

УДК 65.01

ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ:
СЕТЬ ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗАЦИИ
КАК ДИНАМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

О В. Буч
г. Мурманск

Динамическими системами выражаются объекты, которые изменяют свое состояние под действием некоторых сил, что сопровождается какими-либо действиями. Динамическим системам присуща непредсказуемость в долгосрочной перспективе, которая обусловлена следующей причиной - динамические системы являются системами с обратной связью. Выходные данные такой системы в преобразованном виде снова попадают на ее вход, и так до бесконечности. Социально-экономические системы имеют высокий уровень динамической сложности, которая является результатом нелинейных взаимодействий в системе.

Если сеть процессов – нелинейная динамическая система, то ее поведение можно описать с помощью теории нелинейных динамических систем. Таким образом, необходимо исследовать является ли сеть процессов нелинейной динамической системой, найти доказательства этого и рассмотреть характеристики этой системы и ее поведение во времени и пространстве.

Свойство линейности рассматриваемого объекта можно определить с помощью следующих соотношений:

каждая причина имеет прямое следствие,
все системы стремятся к равновесию,
природа упорядочена.

Однако, следует отметить, что указанные соотношения могут объяснить взаимодействие двух объектов, но не трех. Для трех и более объектов единственного решения не существует, так как система проявляет нелинейные качества.

«Незначительная причина, укрывшаяся от нашего внимания, порождает значительный эффект, который мы не можем предвидеть, и тогда мы говорим, что этот эффект случаен... может случиться так, что маленькая разница в начальных условиях продуцирует большое различие в конце явления. Малая ошибка на предшествующем этапе создает огромную ошибку впоследствии. Предсказание становится невозможным...» (Пуанкаре).

Нелинейность является свойством многих фундаментальных явлений. К их числу относится и эффективность деятельности. Определим эффективность как приращение эффекта E , относительно к приращению, действующей обобщенной силы F . При линейной зависимости эффекта от силы эффективность остается постоянной. В противном случае мы имеем нелинейную зависимость. По своим механизмам и математическому описанию нелинейности могут быть весьма разнообразны. Однако, по сути они все могут быть сведены к двум качественно различающимся вариантам:

сублинейный эффект – отклонение от линейности вниз;

суперлинейный эффект – отклонение от линейности вверх.

Первый вариант не ведет к каким-либо интересным последствиям. Второй – описывает феномен порога, т.е. состояние когда при превышении некоторого критического значения силы эффект ее действия резко возрастает.

Например, запуск процесса требует на первом этапе инвестиций, которые не приносят немедленного дохода. И нужна определенная сверхкритическая масса ресурсов, чтобы преодолеть порог и запустить самоподдерживающийся процесс.

1. Описание архитектуры сети процессов

Задача описания динамической модели сети процессов имеет ряд специфических особенностей:

исследуются сложные, слабо формализованные ситуации, в которых невозможно применение аналитических методов,

необходимо исследовать поведение сети в ситуациях, которые ранее не встречались,

необходимо исследовать ситуации, наблюдение которых осложнено большой длительностью их развития.

Сеть процессов в первом рассмотрении состоит из двух частей:

материальная часть – объект (процесс),

нематериальная часть – совокупность организационных отношений между операциями процесса и процессами в сети.

Совокупность организационных отношений структурирует процессы, обеспечивая этим взаимодействия процессов между собой и взаимодействия с внешней средой. Только в структурированном объекте можно создать функциональное пространство, что обеспечивает взаимосвязь элементов, формирует сеть процессов, позволяет последовательно переходить из одного инвариантного состояния в другое. Сеть состоит по

крайней мере из структур двух типов (рис. 1): горизонтальной и вертикальной. Первая отражает взаимосвязь процессов между собой, вторая – связь процессов с источником своего существования (вещественным, энергетическим, информационным).

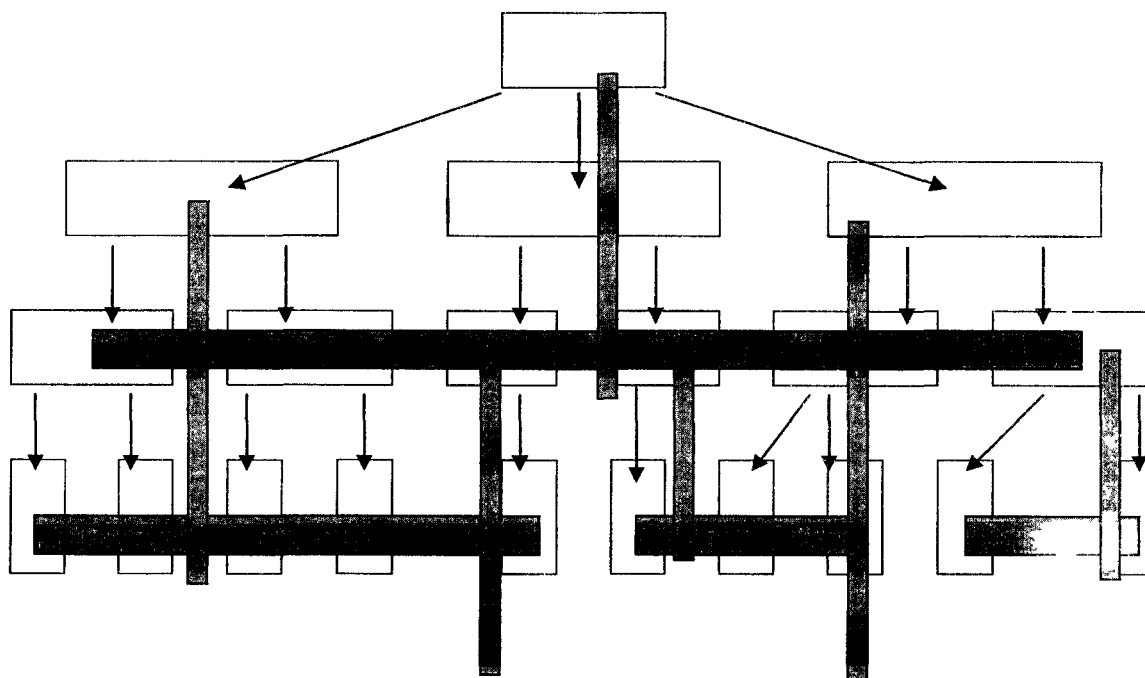


Рис. 1. Сеть процессов в организации

Построение архитектуры сети по горизонтали представляет собой объединение процессов одинакового уровня или однородных процессов (параллельных). Вертикальное (интегрированное) построение возникает путем объединения процессов ряда последовательных ступеней производства или управления. Объединение процессов с нерегулярной структурой содержит как горизонтальные связи, так и вертикальные.

Изложенное представление о сети процессов как о системе позволяет выделить следующие содержательные признаки:

- сеть процессов использует множество различных неоднородных ресурсов,
- используемые сетью процессов ресурсы совместимы, у них есть как минимум одно общее свойство – условия установления отношений,
- эволюция отдельных процессов не нарушает целостности сети.

Чтобы построить работоспособную сеть процессов необходимо правильно спроектировать архитектуру сети. Для этого надо удовлетворить, кроме требования устойчивости, условиям управляемости, наблюдаемости и идентифицируемости.

Если с помощью конструкции динамической системы исследовать некоторый объект, то в нем обычно выделяют следующие группы элементов:

$T = \{t\}$ - моменты времени,

$X = \{x\}$ - состояние,

$R = \{r\}$ - воздействие,

$Y = \{y\}$ - следствие.

Если рассматривать в качестве объекта – сеть процессов, то можно выделить:

вход, как воздействия;

выход, как следствия;

моменты времени;

состояние сети процессов.

Существенными взаимоотношениями между указанными элементами следующие:

отношения порядка – между моментами времени,

«переходное отношение» между группой «состояние и воздействие в некоторый момент времени» и группой «состояние в последующий момент времени»,

выходное отношение между группой «состояние в некоторый момент времени» и выходом,

отношения, связывающие воздействие и моменты времени.

С помощью таких представлений выражают идею изменяющихся объектов или изменений (рис.2)

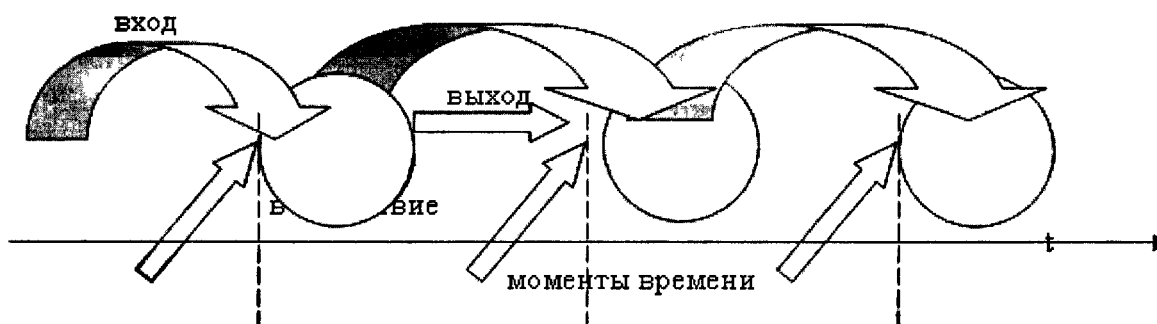


Рис.2. Схема поведения динамической системы

Сеть – это комплекс взаимодействующих между собой элементов (процессов), каждый из которых необходим для достижения цели. Чем больше число связей между процессами и состояний, в которых они могут находиться, тем сложнее организована сеть. Математическая зависимость количества процессов в сети и максимального числа возможных связей между ними выражается так:

$$V = n(n-1),$$

где n – число процессов в сети.

Максимальное число возможных состояний системы выражается зависимостью:

$$H = 2^n(n-1)$$

Эти зависимости показывают, что с увеличением количества процессов в сети резко возрастает число возможных состояний системы.

Анализ нелинейной динамики сети процессов дает нам вывод о том, что пространство процессов едино, непрерывно, но не гомогенно. Среди важнейших неоднородностей этой сети – разноразмерность составляющих ее процессов. Трансмерность – категориальное понятие, фиксирующее этот тип неоднородности. Трансмерность – это «... некий модельный элемент, ответственный за механизмы становления и самоорганизации». [1]. Использование трансмерности позволяет четко различать размерную мощность сравниваемых понятий и характеристик процессов.

Концептуальное моделирование архитектуры сети процессов показало, что определяющими факторами (точками чувствительности) в настоящих внешних условиях является потенциал процесса. Потенциал процесса определяется как возможности и ресурсы, которые могут быть приведены в действие для достижения цели процесса. Для развития потенциала процесса необходимы соответствующие условия.

2. Свойство фрактальности процессов. Самоподобные процессы.

В период самоорганизации в сеть, процессы проявляют свойство фрактальности. Фрактал – это самоподобный математический объект, в котором меньшая часть соотносится с целым, причем может соотноситься, в том числе и качественно. Свойство фрактальности может проявляться и в пространстве и во времени. Фрактальные формы могут порождаться различными путями. Самый простой из них – задать порождающее правило и выполнить некоторое количество итераций. Таким образом, получаются симметричные или детерминистические фрактальные формы, однако, фракталы могут быть и несимметричные (например береговая линия). Идентификационная характеристика фрактала – размерность. Математический аппарат, в виде функций, для порождения фрактальных форм разработал М. Барнелли [2], и назвал их итеративными, функциональными системами (IFS). Из подмножества IFS фракталы порождаются детерминистическими правилами, которые выполняются случайным образом. Предел возможностей получаемого результата в данном случае определяет аттрактор системы. Аттракторы можно считать областями самоорганизации системы.

В организации при исследовании сети процессов встречаются несимметричные фрактальные формы. Система не знает куда движется, пока не получит информацию. Получив информацию, процесс направляется внутренним детерминистическим правилом. Результатом является целый диапазон возможностей, но количество возможностей бесконечно. Эта структура – бесконечные возможности внутри конечного диапазона – есть аттрактор или предел множества задаваемого данной IFS. Фрактал – аттрактор (предельное множество) порождающего правила (информационного процессора). Это некое самоподобие, в котором меньшие части соотносятся с целыми. Части и целое могут соотноситься качественно. Например, фрактальные временные ряды. Фрактальная

размерность показывает нам, как форма или временной ряд заполняет пространство. Способ заполнения объектом пространства определяется теми силами, которые определили его формирование. Свойства фракталов состоят в следующем - чем больше мы их изучаем, тем больше деталей можем увидеть.

При исследовании архитектоники сети процессов мы можем предположить, что процесс имеет бесконечное количество состояний в рамках заданного диапазона, зависящего от начальных условий: информации, коммуникационного канала и др. Но в результате реализации процесса должна быть достигнута цель, поэтому необходимо регулирование процесса, которое осуществляется с помощью соответствующих управляющих воздействий.

Но процесс можно также рассматривать как фрактал – это самостоятельно действующая структурная единица предприятия, цели и результаты которого поддаются однозначному определению. Процесс – это самоорганизованная цепочка повторяющихся событий, все процессы обладают схожими характеристиками, решая каждый свою задачу, следовательно, процесс можно назвать фракталом.

Для фрактала характерны:

оперативность: оптимальная организация последовательности операций.

тактика и стратегия: в динамичной среде фракталами ставят и формулируют свои задачи, а также заботятся о внутренних и внешних отношениях.

Фракталы могут преобразовываться, возникать и вновь распадаться.

Цели системы, которые складываются из целей фракталов, не содержат противоречий и должны служить для достижения общей цели – организации. Конечные результаты фрактала постоянно измеряются и оцениваются. Таким образом, фрактал центральный структурный элемент организации.

Фракталами описывают действительность, но не объясняют. Для объяснения привлечем теорию нелинейных динамических систем. Нелинейная динамическая система – это система с обратной связью отличающаяся особой чувствительностью к начальным условиям.

Существует три основных класса нелинейных систем, каждый из них имеет свой собственный тип аттрактора (область решений) в фазовом пространстве:

точечный аттрактор, фазовый портрет – спираль, система находится в состоянии равновесия.

аттрактор – предельный цикл, регулярная периодическая система с притоком энергии извне, фазовый портрет – эллипс, система колеблется около точки равновесия.

странный аттрактор, для которого характерны непериодические циклы.

Фазовое пространство дает нам картину возможностей системы. Если природа системы неизвестна, а наблюдается только некий эффект, то фазовое пространство может быть восстановлено по статистическим данным.

Автор [3] предлагает два пути рассмотрения концепции «чувства зависимости от начальных условий»:

– «вперед смотрящая» интерпретация,

Известны уравнения движения, но соответствующая им точность предсказаний зависит от качества входных характеристик. Чем дальше, тем менее точны предсказания (больше временной лаг).

– «назад смотрящая» интерпретация.

Сама система (сеть процессов) порождает случайности состояний вследствие разнородности процессов и по достижении определенной точки «память» о начальных условиях теряется, таким образом мы зависим от местонахождения.

Эти два подхода могут быть объединены в единое целое. Когда мы зависим от местонахождения, точность наших предсказаний зависит от того насколько мы хорошо понимаем, где находимся. То или иное событие может неопределенным образом влиять на будущее, при этом система способна помнить это событие на конечном отрезке времени. Применительно к процессам можно предположить следующее. Архитектура сети представляет собой стройную декомпозицию разнородных и однородных процессов. Начальные условия в виде поступающей информации, канала связи, ресурсов не являются постоянными (неизменными). Но архитектура сети устроена таким образом, что сеть (система) запоминает и хранит в памяти входные характеристики. Однако, существует предел достоверности хранимой информации о начальных условиях и поэтому особое значение приобретает мониторинг процессов, т.е. постоянное измерение текущего состояния (местонахождения) процесса. Качество этих измерений влияет на достижение цели процесса, сети процессов и в конечном итоге организации в целом. Это проявление свойства фрактальности сети процессов во времени.

Степень зависимости сети процессов от начальных условий, может быть измерена посредством показателей Ляпунова (L), которые являются мерой того, насколько близкие орбиты быстро разбегаются в фазовом пространстве. $L > 0$ характеризует растяжение фазового пространства, а $L < 0$ сжатие фазового пространства. Показатели Ляпунова позволяют классифицировать аттракторы.

Для трехмерной системы:

- точечный аттрактор (-, -, -)
- предельный цикл (0, -, -)
- странный (+, 0, -)

Количественные характеристики (показатели) легко использовать, если известно уравнение движения. Если уравнение движения неизвестно, то мы можем создать модели уравнений, с целью установления закономерностей движения, но мы должны доказать, что перед нами нелинейная динамическая система.

Сеть процессов обладает свойством нелинейности, так как выходные характеристики редко пропорциональны входным. Нелинейность возникает поскольку при реализации процесса, применении управляющих воздействий, наличии многообразия связей между процессами, в сети взаимодействуют многие факторы.

3. Условия проявления синергетического эффекта

Процессы в сети, взаимодействуя, обеспечивают функционирование всей сети процессов. Каким должно быть взаимодействие, чтобы приводить к усилению свойств целого? Является ли сеть процессов самоорганизующейся системой? Одним из факторов, определяющих создание сети процессов является эффект синергии.

Однако, следует отметить, что проявление синергетического эффекта зависит от качеств и свойств взаимодействий между процессами, к которым относятся стабильность, надежность, оптимизационность, адаптивность, эволюционность.

Стабильность и надежность являются структурными свойствами взаимодействий, а оптимизационность, адаптивность и эволюционность – функциональными. Адаптивность характеризует способность изменять характер взаимодействия во времени, поскольку происходит поступление новой информации участников взаимодействий, развитие и усиление отдельных факторов. Способность взаимодействий процессов изменять те или иные показатели процесса без катастроф в допустимых пределах (границах) проявляется в эволюционности взаимодействий. Оптимизационность предполагает выбор наилучшего варианта развития процессов среди множества возможных.

Процессы, объединяясь в сеть, проявляют новые качества и свойства:

– системность.

Взаимодействие процессов должно обеспечить изменение системных свойств организации (как объекта процессного управления) с целью повышения его восприимчивости к инновациям, предоставления возможностей активного целенаправленного использования возможностей влиять на свою профессиональную траекторию.

- Направленное развитие (принцип кормчего).

Это принцип «кормчего» – не плыть против течения, а использовать его, избегая мелей, порогов, не теряя из виду выбранный пункт на берегу. Это разумное сочетание процессного и креативного управления организацией.

- Самовоспроизводство.

Реализуются меры, направленные на рост разнообразия, увеличения альтернатив, возможностей, создания здоровой конкуренции, отбор лучшего. Самоорганизация

здесь не менее важна, чем организация. Важно создание среды, способной к самовоспроизводству, к «генерации первопроходцев».

- Козволюционность

Козволюция предполагает синтез структурных блоков, целостных эволюционных форм. Процесс коэволюции происходит скачкообразно, т.к. становясь частью целого и попадая в среду с иными свойствами и правилами поведения, процесс деформируется (изменяется).

- Когерентность

Под когерентностью нужно понимать процесс согласования жизненных циклов различных процессов, который происходит при объединении их в сеть.

Сеть процессов как динамическая система обладает рядом специфических свойств, которые позволяют сформулировать условие проявления синергетического эффекта:

- открытость,
- сложность,
- наличие обратных связей,
- нелинейность.

4. Особенности взаимодействия сети процессов с внешней средой

Процессы, объединенные в сеть, участвуют как во внутреннем взаимодействии, так и во внешнем. Часть связей процессов замыкается на объекты внешней среды (например на поставщиков ресурсов), поэтому архитектура сети в определенном смысле независима от состава ее процессов.

Во внешней среде организации можно выделить два слоя: дальнее и окружение и ближнее окружение (рис.3).

Ближнее окружение определяет влияние на процессы со стороны непосредственных потребителей результатов, поставщиков ресурсов, т.е. тех объектов, которые имеют прямые связи с организацией. Дальнее окружение характеризует факторы, которые непосредственного воздействия на сеть процессов не оказывают, однако, их косвенное влияние при определенных обстоятельствах (например, форс-мажор) может быть значительным. Это политическая стабильность, экологическая обстановка, научно-технический прогресс, законодательная база, культурные ценности, межкультурные взаимодействия, менталитет нации.

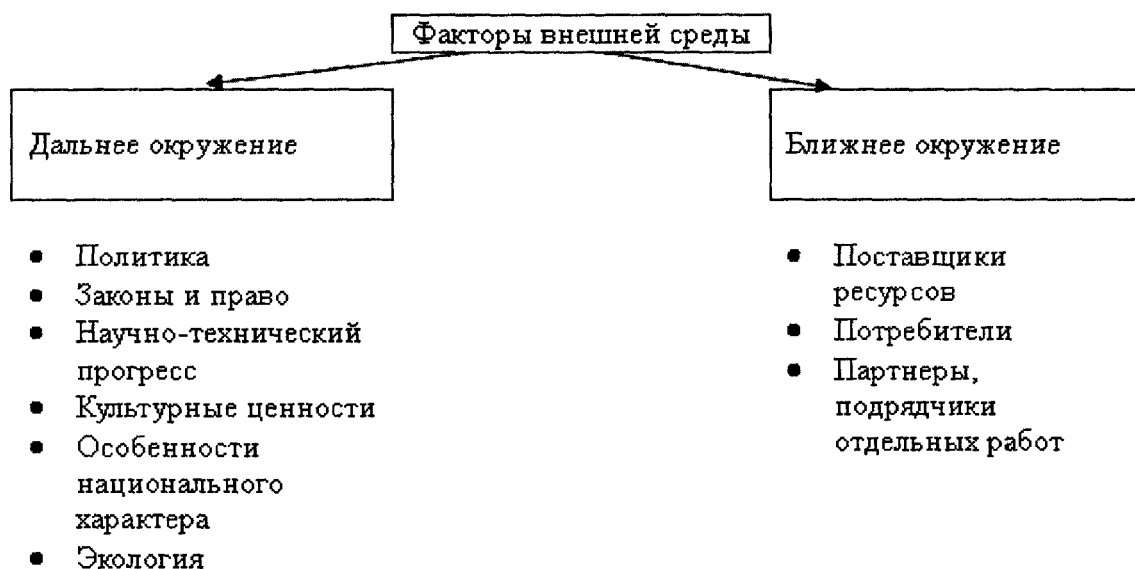


Рис. 3. Факторы внешней среды сети процессов

Чем ближе система к естественной, тем сильнее она связана с внешним миром – средой. Сеть процессов, являясь открытой системой, имеет границы, проницаемые для внешних воздействий. Факторы внешней среды играют роль раздражителей для системы, влияя на устойчивость сети, на самоорганизации процессов. Оценивая данное влияние, следует отметить, что оно может быть как положительным, так и отрицательным

Устойчивость функционирования какой-либо системы есть обобщающее понятие, оно складывается из большой группы факторов, непосредственно сказывающихся на устойчивости. Потеря устойчивости в общем случае может произойти из-за изменения параметров системы (бифуркация), из-за наличия непредусмотренных при создании системы внешних воздействий, при нарушении связей в системе, когда структура системы меняется. В последнем случае говорят о структурной неустойчивости. Другая группа причин потери устойчивости связана с нарушением обращения материального носителя (вещества, энергии информации) по каналам связи между элементами системы.

Взаимодействия сети с внешней средой имеет ряд особенностей, к которым можно отнести:

– двойственность.

Внешняя среда оказывает положительное и отрицательное влияние, что может привести одновременно и к потере устойчивости и к приобретению сетью новых качеств (например, усиления синергетического эффекта, коэволюция (выравнивание характеристик) процессов).

– непредсказуемость.

Входные характеристики и результат отдалены во времени и в пространстве, в то время как мы имеем тенденцию искать причины вблизи ситуаций (последствие влияния внешней среды), которые мы ходим объяснить.

– историческая зависимость

Относительно часто влияние факторов внешней среды предопределяет выбор управленческого решения, выбор одного пути, исключая выбор других путей и тем самым определяет пределы развития или роста.

– нелинейность

Результат воздействия внешней среды непропорционален причине.

– управление через обратные связи

Обратные связи между сетью процессов и объектами ближнего окружения являются сильными, поэтому действия влияют обратно на себя. Факторы внешней среды изменяют состояние процесса, вызывая другие действия или управленческие решения, создавая таким образом, новую ситуацию, которая в свою очередь влияет на последующие действия и т.д.

Такое взаимодействие процессов в сети называется коммуникацией в широком смысле этого слова (лат. communication - совместно). Если коммуникация отражает взаимодействия процессов, то должны быть объекты, перемещающиеся между процессами и собственно пути коммуникаций (каналы). Предметами коммуникаций могут быть информация, энергия, ресурсы. Нарушения непрерывности коммуникаций может быть следствием следующих факторов:

– деформация самих каналов,

– разрушение,

– снижение пропускной способности,

– вносимые изменения при транспортировке результата,

– истощение ресурсов, нарушение свойств передаваемого носителя,

– переполнение каналов.

Так как наследование – одно из свойств процессов сети, организация хранит и передает информацию о процессах, но одновременно с этим, факторы внешней среды корректируют состояние сети процессов. Таким образом, основная архитектура сети задается корпоративной культурой организации. Однако взаимодействие с турбулентной внешней средой позволяет поддерживать равновесие между предопределенностью структуры сети и процессами их самоорганизации.

Таким образом, процессы в организации объединены в сеть, формирование архитектуры которой зависит от характера взаимодействий процессов. Для описания сети разработана классификационная структура взаимодействий и сеть рассмотрена как нелинейная динамическая система. Показано, что процессы, объединяясь в сеть, прояв-

ляют свойство фрактальности (бесконечное число состояний в рамках коридора возможностей) и сам процесс также можно считать фракталом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аршинов В.И., Свирский Я.И. Синергетическое движение в языке // В кн.: Самоорганизация и наука: опыт философского осмысления. М., 1994. – С. 33
2. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы, М.: Москва, 2002. – 655с.
3. Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала, М.: Мир, 2000. – 333 с.
4. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса., М.: Эдиториал УРСС. – 2001. – 310с.
5. Пригожин И. От существующего к возникающему, М.: Эдиториал УРСС.- 2002. – 287с.
6. Пригожин И. Конец определенности, Ижевск: НИЦ Регулярная и хаотическая динамика. – 2001. – 208с.
7. Янсен Ф. Эпоха перемен. – М.: Инфра-М, 2002. – 308 с.