

## ЭКОНОМИКА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

УДК 65.012

### ОРГАНИЗАЦИЯ КООРДИНАЦИИ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Соколова Н.А., Ходаков Д.В., Ходаков В.Е.

#### **Введение.**

Начало появления и использования системного подхода связывают с работой Берта-ланфи [1].

Системный подход состоит в повсеместном и взаимосвязанном решении всех этапов развития системы и опирается на следующие принципы [2,3]:

- 1) взаимосвязь и развитие, зависимость и автономность, качественное различие целого и части;
- 2) иерархичность исследования: собственный уровень – изучение самой системы; вышестоящий уровень – изучение системы как элемента более широкой системы (метасистемы); нижестоящий уровень – изучение системы во взаимосвязи с компонентами;
- 3) интеграция исследования: изучение общих свойств и закономерностей системы, раскрытие принципов объединения в целое;
- 4) формализация исследования: создание методов, нацеленных на получение количественных характеристик.

К сложным системам относится и объект хозяйственной деятельности (ОХД).

Под ОХД будем понимать предприятие, организацию, учреждение, фирму, учебное заведение и т.д., как совокупность материальных ресурсов, технологических процессов (производства, обслуживания, обучения, лечения, управления и т.д.), трудовых ресурсов и организационной структуры, обеспечивающую функционирование системы и взаимодействие с внешней средой как целого. Таким образом, по определению, ОХД это универсальный элемент социально-экономической системы с практически неограниченной сферой деятельности, например: банки, страховые компании – в финансовой сфере; предприятия – в производственной сфере, транспортные, информационные, ремонтные, образовательные – в сфере услуг.

#### **Постановка задачи.**

Динамизм настоящего периода вызывает необходимость изучения процессов развития ОХД.

При управлении развитием системы (ОХД) необходимо руководствоваться следующими положениями, вытекающими из системного подхода: пропорционально-последовательное продвижение по этапам развития системы; координация (согласование) целей, информационных, надежностных, ресурсных и других характеристик; правильное соотношение отдельных уровней иерархии в системе; целостность отдельных обособленных стадий развития. При этом должен реализовываться главный принцип – обеспечение максимальной эффективности системы в результате развития.

Использование системного подхода привело к повышению роли координации. При использовании системного подхода координация «пронизывает» процесс развития ОХД от начальной стадии до конечной, что в свою очередь требует развития методов и моделей координации в сложных системах для формирования концепции развития ОХД. Таким образом появление и развитие системного подхода обусловило необходимость развития методов и концепции координации в сложных системах. Однако, несмотря на более чем тридцатилетнюю историю начала использования системного подхода, количество работ по координации исчисляется единицами [4,5].

**Основная часть.**

Решение задач координации начинает осуществляться с самого верхнего уровня системы и заключается в достижении такого состояния системы (ОХД), чтобы интересы всех компонентов (звеньев) системы были скоординированы, т.е. согласованы.

Объекты хозяйственной деятельности относятся к сложным многоуровневым системам, состоящим из определенного количества в определенной степени самостоятельных объектов. Для наглядности описания представим ОХД в виде двухуровневой системы, что является допустимым потому что в двухуровневых системах проявляются все существенные характеристики многоуровневых, и более сложные системы могут быть построены из двухуровневых (рис.1). На верхнем уровне двухуровневой ОХД находится головной орган, а на нижнем – отдельные элементы. Головной орган (ГО) берет на себя функции управления и координации деятельности элементов нижнего уровня, а также занимается собственной деятельностью (в зависимости от вида ОХД выпускает продукцию, оказывает услуги). Каждый из элементов низшего уровня обладает определенной самостоятельностью в организации собственной деятельности, но головной орган оказывает влияние на их состояние.

Описание ОХД как крупномасштабной системы должно включать набор переменных, задающих состояние всех элементов и системы в целом.

Состояние ОХД, как системы, описывается вектором  $y$ :

$$y = \{y_i, i \in I\},$$

где состояние каждого элемента описывается вектором  $y_i$ :

$$y_i = \{y_{ij}, j \in J_i\} = \{y_{ij}\}. \quad J_i = \{j | j = 1, 2, \dots, m_i\}. \quad (1)$$

Для каждого  $i$ -го элемента, где  $I$  – множество элементов ОХД (причем  $i=0$  – индекс головного ( $C_0$ ) элемента, а  $i=1, n$  – индексы остальных элементов), определен вектор:

$$y_i = (y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{im_i}),$$

где  $m$  – число показателей для описания состояния  $i$ -го элемента.

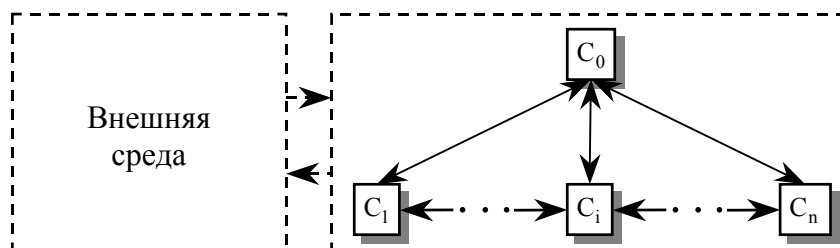


Рис.1 Укрупненная схема ОХД

Элементы  $C_i$  ОХД достаточно самостоятельны, чтобы организовать свою деятельность с наибольшей выгодой для себя. Однако в ОХД все элементы взаимозависимы и взаимосвязаны, т.е. от каждого из них зависит состояние других подразделений и системы в целом. Возможности элементов по организации собственной деятельности ограничены взаимосвязями и взаимозависимостями с другими элементами ОХД и контролируются головным элементом  $C_0$ , который разрабатывает общую стратегию, определяет плановые задания, распределяет ресурсы и пр.

Вектор состояний  $i$ -го элемента можно представить как объединение векторов:

$$y_i = (v_i, u_i^*, u_i),$$

где  $v_i$  – вектор расхода ресурсов;

$u_i^*$  – вектор результатов деятельности, определяемый головным органом;

$u_i$  – вектор результатов, определяемый самим элементом.

В свою очередь  $v_i \in V_i(u_i^*)$ , где  $V_i(u_i^*)$  – допустимое множество расходов ресурсов,

$$u_i \in U_i(v_i),$$

где  $U_i(v_i)$  – допустимое множество результирующих векторов при допустимом расходе ресурсов.

Тогда множество состояний  $i$ -го элемента будет определяться следующим образом:

$$Y_i = \{y_i(v_i, u_i^*, u_i) \mid v_i \in V_i(u_i^*) \cap V_i, u_i^* \in U_i^*, u_i \in U(v_i)\}.$$

Элементы ОХД действуют в сложной взаимосвязи не только друг с другом, но и с внешней средой. Влияние внешней среды вносит неопределенности и риск. При этом существенно влияние головного органа  $C_0$ , который определяет основные стратегические задачи элементов  $C_1 \div C_k$ , распределяет ресурсы. Состояние каждого элемента характеризуется глобальными и локальными ограничениями.

Взаимосвязь между элементами координируется головным элементом  $C_0$  (рис.1). Согласно подходу к координации в иерархических системах, впервые предложенному М. Месаровичем [4], координирование поведения элементов означает такое воздействие на них со стороны головного элемента, которое заставляет их действовать согласованно. Деятельность внутри системы координируется выполнением глобальной цели системы. Но отдельные элементы системы действуют ещё и так, чтобы достичь своих индивидуальных целей, из-за чего возможна конфликтная ситуация рассогласования интересов, а это может привести к невыполнению глобальной цели. Поэтому для получения устойчивого развития ОХД необходимо выполнение постулата совместимости.

Согласно постулату совместимости, решаемые на нижнем уровне задачи, координируются относительно задачи, решаемой на уровне всей системы всякий раз, когда они скоординированы относительно задачи, решаемой на уровне вышестоящего элемента.

Постулат совместимости определяет условия координируемости целей различных элементов системы, что является необходимым для согласованного достижения глобальной цели.

Во время развития системы решения задач координации проводятся последовательными шагами:

- координация целей – согласование целей деятельности элементов и всей системы, направленное на устранение противоречий в интересах на этапе разработки глобальной стратегии развития;
- координация в общем – установление определенных правил, определяющих действия элементов системы (стратегия);
- координация в деталях – практическая реализация выполнения установленных правил взаимодействия между головным элементом и нижестоящими элементами системы, между самими элементами.

Представим организацию, последовательность и взаимосвязь процессов координации в системе управления развитием ОХД (рис.2).

Начальным этапом решения задачи является определение общего объема работ по развитию ОХД, затем последовательная декомпозиция целей, функций и структур (выделение составляющих, уровней параллелизма, элементов декомпозиции) и распределение инноваций – работ по развитию по уровням параллелизма. Далее осуществляется выбор механизмов координации, решение задач развития на выделенных уровнях и элементах детализации для построения вариантов путей развития ОХД, контроль реализации развития, определение размеров и причин несоординированности, оценка координируемости и управляемости, прогнозирование и определение эффективности хода развития и координируемости.

Необходимо планировать работу системы в соответствии с прогнозируемым поведением внешней среды. Подобные планы должны быть согласованы с возможностями отдельных компонентов системы в соответствии со стратегическим планом развития ОХД. Управляемость обеспечивается структурой организаций процессов координации, которая предопределяет возможность при помощи определенных ресурсов и средств, функциональных служб целенаправленно влиять на работу отдельных элементов системы.

Разработанная концепция организации процессов координации (рис.2) обеспечивает выполнение принципа рекурсивности, поскольку система управления отдельной частью полностью соответствует принципам построения всей системы управления развитием ОХД.

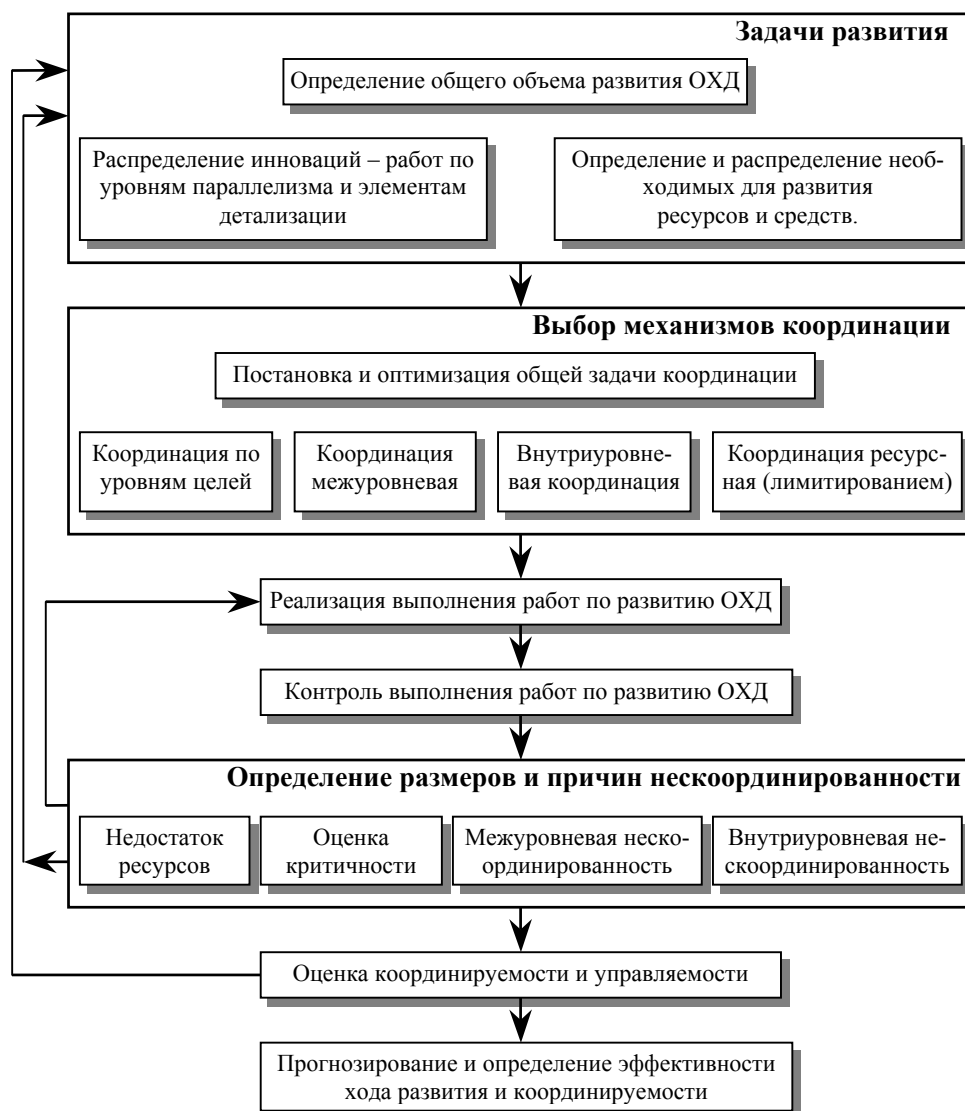


Рис.2 Схема организации процессов координации в системе управления ОХД.

Рекурсивность означает, что любой из элементов системы также является жизнеспособной системой и в свою очередь имеет такую же структуру, что и главная система, которая, возможно, является частью ещё более глобальной системы. Таким образом, на всех уровнях выполняются вышперечисленные принципы организации.

Действительно, при более детальном рассмотрении схему-проект управления развитием можно представить в виде совокупности отдельных подпроектов, которые, в свою очередь, состоят из отдельных комплексов работ. Комплексы работ можно разбить на операции и т.д. При этом организация процессов координации подсистем нижнего уровня соответствует тем же принципам, что и всей системы.

В процессе реализации проекта развития предусматриваются возможности выявления степени и причин нескоординированности. При этом, среди возможных причин несоответствия выделим три основных типа.

1. Объективная невозможность выполнения работ из-за нехватки ресурсов. Это может быть вызвано недостаточным качеством планирования, при котором не были учтены

все необходимые затраты на выполнение работ; внезапными действиями внешней среды (возмущениями), которые не могли быть предусмотрены в плане и, соответственно, на локализацию которых не было предусмотрено дополнительных средств.

2. Невыполнение по причине межуровневой несогласованности целей. Такая ситуация имеет место, когда локальные цели подсистем не согласованы с целями вышестоящей управляющей системы, то есть их целевые функции не являются «связанными». В этом случае для локальных (нижестоящих) управляющих подсистем отсутствуют стимулы для качественного выполнения своих обязанностей, они не заинтересованы в этом. Такая ситуация является следствием плохой работы на этапе планирования целей.

3. Невыполнение по причине внутриуровневой несогласованности, то есть в результате нерациональных взаимосвязей между элементами одного уровня. Такая ситуация может возникнуть в результате некачественного распределения работ или же некачественной работы отдельных элементов этого же уровня. При этом подобная негативная тенденция может иметь каскадный характер и распространяться на эффективность работы остальных элементов (например, задержка выполнения работы, лежащей на критическом пути, ведет к сдвигу и несвоевременному выполнению всех остальных работ). Такая ситуация требует своевременной координации.

После определения размеров и причин несоответствия запускаются в работу процессы координации.

Несоответствие, первого типа решается путем координации на уровне ограничений. При этом происходит перераспределение ресурсов в рамках данной подсистемы управления, то есть проблема сначала решается на локальном уровне. Если несоответствие имеет такой масштаб, что мобилизации ресурсов на данном уровне недостаточно, в координацию вовлекаются управляющие системы более высокого уровня. В худшем случае может оказаться, что проблема в рамках установленного объема ресурсов проекта не решается, вообще, тогда для решения проблемы будут привлекаться инвесторы и будет решаться вопрос о пересмотре объема ресурсов и дополнительном финансировании.

Несоответствие, вызванное причинами второго типа, решается путем координации на уровне целей. Такая координация лежит в основе процессов активизации в управлении. При этом решаются задачи согласования целей нижестоящих и вышестоящей управляющих систем.

Если декомпозиция проекта развития ОХД произведена по предметному принципу и целевые функции управляющих подсистем всех уровней привязаны непосредственно к степени выполнения определенного типа работ, то такая рассогласованность целей в большом масштабе заведомо исключена, поскольку целевая функция вышестоящей управляющей системы сепарабельна и будет складываться из целевых функций всех нижестоящих в данной ветви иерархии подсистем.

Несоответствие, вызванное внутриуровневой несогласованностью решается путем применения одного из наиболее подходящих в данной ситуации принципов координации: прогнозирования и согласования взаимодействий.

Таким образом обеспечивается эффективность работы отдельных подразделений и гарантируется возможность организовать своевременную координацию выполнения проекта развития на всех уровнях и на любой стадии.

Однако для эффективной координации необходимо не только знать, какие из подсистем работают неэффективно, но и уметь оценить степень координируемости этих подсистем для определения целесообразности вложения средств на их координацию. Ведь вполне возможно, что стоимость дополнительных ресурсов, привлекаемых для координации данной подсистемы, превышает получаемый в результате координации эффект. Для этого необходимо уметь оценить степень важности неэффективно функционирующей работы. Показатель важности можно оценить, например, при помощи двух параметров:

1. Степень критичности данного вида работ, которая отражает расстояние данной работы от критического пути, которое можно выразить через резервы времени данной работы.

2. Степень заменяемости данного вида работ. Вполне возможно, что дополнительные ресурсы, необходимые для организации координации, рациональнее было бы использовать для применения, например, другой технологии или вообще привлечения других (например, более компетентных) исполнителей.

Сравнение величин затрат на координацию и эффекта от ее реализации, скорректированного на показатель важности данного вида работ, может дать представление об уровне координируемости данной системы и целесообразности проведения мероприятий по координации.

#### **Заключение.**

Показана взаимосвязь системного подхода при функционировании и развитии сложных систем с процессами координации. Разработана организация процессов координации в системе управления объектом хозяйственной деятельности. Показано, что сравнение величин затрат на координацию и эффекта от ее реализации, скорректированного на показатель важности данного вида работ, может дать представление об уровне координируемости данной системы и целесообразности проведения мероприятий по координации.

Management of development of complex systems on the basis of the system approach demands decision of tasks of coordination which are realized in systems consistently, since coordination of the purposes, then coordination in general, and at last in details. Questions of the organization, sequence and interrelation of processes of coordination a boundary of level type and inside of level type are considered. The circuit of the organization of processes of coordination in control system OEA is developed.

1. Бергаланфи Л. Общая теория систем – обзор проблем и результатов. – В кн.: Системные исследования; Ежегодник. – М.: Наука, 1969. – С. 30-40.

2. Дружинин В.В., Конторов Д.С. Системотехника. – М.: Радио и связь, 1985. – 200 с.

3. Николаев В.И., Брук В.М. Системотехника: методы и приложения. – Л.: Машиностроение, 1985. – 199 с.

4. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973. – 332 с.

5. Алиев Р.А., Либерзон М.И. Методы и алгоритмы координации в промышленных системах управления. – М.: Радио и связь, 1987. – 208 с.