

УДК 658.051.012

М.С. МАЗОРЧУК, И.А. АНИКИН

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

ФОРМИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ СИСТЕМАМИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА

В работе рассмотрены основные аспекты формирования организационной структуры управления (ОСУ) распределенными системами (РС). Проанализированы различные типы ОСУ и процессы управления и информационного обмена. Предложена модель формирования ОСУ на основе анализа затрат, связанных с обеспечением информационного обмена между отдельными организационными элементами, распределенными территориально.

организационная структура управления, распределенные системы, информационный обмен, затраты на управление

Введение

Эффективность функционирования любой системы чаще всего зависит от ее организационной структуры управления (ОСУ), поскольку правильное распределение обязанностей и полномочий, выделение компетентного и профессионального лидера, а также сведение к минимуму информационной зависимости и повышение уровня ответственности на местах ведет к успешной работе и достижения поставленных целей с минимальными затратами. Однако существование такой идеальной системы часто является недостижимым желанием любого руководителя. Это обусловлено тем, что в условиях быстроменяющейся внешней экономической среды часто только на построение большой сложной распределенной бизнес- или производственной системы уходит очень много времени и труда, и проводить реформирование уже существующей структуры кажется почти нереальной задачей. Но для обеспечения стабильной работы и постоянного повышения или сохранения прибыли необходим постоянный мониторинг и контроль эффективности функционирования организационной структуры управления, так как не вовремя выявленные отклонения в работе часто могут привести к необратимым последствиям.

1. Анализ существующих методов

Существующие методы и модели формирования и оценки функционирования ОСУ [1 – 4] имеют свои области применения, достоинства и недостатки, и не позволяют в полной мере решить задачу формирования ОСУ. Часто оценивается всего лишь один из аспектов функционирования системы и рассматривается ограниченный набор параметров. Например, в [1] приведены методы построения линейных и функциональных структур управления региональной системы на основе анализа трудоемкости задач и пропускной способности узлов, но не оценены затраты на функционирование такой системы и не оценена ее эффективность. В [2] автор предлагает оценивать организационную структуру управления проектом на основе анализа функционирования ее отдельных узлов по ряду параметров, однако вопроса, связанного с информационным обменом и его стоимостью также не рассматривает. Работы [3, 4] в основном посвящены рассмотрению эффективности функционирования ОСУ с точки зрения функционирования организации в целом. Такой подход также приемлем, поскольку показывает эффективность функционирования ОСУ на основе результатов работы предприятия или организации, однако при бо-

лее подробном анализе, как правило, можно выявить несоответствия и лишние затраты на обеспечение работы системы управления, что приводит к необходимости реформирования ОСУ с целью повышения эффективности функционирования. Поэтому задача разработки метода формирования ОСУ на основе анализа процессов информационного обмена и функций управления является **актуальной**. Целью данной работы является определение основных принципов формирования ОСУ распределенными системами и постановка задачи синтеза ОСУ на основе анализа процессов управления и информационного обмена между узлами организационной системы.

2. Метод синтеза ОСУ

Исходя из общей теории систем, структура системы управления формируется в зависимости от способа ее расчленения (декомпозиции) на отдельные элементы [5]. При этом выделяют два основных подхода. Первый – «сверху-вниз», который базируется в значительной мере на логико-эвристических методах и имеет большую степень субъективности.

Второй – «снизу-вверх», который является более конструктивным и позволяет построить адекватную систему управления на основе анализа ее первичных элементов. Поэтому на первом этапе целесообразно определить основные исполнительные элементы (ИЭ) распределенной системы (РС), которые будут реализовывать ее основные целевые установки и задачи. Например, в качестве распределенной системы может быть рассмотрена система довузовской подготовки абитуриентов, основной целью которой является обучение и обеспечение возможности поступления в высшее учебное заведение выпускников школ. Исполнительным элементом данной системы будут являться непосредственно школы или основной орган их управления – директор, который будет вести организационную работу для реализации поставленной цели.

Поскольку РС характеризуется территориальной дислокацией ее основных организационных элементов, то целесообразна разработка многоуровневой ОСУ с целью обеспечения эффективного управления системой. Наиболее распространенной ОСУ является двухуровневая система управления [6], схема которой представлена на рис. 1.

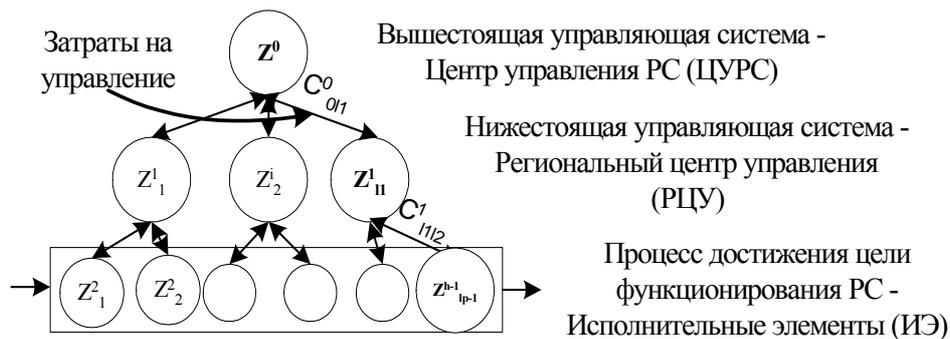


Рис. 1. Двухуровневая система управления

Обозначим центр управления РС (ЦУРС) через Z^0 , а региональные центры управления (РЦУ) и исполнительные элементы (ИЭ) – через Z^1_j ($j = 1..l_1$) и Z^2_k ($k = 1..l_2$) соответственно. Введем обозначение дуг, как C^i_{jk} .

Дуга между вершинами будет характеризовать затраты на управление и информационный обмен. В обозначении дуги C^i_{jk} индекс i указывает на уровень вершины и определяется диапазоном $i = 0..h-1$. Индекс j – номер вершины i -го уров-

ня, из которой выходит дуга, индекс k – номер вершины $(i + 1)$ -го уровня, в которую входит дуга. Обозначим через ξ параметр, характеризующий расположение элементов РС. Если $\xi_{0k}^0 = 1$, то полагаем что ЦУРС размещен в одном месте с РЦУ. Если $\xi_{jk}^1 = 1$, то ИЭ размещены территориально в одном месте с РЦУ. Если $\xi_{jk}^0 = 1$, то ЦУРС расположен вблизи ИЭ. Введение параметра ξ необходимо для последующего анализа затрат на управление и информационный обмен.

Для общей оценки процессов управления РС требуется сгруппировать все работы по управлению и информационному обмену, определив их трудоемкость и способы выполнения.

Задача формирования состава численности исполнителей в распределенной системе включает в себя следующие этапы:

- 1) группировка управленческих процессов с установлением конкретных работ по управлению;
- 2) группировка процессов информационного обмена между отдельными элементами организационной структуры;
- 3) определение затрат на реализацию процессов управления и информационного обмена;
- 4) определение количества уровней иерархии управления;
- 5) определение количества управленческого персонала на каждом уровне иерархии.

Группировку управленческих процессов целесообразно выполнить с учетом типов ОСУ. При управлении сложными РС выделяют различные типы ОСУ: линейную, функциональную, проектную, линейно-функциональную, матричную, дивизиональную и другие [3, 5]. Тип ОСУ будет определяться целями организации, объемом решаемых задач, сложностью управления, количеством подчиненных элементов и другими параметрами. Связи в ОСУ могут носить линейный и функциональный характер. Линейные связи отражают движение

управленческих решений и информации между руководителями отдельных структурных подразделений, отвечающих за реализацию основных процессов – экономических, социальных, производственных и т.д. Функциональные связи имеют место по линии движения информации и принятия управленческих решений по тем или иным функциям управления – планирование, учет, анализ, координирование и т.д. В системе довузовской подготовки можно выделить такие группы линейных процессов, как формирование и контроль группы обучаемых школьников, составление бюджета обучения и ведение бухгалтерии, предоставление информации при подаче документов в вуз и т.д. К функциональным процессам можно отнести все процессы планирования и контроля по каждому линейному направлению деятельности.

Обозначим множество линейных процессов управления РС через U , а множество функциональных процессов – через F . Тогда, на уровне ЦУРС группа линейных процессов будет определяться подмножеством $U^0 = \{u_m^0\}$, а группа функциональных процессов – $F^0 = \{f_n^0\}$. На уровне РЦУ будут выделены такие подмножества, как $U^1 = \{u_m^1\}$ и $F^1 = \{f_n^1\}$, а на уровне ИЭ – $U^2 = \{u_m^2\}$ и $F^2 = \{f_n^2\}$.

Группировку процессов обмена также целесообразно выполнить на базе основных типов ОСУ. Все множество процессов информационного обмена обозначим через I , где $I = I^U \cap I^F$. При этом между ЦУРС и РЦУ будет определено подмножество I_{0k}^0 , между РЦУ и ИЭ – I_{jk}^1 , а между ЦУРС и ИЭ – I_{jk}^0 .

Следует отметить, что информационный обмен может осуществляться несколькими способами (рис. 2): 1) непосредственный обмен информацией между ИЭ и органами управления; 2) посредством средств связи или через другие элементы организационной системы, которые в той или иной мере могут нести ответственность за передачу информации. Первый

способ является наиболее надежным, так обмен информацией будет осуществляться непосредственно между заинтересованными сторонами и основываться на личном контакте. Однако этот способ является наиболее затратным как по времени, так и в стоимостном выражении. Второй способ является наиболее распространенным методом передачи управляющих воздействий, однако всегда существует риск, связанный с неправильной передачей информации, ее искажении, потери, что может повлечь за собой нежелательные последствия. Поэтому в зависимости от типа и важности информации, вы-

бирают тот или иной метод обмена.

Например, наиболее распространенным методом передачи управляющих воздействий в момент формирования групп довузовской подготовки является личный контакт с директором и школьниками, что обусловлено необходимостью передачи достоверной и полной информации. Однако в течении периода обучения оперативная информация будет передаваться либо в ходе общения по телефону, либо через почту, так как степень важности такой информации значительно ниже, поэтому затраты на нее будут меньше.

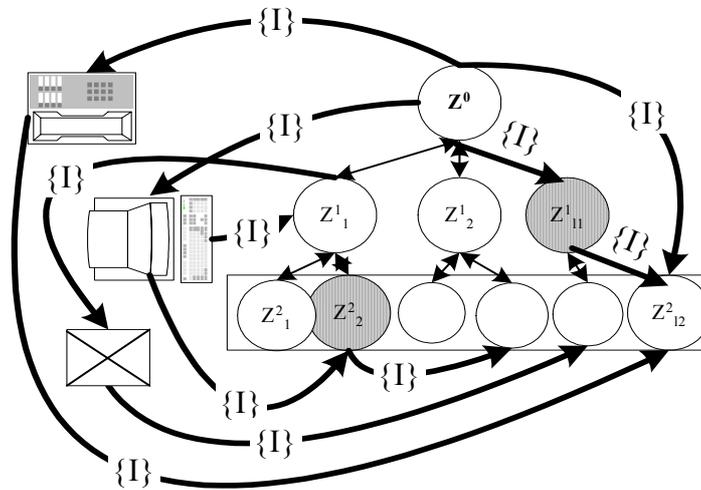


Рис. 2. Множество возможных связей при информационном обмене

Одной из основных задач при формировании состава исполнителей является определение затрат на реализацию процессов управления и информационного обмена (см. рис. 1). Модель затрат для двухуровневой ОСУ можно представить следующим образом:

$$C_{jk}^0 = C_{0k}^0 + C_{jk}^1 = (C_{0k}^{0(U)} + C_{0k}^{0(F)} + C_{0k}^{0(I)}) + (C_{jk}^{1(U)} + C_{jk}^{1(F)} + C_{jk}^{1(I)}),$$

где C_{jk}^0 – общие затраты на управление и информационный обмен; C_{0k}^0 – затраты на управление 1-м уровнем ОСУ; C_{jk}^1 – затраты на управление 2-м уровнем ОСУ; $C_{0k}^{0(U)}$, $C_{0k}^{0(F)}$, $C_{0k}^{0(I)}$, $C_{jk}^{1(U)}$, $C_{jk}^{1(F)}$, $C_{jk}^{1(I)}$ –

затраты по группам процессов управления и информационного обмена.

Величина затрат прежде всего будет определяться территориальным расположением элементов РС,

т.е. $C_{0k}^{0(I)} \xi_{0k}^0 \ll C_{0k}^{0(I)} \xi_{0k}^0 \neq 1$, $C_{jk}^{1(I)} \xi_{jk}^1 \ll C_{jk}^{1(I)} \xi_{jk}^1 \neq 1$,

$C_{jk}^{0(I)} \xi_{jk}^0 \ll C_{jk}^{0(I)} \xi_{jk}^0 \neq 1$. Например, для системы до-

вузовской подготовки, основные затраты по функциям и подразделениям управления будут складываться из затрат на заработную плату специалистов, реализующих основные процессы управления, а также на амортизацию используемых средств труда. А в ходе обеспечения информационного обмена основные средства будут идти на командировочные

расходы, содержание и оплату средств связи, обеспечения мониторинга и контроля за работой групп.

На основе данной модели затрат можно определить оптимальное количество уровней иерархии, т.е. для двух уровневой системы управления можно обосновать необходимость создания РЦУ. Если обозначить количество уровней иерархии через h , то математическая модель синтеза варианта ОСУ будет следующей:

$$h \rightarrow \min ; \quad (1)$$

$$\{Z_{jk}^i\} \cap \{Z_{jk}^{i+1}\} = \emptyset, Z_{jk}^i, Z_{jk}^{i+1} \leq Z^{h-1}; \quad (2)$$

$$C_{jk}^i \cap C_{(j+1)k}^i = \emptyset, C_{jk}^0 \cap C_{jk}^i \neq \emptyset ; \quad (3)$$

$$C_{0k}^{0(I)} + C_{jk}^{1(I)} < C_{jk}^{0(I)} ; \quad (4)$$

$$C_{0k}^{0(U)} + C_{jk}^{1(U)} < C_{jk}^{0(U)} ; \quad (5)$$

$$C_{0k}^{0(F)} + C_{jk}^{1(F)} < C_{jk}^{0(F)} , \quad (6)$$

$$i = 0..h-1 ; j = 1..l_1 ; k = 1..l_2$$

или

$$h \rightarrow \min ; \quad (7)$$

$$\{Z_{jk}^i\} \cap \{Z_{jk}^{i+1}\} = \emptyset, Z_{jk}^i, Z_{jk}^{i+1} \leq Z^{h-1}; \quad (8)$$

$$C_{jk}^i \cap C_{(j+1)k}^i = \emptyset, C_{jk}^0 \cap C_{jk}^i \neq \emptyset ; \quad (9)$$

$$C_{0k}^0 + C_{jk}^1 < C_{jk}^0 , \quad (10)$$

$$i = 0..h-1 ; j = 1..l_1 ; k = 1..l_2 .$$

В модели (1) – (6) разбиение затрат обусловлено тем, что при создании РЦУ возможно то, что затраты на управление по некоторым функциям или подразделениям могут остаться практически неизменными, а будут меняться только затраты на информационный обмен. В этом случае целесообразно решать задачу с учетом только ограничения (4), если ограничения (5) и (6) уже выполняются.

В модели (7) – (10) полагается, что при возникновении i -го уровня управления величина всех затрат будет меняться, так как потребуются введение новых организационных элементов. Поэтому все затраты надо рассматривать совместно.

Условия (2) или (8) показывают, что множества вершин на разных уровнях иерархии двухуровневой ОСУ не могут образовывать одно множество. Это условие необходимо в ходе решения данной задачи, поскольку решение такого класса задач выполняется методами кластерного анализа на основе анализа графов.

Условия (3) или (9) показывают структуризацию затрат по уровням управления. Первое условие означает, что затраты на управление j -м ИЭ не могут осуществляться из бюджета другого РЦУ. Второе условие из (3) или (8) означает, что затраты на управление ИЭ могут осуществляться непосредственно из ЦУРС, а не из РЦУ.

Данная математическая модель имеет самый упрощенный вид, поскольку учитываются только затраты. Однако для получения объективной картины, необходимо также ввести целевую функцию и ограничения по прибыли, ограничения по целевым интересам сторон, возможностям исполнителей и трудоемкости выполняемых задач и т.д. Однако в данной работе рассматривается только один из аспектов.

Следует также отметить, что для многоуровневой линейно-функциональной системы управления разработаны методы синтеза на основе анализа управленческих функций, которые представлены в [1].

Для одного из вузов г. Харькова, имеющего РС довузовской подготовки, были проведены расчеты затрат на управление данной системой и обеспечение информационного обмена. Расчеты показали, что создание двухуровневой системы управления, т.е. организация РЦУ, позволит снизить затраты на управление и информационное обеспечение практически в 10 раз.

Синтезировав модель ОСУ, на следующем этапе необходимо определиться с количеством управленческого персонала на каждом уровне иерархии. Для этого можно воспользоваться методом, который представлен в [1]. Модель выбора оптимального состава управленцев строится на основе анализа

процессов управления. Пусть l – группа процессов управления, φ_l – функция выполнения управленческих работ. Функции φ_l должен соответствовать объем работ A_l . Способ ν реализации функции управления φ_l обуславливается видом используемых средств управления. В зависимости от выбранного способа управления и затрат определяется количество управленческого персонала. Переменные, подлежащие определению в задаче, являются объемы работ A_l и количество управленцев.

Минимальное число управленцев, необходимое для выполнения управленческих работ в объеме A_l ν -м способом, определяется как целая часть числа вида A_{mk} / P_{mk}^{ν} , увеличенная на единицу, т.е.

$$\hat{N}_{mk}^{\nu} = [A_{mk} / P_{mk}^{\nu}] + 1,$$

где A_{mk} – общий объем управленческих работ по k -й группе процессов функционального управления и m -го вида процессов линейного подразделения; P_{mk}^{ν} – общий объем работ, направленных на достижение поставленных целей ν -м способом.

Далее определяются затраты C_{mk}^{ν} , связанные с реализацией процессов управления из k -й группы процессов функционального управления m -го линейного подразделения ν -м способом одним управленцем. Математическая модель задачи выбора оптимального состава управленцев имеет следующий вид:

$$\sum_{\nu \in N, m \in M, k \in K} C_{mk}^{\nu} N_{mk}^{\nu} \rightarrow \min ; \quad (11)$$

$$\sum_{\nu \in N} P_{mk}^{\nu} N_{mk}^{\nu} \geq A_{mk}, m \in M, k \in K ; \quad (12)$$

$$N_{mk}^{\nu} \geq \hat{N}_{mk}^{\nu}, \nu \in N, m \in M, k \in K, N_{mk}^{\nu} - \text{целое}, \quad (13)$$

где N_{mk}^{ν} – искомое количество управленцев, которые должны выполнять операции управления из k -й группы процессов по m -му виду процесса ν -м способом.

Алгоритм решения данной задачи состоит в том, модель (11) – (13), являясь задачей трехиндексной

линейного целочисленного программирования, сводится к одноиндексной, а затем решается методом вектора спада.

Заключение

Таким образом, в данной работе рассмотрены основные аспекты формирования ОСУ РС на основе анализа процессов управления и информационного обмена. Рассмотрены основные типы структур ОСУ и процесс информационного обмена управляющими командами. Предложена математическая модель синтеза двухуровневой структуры управления РС на основе анализа затрат. Рассмотрен метод определения количественного состава управленческого персонала на отдельном уровне иерархии ОСУ.

Литература

1. Региональное управление: Методология и моделирование / Под ред. В.А. Забродского. – Х.: Основа, 1991. – 96 с.
2. Горлов Д.О. Методи і моделі комплексного оцінювання багаторівневих структур управління проектами: Дис. ... канд. техн. наук: 05.13.22. – Х., 2004. – 145 с.
3. Управление организацией: Учебник / Под ред. А.Г. Поршнева, З.П. Румянцевой, Н.А. Саломатина; 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2000. – 669 с.
4. Финансовый менеджмент: теория и практика: Учебник / Под ред. Е.С. Стояновой; 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во «Перспектива», 2000. – 656 с.
5. Проблемы программно-целевого планирования и управления / Под ред. Поспелова Г.С. – М.: Наука, 1981. – 464 с.
6. Месарович М.Д., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973. – 344 с.

Поступила в редакцию 17.05.2006

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.Н. Баранов, Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков.