \gamma. \quad (3.5)$$

Блок-схема этого процесса для $N = 3$ приведена на рис.3.

Определение 3.2. Многовложенным (многоуровневым, иерархическим) многосвязным называется процесс, содержащий q связанных p_s ($s = 1, \dots, q$)-процессов и N связанных c_i ($i = 1, \dots, N$)-процессов.

Запишем уравнения двухвложенного (двухуровневого- $N - 2$) многосвязного процесса.

Второй (верхний) уровень этого процесса имеет вид

$$\beta^{p(2)} = F^{p(2)} [\beta^{c(2)}; \beta^{p(1)}], \quad \beta^{p(1)} = F^{p(1)} [\beta_{[1]}^{p(1)}; \dots; \beta_{[q]}^{p(1)}], \quad \beta^{p(2)} = \beta, \quad (3.6)$$

$$\beta^{c(2)} = C^{(2)} [\alpha^{c(2)}; \gamma^{c(2)}], \quad \alpha^{c(2)} = F_{\alpha}^{c(2)} [\alpha^{p(2)}; \beta^{p(1)}], \quad \alpha^{p(2)} = \alpha, \quad (3.7)$$

$$\gamma^{c(2)} = F_{\gamma}^{c(2)} [\beta^{c(2)}; \gamma^{p(2)}], \quad \gamma^{p(2)} = \gamma, \quad (3.8)$$

$$\beta_{[k]}^{p(1)} = P_k^{(1)} [\alpha_{[k]}^{p(1)}; \gamma_{[k]}^{p(1)}], \quad \alpha_{[k]}^{p(1)} = F_{\alpha k}^{p(1)} [\alpha; \beta^{c(2)}; \beta^{p(1)}], \quad (3.9)$$

$$\gamma_{[k]}^{p(1)} = F_{\gamma k}^{p(1)} [\beta^{p(1)}; \gamma^{c(2)}; \gamma], \quad (k = 1, \dots, q). \quad (3.10)$$

Первый (нижний) уровень. Процессы $P_k^{(1)}$, ($k = 1, \dots, q$).

$$\beta_{[k]}^{p(1)} = F_{[k]}^{p(1)} [\beta_{[k]}^{c(1)}; \beta_{[k]}^{p(0)}], \quad (3.11)$$

$$\beta_{[k]}^{c(1)} = C_k^{(1)} [\alpha_{[k]}^{c(1)}; \gamma_{[k]}^{c(1)}], \quad \alpha_{[k]}^{c(1)} = F_{\alpha k}^{c(1)} [\alpha_{[k]}^{p(1)}; \beta_{[k]}^{p(0)}], \quad (3.12)$$

$$\gamma_{[k]}^{c(1)} = F_{\gamma k}^{c(1)} [\beta_{[k]}^{c(1)}; \gamma_{[k]}^{p(1)}; \gamma], \quad (3.13)$$

$$\beta_{[k]}^{p(0)} = P_k^{(0)} [\alpha_{[k]}^{p(0)}; \gamma_{[k]}^{p(0)}], \quad \alpha_{[k]}^{p(0)} = F_{\alpha k}^{p(0)} [\alpha_{[k]}^{(1)}; \beta_{[k]}^{c(1)}; \beta^{p(1)}], \quad (3.14)$$

$$\gamma_{[k]}^{p(0)} = F_{\gamma k}^{p(0)} [\beta_{[k]}^{p(0)}; \gamma_{[k]}^{c(1)}; \gamma], \quad (k = 1, \dots, q_k). \quad (3.15)$$

Блок-схема этого процесса приведена на рис.4.

Запишем уравнения трехвложенного (трехуровневого- $N = 3$) многосвязного процесса.

Третий (верхний) уровень этого процесса имеет вид

$$\beta^{p(3)} = F^{p(3)} [\beta^{c(3)}; \beta^{p(2)}], \quad \beta^{p(2)} = [\beta_{[1]}^{p(2)}; \dots; \beta_{[q]}^{p(2)}], \quad \beta^{p(3)} = \beta, \quad (3.16)$$

$$\beta^{c(3)} = C^{(3)} [\alpha^{c(3)}; \gamma^{c(3)}], \quad \alpha^{c(3)} = F_{\alpha}^{c(3)} [\alpha^{p(3)}; \beta^{p(2)}], \quad \alpha^{p(3)} = \alpha, \quad (3.17)$$

$$\gamma^{c(3)} = F_{\gamma}^{c(3)} [\beta^{c(3)}; \gamma^{p(3)}], \quad \gamma^{p(3)} = \gamma, \quad (3.18)$$

$$\beta_{[k]}^{p(2)} = P_k^{(2)} [\alpha_{[k]}^{p(2)}; \gamma_{[k]}^{p(2)}], \quad \alpha_{[k]}^{p(2)} = F_{\alpha k}^{p(2)} [\alpha^{p(3)}; \beta^{c(3)}; \beta^{p(2)}], \quad (3.19)$$

$$\gamma_{[k]}^{p(2)} = F_{\gamma k}^{p(2)} [\beta^{p(2)}; \gamma^{c(3)}], \quad (k = 1, \dots, q). \quad (3.20)$$

Второй уровень. Процесс $P_k^{(2)}$, ($k \in 1, \dots, q$).

$$\beta_{[k]}^{p(2)} = F_k^{p(2)} [\beta_{[k]}^{c(2)}; \beta_{[k]}^{p(1)}], \quad \beta_{[k]}^{p(1)} = [\beta_{[k1]}^{p(1)}; \dots; \beta_{[kh_k]}^{p(1)}], \quad (3.21)$$

$$\beta_{[k]}^{c(2)} = C_k^{(2)} [\alpha_{[k]}^{c(2)}; \gamma_{[k]}^{c(2)}], \quad \alpha_{[k]}^{c(2)} = F_{\alpha k}^{c(2)} [\alpha_{[k]}^{p(2)}; \beta_{[k]}^{p(1)}], \quad (3.22)$$

$$\gamma_{[k]}^{c(2)} = F_{\gamma k}^{c(2)} [\beta_{[k]}^{c(2)}; \gamma_{[k]}^{p(2)}], \quad (3.23)$$

$$\beta_{[kh]}^{p(1)} = P_{kh}^{(2)} [\alpha_{[kh]}^{p(1)}; \gamma_{[kh]}^{p(1)}], \quad \alpha_{[kh]}^{p(1)} = F_{\alpha w}^{p(1)} [\alpha_{[k]}^{(2)}; \beta_{[k]}^{c(2)}; \beta_{[k]}^{p(1)}], \quad (h = 1, \dots, h_k), \quad (3.24)$$

$$\gamma_{[kh]}^{p(1)} = F_{\gamma kh}^{p(1)} [\alpha_{[kh]}^{p(1)}; \gamma_{[k]}^{c(2)}]. \quad (3.25)$$

Первый (нижний) уровень. Процесс $P_{kh}^{(1)}$.

$$\beta_{[kh]}^{p(1)} = F_{kh}^{p(1)} [\beta_{[k]}^{c(1)}; \beta_{[kh]}^{p(0)}], \quad \beta_{[kh]}^{p(0)} = [\beta_{[kh1]}^{p(0)}; \dots; \beta_{[khr_{kh}]}^{p(0)}], \quad (3.26)$$

$$\beta_{[kh]}^{c(1)} = C_{kh}^{(1)} [\alpha_{[kh]}^{c(1)}; \gamma_{[kh]}^{c(1)}], \quad \alpha_{[kh]}^{c(1)} = F_{\alpha kh}^{c(1)} [\alpha_{[kh]}^{p(1)}; \beta_{[kh]}^{p(0)}], \quad (3.27)$$

$$\gamma_{[kh]}^{c(1)} = F_{\gamma kh}^{c(1)} [\beta_{[kh]}^{c(1)}; \gamma_{[kh]}^{p(1)}], \quad (3.28)$$

$$\beta_{[khr]}^{p(0)} = P_{khr}^{(0)} [\alpha_{[khr]}^{p(0)}; \gamma_{[khr]}^{p(0)}], \quad \alpha_{[khr]}^{p(0)} = F_{\alpha khr}^{p(0)} [\alpha_{[kh]}^{(1)}; \beta_{[kh]}^{c(1)}; \beta_{[kh]}^{p(0)}], \quad (r = 1, \dots, r_{kh}), \quad (3.29)$$

$$\gamma_{[khr]}^{p(0)} = F_{\gamma khr}^{p(0)} [\alpha_{[khr]}^{p(0)}; \gamma_{[kh]}^{c(1)}]. \quad (3.30)$$

В этом процессе оператор $C^{(3)}$ описывает управляющий орган высшего (третьего) уровня, а операторы $P_k^{(2)}$ ($k = 1, \dots, q$) – это объекты управления, каждый из которых состоит из управляющего органа второго уровня $C_k^{(2)}$ ($k = 1, \dots, q$) и объектов $P_{kh}^{(1)}$ ($h = 1, \dots, h_k$). Последние содержат органы управления первого уровня $C_k^{(1)}$ ($k = 1, \dots, q$) и объекты управления $P_{khr}^{(0)}$ ($r = 1, \dots, r_{kh}$).

4. Параметры процесса

Оператор P -процесса (2.6) зависит от вектора начального состояния β_0 , времени и вектора параметров v :

$$P = P(\beta_0, t, v). \quad (4.1)$$

Определение 4.1. Начальное состояние – это выход процесса в начальный момент времени $t_{\mathbf{B}}$ при отсутствии входа α ($\alpha = 0$),

$$\beta = \beta(t_{\mathbf{B}}), \quad (4.2)$$

где

$$\beta(t_{\mathbf{B}}) = P(\beta_0, t_{\mathbf{B}}, v) \quad [0, \gamma] \quad (4.3)$$

Определение 4.2. Параметрами процесса называются аргументы его оператора, которые влияют на выход, когда $\alpha \neq 0$ либо $\beta \neq 0$. Если $\alpha = 0$ и $\beta = 0$, то они не влияют на выход.

Далее будем полагать, что оператор P обладает свойством несмещенности:

$$\beta = P(0, t, v) \quad [0, \gamma] = 0. \quad (4.4)$$

Далее для краткости будем опускать зависимость оператора P от β_0 и t .

4.1. Односвязный процесс

Параметры оператора могут быть зависящими и независящими от входа α оператора.

Обозначим v – вектор параметров, не зависящий от входа α и r – вектор параметров, зависящий от α . Эта зависимость описывается уравнением

$$r = M(v^m)[\alpha]. \quad (4.5)$$

где M – оператор m -процесса формирования параметров p -процесса, v^m – параметры m -процесса.

Таким образом, p -процесс описывается как

$$\beta = P(v; r)[\alpha; \gamma], \quad (4.6)$$

$$r = M(v^m)[\alpha^m], \quad \alpha^m = F_{\alpha}^m[\alpha; \gamma], \quad (4.7)$$

а эквивалентный ему односвязный одноуровневый p -процесс принимает вид

$$\beta = F[\beta^c; \beta^p], \quad (4.8)$$

$$\beta^c = C(v^c; r^c)[\alpha^c; \gamma^c], \quad \alpha^c = F_\alpha^c[\alpha; \beta^p], \quad \gamma^c = F_\gamma^c[\gamma; \beta^c; \beta^p; \gamma^p], \quad (4.9)$$

$$r^c = M^c(v^{mc}; r^{mc})[\alpha^{mc}], \quad \alpha^{mc} = F_\alpha^{mc}[\alpha; \beta^c; \beta^p; \gamma^c; \gamma^p], \quad (4.10)$$

$$\beta^p = P^{(0)}(v^p; r^p)[\alpha^p; \gamma^p], \quad \alpha^p = F_\alpha^p[\alpha; \beta^c], \quad \gamma^p = F_\gamma^p[\gamma; \beta^p; \beta^c; \gamma^c], \quad (4.11)$$

$$r^p = M^p(v^{mp})[\alpha^{mp}], \quad \alpha^{mp} = F_\alpha^{mp}[\alpha; \beta^p; \beta^c; \gamma^c; \gamma^p] \quad (4.12)$$

Процессы (4.6), (4.7), (4.8) – (4.12) эквивалентны, если

$$v = [v^c; v^p], \quad r = [r^c; r^p], \quad \alpha^m = [\alpha^{mc}; \alpha^{mp}], \quad v^m = [v^{mc}; v^{mp}]. \quad (4.13)$$

Определение 4.3. Идентификацией называется процесс оценки (\hat{v}, \hat{r}) значений параметров v и r .

Пример 4.1. Параметрами органа управления процесса производства служат количество и квалификация административного персонала, а объекта управления – количество и квалификация рабочих и служащих, параметры зданий и оборудования для производства.

Пример 4.2. Параметрами процесса лечения являются квалификация врача и состояние здоровья больного (параметры его кардиограммы, параметры крови и т.п.).

Пример 4.3. Параметрами процесса обучения служат квалификация учителей и способность ученика к обучению, его ум, устойчивой и т.д.

Параметры человека как объекта управления рассматриваются более детально во второй части работы.

Операторы процессов содержат множество параметров. Выделим из них рабочие параметры, которые определяются целями процесса. Так, в примере 4.1 параметрами предприятия являются параметры системы его энергосбережения, водообеспечения и т.д. Предполагается, что они находятся в допустимых пределах и поэтому не включаются в число рабочих параметров предприятия. Однако в аварийных случаях, например, в системе его энергообеспечения, параметры этой системы становятся рабочими параметрами, для приведения которых в заданные границы требуется управление со стороны администрации.

В примере 4.2 указаны лишь рабочие параметры, так как ум и способность к обучению, если они находятся в допустимых границах, слабо влияют на процесс лечения.

В примере 4.3 параметры здоровья, если они находятся в допустимых границах, слабо влияют на процесс обучения.

Далее будем называть параметрами именно рабочие параметры.

4.2. Многосвязный процесс

Рассмотрим многосвязный процесс (2.18) – (2.20) с параметрами. В этом случае он описывается как

$$\beta = F[\beta^c; \beta^p], \quad (4.14)$$

$$\beta^c = C(v^c; r^c)[\alpha^c; \gamma^c], \quad \alpha^c = F_\alpha^c[\alpha; \beta^p], \quad \gamma^c = F_\gamma^c[\gamma; \beta^c; \beta^p; \gamma^p], \quad (4.15)$$

$$r^c = M^c(v^{mc}; r^{mc})[\alpha^{mc}], \quad \alpha^{mc} = F_\alpha^{mc}[\alpha; \beta^p; \beta^c; \gamma^c; \gamma^p], \quad (4.16)$$

$$\beta^p = [\beta_1^p, \dots, \beta_q^p], \quad (4.17)$$

$$\beta_i^p = F_i^{(0)}(v_{[i]}^{p(0)}; r_{[i]}^{p(0)})[\alpha_{[i]}^{p(0)}; \gamma_{[i]}^{p(0)}], \quad \alpha_{[i]}^p = F_{\alpha i}^p[\alpha; \beta^c; \beta^p], \quad (4.18)$$

$$\gamma_{[i]}^p = F_{\gamma i}^p[\gamma; \beta^p; \beta^c] \quad i = (\overline{1, q}),$$

$$r_{[i]}^{p(0)} = M_i^p(v_{[i]}^{mp})[\alpha_{[i]}^{mp}], \quad \alpha_{[i]}^{mp} = F_{\alpha [i]}^{mp}[\alpha; \beta^c; \beta^p; \gamma^c; \gamma^p] \quad i = (1, q). \quad (4.19)$$

Запишем эти уравнения в компактной форме

$$\beta = P(v; r)[\alpha; \gamma], \quad (4.20)$$

$$r = M(v^m)[\alpha^m], \quad \alpha^{mc} = F_\alpha^m[\alpha; \gamma], \quad (4.21)$$

где

$$v = [v^c; v_{[1]}^p; \dots; v_{[q]}^p], \quad v^m = [v^{mc}; v_{[1]}^{mp}; \dots; v_{[q]}^{mp}], \quad r = [r^c; r_{[1]}^{p(0)}; \dots; r_{[q]}^{p(0)}]. \quad (4.22)$$

Операторы P , M и F_α^m определяются операторами системы (2.14) – (2.20) так, что выход β систем (2.14) – (2.20) и (2.21) – совпадают.

Процесс (2.21) характеризуется числом q связанных процессов и вектором связи между ними

$$\rho = [\rho_{[1]}^{p(0)}, \dots, \rho_{[q]}^{p(0)}, \rho_{[1]}^{mp(0)}, \dots, \rho_{[q]}^{mp(0)}], \quad (4.23)$$

где вектор $\rho_{[i]}^{p(0)}$ ($i = \overline{1, q}$) описывает формирователь $F_{\alpha i}^p$, а вектор $\rho_{[i]}^{mp(0)}$ ($i = \overline{1, q}$) описывает формирователь $F_{\alpha [i]}^{mp}$.

Определение 4.4. Структурными индексами процесса (2.19) называется вектор s , содержащий число q и вектор ρ

$$s = [q; \rho]. \quad (4.24)$$

Литература

1. Управление организацией. Энциклопедический словарь/Под ред. А.Г.Поршнева, А.Я.Кибанова, В.П.Гунина - М.:ИНФРА - М,2001.
2. Большая Советская энциклопедия, Т.1.
3. Д.А.Новиков "Теория управления организационными системами." М.:Московский психолого-социальный институт,2005.
4. С.Н.Чудновская "История менеджмента"Издательский дом "Питер 2004.
5. Ф.У.Тейлор "Принципы научного менеджмента".Серия "Классики менеджмента вып.1,М.:Контроллинг,1991.
6. А.А.Воронов "Основы теории автоматического управления Часть I,Изд-во "Энергия 1965.
7. А.А.Богданов "Очерки всеобщей организационной науки Самара:Гос.изд-во.
8. L.Veptalanffy von "Problem of General System Theory Human Biology,23.1951.pp302-312
9. М.Месарович "Основание общей теории систем"В об."Общая теория систем"М.:Мир,1966
10. Общее руководство качеством и стандарты по обеспечению качества.Том ИСО9000-1,ИСО9001,Москва,2000.
- 11.Математическая энциклопедия,т.4,Изд. "Советская энциклопедия М.1984. 12. Автоматизация производства и промышленная электроника.т.2. Изд. "Советская энциклопедия М.1963.
- 13.В.Н.Бурков, А.К.Еналеев, Д.А.Новиков "Механизмы функционирования социально-экономических систем с сообщением информации.ж. Автоматика и телемеханика №3,1996.ос.3-25.
14. Д.А.Новиков,С.Н.Петраков. "Курс теории активных систем".М.:Синтез,1999.
15. С.Г.Попов "Основы менеджмента М.:изд.Осб-89,2003.
16. "Менеджмент"/Под ред.М.М.Максимова, М.А.Комарова.М.:Изд-во "Единство 2003.
17. С.В. Емельянов, С.К.Коровин "Новые типы обратной связи"М. Наука, Физматлит,1997.

18. Цыганов В.В. "Адаптивные механизмы в отраслевом управлении". М. Наука, 1991.

19. Алферов В.И., С.А. Баркалов, В.Н. Бурков и др. "Прикладные задачи управления строительными проектами". Воронеж, ОАО Центральное- черноземное книжное издательство, 2008.