

ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МОНОЛИТНОГО ВЫСОТНОГО ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Моделирование технологической системы как парадигматическая проблема. Задача совершенствования технологических систем понимается как *динамическая трансформация их структур и функций в соответствии с изменением целевой функции системы* [1].

Формализуем эту задачу.

При традиционном понимании системы $S=(O, R)$ как упорядоченной пары элементов O и отношений R , т. е. категории, множество возможных решений $\{S\}$ является объектом, а любой морфизм $F: S_i \rightarrow S_j$ – функтором. Все морфизмы $\{S\}$ и функторы $\{F\}$ также образуют категорию T . Задача состоит в отыскании функтора F из множества морфизмов категории T и такого объекта S из множества объектов категории T , для которых

$$\left\{ \begin{array}{l} F_j : S_i \rightarrow S_k \\ z(t) \rightarrow optz \end{array} \right. \quad (1)$$

где $z(t)$ – изменяющаяся во времени целевая функция системы;
 $optz$ – оптимальная величина $z(t)$, достигаемая в определенный момент времени.

Реально учитываются также различные ограничения A организации, функций и возможных преобразований системы.

Практически были опробованы разные стратегии таких трансформаций. Все они базировались на указанной парадигме. Так, индустриально-технологические системы строительства стран с плановой экономикой продемонстрировали высокую организованность и низкую адаптивность. Сокращение жизненного цикла организационно-управленческих решений в зарубежных фирмах с 12-15 лет в 60-е годы до менее чем 5 лет в настоящее время свидетельствует о высокой адаптивности, но и несовершенстве и нестабильности организации. Преодоление указанного противоречия возможно лишь после *смены парадигмы, связанного с концептуально иным пониманием системы*. Исследования сложных биологических и эргатических систем [2] показывают, что система способна оптимально выполнять свои функции в условиях изменяющейся окружающей среды только в том случае, если является *открытой, целостной, изморфной, самоорганизующейся*. Целостность (эмерджентность), понимаемая как несводимость системы к ее составляющим (неаддитивность), как раз и не соответствует понятию множества, полностью определяемому своими элементами.

С учетом вышеизложенного, предложим новое определение технологической системы монолитного высотного жилищного строительства.

Определение 1. *Технологической системой монолитного высотного жилищного строительства (ТС МВЖС) называется открытая, целостная, изоморфная, самоорганизуемая система, обеспечивающая оптимальное проведение монолитных железобетонных работ при строительстве высотных жилых зданий соответственно внешним требованиям.*

Покажем терминологическую и причинную связь между свойствами ТС МВЖС и требованиями, предъявляемыми к адаптивным технологическим системам [1, с.162-165]. *Модульность и функциональная автономность* системы в целом и составляющих ее подсистем является прямым следствием целостности и самоорганизации; *универсализация функций* – изоморфизма организации, *способность к динамической мобилизации* – открытости и целостности, *прогнозируемость развития и управляемость информационных потоков* – самоорганизации и саморегуляции.

Оптимизацию системы, в соответствии с ее целевой функцией будем интерпретировать как *гармонизацию отношений ТС МВЖС с окружающей средой*. Это подразумевает «естественное» образование и ликвидацию структур в зависимости от внешних воздействий (самоорганизация). Такая оптимизация возможна если ТС МВЖС и влияющие на ее функционирование компоненты окружающей среды являются подсистемами системы более высокого уровня. Конечным результатом является такая система, которая реагирует на любое изменение внешних воздействий *лишь изменением параметров и функций своих подсистем* (полиморфизм) при *неизменности организации* (изоморфизм), т.е. в пределах саморегуляции. Так разрешается противоречие между организованностью и адаптивностью системы.

Известно, что степень неаддитивности сложных технических систем различна, поэтому «естественная» оптимизация ТС МВЖС возможна в определенных пределах; она должна быть дополнена «директивной» оптимизацией, когда создается орган, призванный видоизменять структуру системы в соответствии с внешними воздействиями и при сохранении ее целостности.

Таким образом, задача моделирования ТС МВЖС сводится к определению и адекватному представлению:

- общих признаков открытости, целостности и т.д.;
- признаков автономной системы как единицы рассмотрения;
- уровней организации;
- пределов директивного вмешательства;
- ценности и ограничений параметров функционирования системы;
- трансформаций с целью оптимизации системы.

Эти условия определяют вид используемой модели. Для представления признаков целостности (симметрии, определенные числовые характеристики уровней организации и т.д.) предпочтительной является графическая форма, а функциональных зависимостей параметров – аналитическая. Исходя из этих соображений, дадим следующее определение.

Определение 2. *Моделью технологической системы монолитного высотного жилищного строительства (МТС МВЖС) называется графоанали-*

тическое представление ее основных структур и функций в их иерархической связи и с учетом вклада в обеспечение целостности системы.

Построение МТС МВЖС происходит в несколько этапов:

- 1) иерархическое упорядочение технологических процессов с учетом влияния внешних связей;
- 2) установление связи с организационными структурами строительной организации, вплоть до образования автономной системы;
- 3) оптимизация структуры и внешних связей, исходя из того, что ТС МВЖС является подсистемой систем более высокого уровня, а также открытости, целостности, изоморфности, самоорганизации;
- 4) построение графоаналитической модели.

Рассмотрим последовательно все этапы построения МТС МВЖС.

Этап 1. Общепринятая схема возведения монолитных железобетонных конструкций [3, с.141] не отражает связи с объемно-планировочными и конструктивными решениями, ресурсами, специальными требованиями, что свидетельствует об отсутствии качества открытости. Схоластическая группировка составляющих затрудняет организацию, механизацию, оперативное управления технологическими процессами, т.е. ослабляет механизмы саморегуляции. Структуры организации, механизации и управления не являются изоморфными. Не прослеживается четкого направления детализации. Итак, серьезные недостатки схемы, обуславливающие ее низкую эффективность, объясняются несоответствием системным требованиям.

В предлагаемой схеме [4] четко выделены три разнокачественные группы факторов, обуславливающие трехуровневую процедуру разработки технологических решений. Характер производственных операций соответствует их тернарной группировке. Наличие естественно обусловленной иерархии составляющих, симметрий фактор – процесс¹, четкого направления детализации, изоморфизма составляющих разных уровней, естественно, при качественном различии функций, позволяет утверждать, что достигнут определенный уровень открытости, целостности и саморегуляции.

Этап 2. В отечественной и зарубежной практике используются линейная, функциональная, линейно-штабная схемы производственных структур строительной организации [3], а также их комбинации. Всем им присущи недостаточная адаптивность, директивное членение, жесткая иерархия и т.д. Иногда применяется матричная схема, обладающая повышенной гибкостью. Однако ввиду чрезмерной сложности, высоких накладных расходов и склонности к дезорганизации она не получила широкого распространения.

Поэтому следует провести необходимые преобразования. Привязка к структурам вышестоящей организации позволяет увеличить степень открытости системы, делая ее восприимчивой к воздействиям, которые замыкаются на уровне организации. Наличие соответствия структура – функция обуславливает объединение их в одну подсистему. Именно такая подсистема рассматривается

¹ Здесь и далее подразумеваются симметрии абстрактных единиц, называемых «структура», «функция» и т.д., безотносительно к смыслу названий.

в качестве компонента ТС МВЖС. Изоморфизм технологической и производственно-организационной составляющих модели обуславливает появление дополнительной симметрии, что увеличивает устойчивость и возможность саморегуляции системы.

Этап 3. Однако полученная модель еще не отражает внешних условий и не имеет внутренних механизмов саморегуляции – прогноза, инноваций, ликвидации отживших структур, перераспределения освободившихся ресурсов и не является автономной. Поэтому необходимо вписать ее в структуру вышестоящей строительной организации.

Внешние требования и условие целостности определили очередные два уровня организации системы. Объединение научно-производственных структур в единую подсистему, возглавляемую главным инженером фирмы, обеспечивает ее целостность и управляемость. Придание этой подсистеме функций инновации и ликвидации и создание научного центра фирмы (НЦФ) завершает формирование механизмов самоорганизации ТС МВЖС, создавая орган «директивной» оптимизации.

В таком виде ТС МВЖС представляет собой автономную единицу.

Этап 4. Обобщим полученные результаты и построим МТС МВЖС в окончательном виде. Необходимо учитывать следующие обстоятельства.

1. Разнокачественность структур разных уровней организации системы.

Используем для построения модели системы многомерное евклидово пространство E^n :

$$n = \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^{m_i} s_{ij}, \quad (2)$$

где n – количество несимметричных структур системы;

m – количество структур для i -того уровня.

Структурируем базис E^n так, как показано на рис. 1а. Каждому уровню будет соответствовать подпространство, имеющее только по одной общей точке с подпространствами предыдущего и последующего уровней, размерность которого равна количеству его структур.

2. Разный вклад в целостность системы составляющих ее структур.

Нормируем базис каждого из подпространств следующим образом:

- длина всех единичных векторов базисов одинакова;
- длина каждого векторов текущего уровня больше суммы длин векторов последующего уровня (рис. 1б). Так отображается неаддитивность.

Реальное соотношение длин векторов, с учетом последнего ограничения, определяется в результате экспертного опроса.

3. Для упрощения восприятия модели отобразим ее на плоскость (рис. 1в). Отображение $P: E^n \rightarrow E^2$ выбирается исходя из следующих условий:

- сохранение связности;
- сохранение соотношения длин векторов;

- возможность отображать базис каждого из подпространств как совокупность расположенных под равными углами векторов;
- возможность условно отображать симметричные составляющие как конфигурации векторов, в зависимости от вида симметрии.

4. Расположим в точках стыка базисных векторов, а также их концах подсистемы соответствующих уровней (каждая из них имеет набор инкапсулированных функций) и дополним полученную схему связями, установленными исходя из вышеописанного анализа. Полученный линейный граф является графической частью МТС МВЖС (рис. 1г).

Использованы следующие обозначения:

- стрелками показаны отношения подчиненности структур;
- пунктирными линиями со стрелками на концах – симметрии структур одних и тех же уровней.

Индексная нумерация структур включает номера их уровней, ветвей графов, непосредственные номера компонентов. Для уменьшения громоздкости такой записи часть индексов может пропускаться.

Дополним графическую часть модели аналитической.

При данном уровне детализации, состояние системы описывается как

$$TS = (\alpha_1 l_1, \alpha_2 l_2, \alpha_3 l_3, \alpha_4 l_4, \alpha_5 l_5), \quad (3)$$

где TS – функция состояния технологической системы;

l_i – функция состояния i -того уровня организации;

α_i – весовой коэффициент, определяющий ценность i -того уровня для обеспечения целостности всей системы.

В свою очередь, функция состояния для каждого из уровней имеет вид:

$$l_i = (C_{ij}, O_{ik}, T_{im}, M_{in}, Y_{ip}), \quad (4)$$

где C_{ij} – совокупность j внешних условий;

O_{ik} – совокупность k организационных структур;

T_{im} – совокупность m технологических решений [4];

M_{in} – совокупность n решений по механизации [4];

Y_{ip} – совокупность p управленческих решений [4].

Анализ модели. Построенная модель позволяет отобразить важнейшие характеристики и сделать имеющие практическое значение выводы относительно значения симметрий, стратегии проектирования системы, оценки оптимальности реальных систем.

Симметрии и их вклад в обеспечение эффективности.

1. Наличие и полнота реализации симметрий внешние факторы – процессы обуславливают гармоничность отношений системы с окружающей средой, т.е. «живучесть» корпорации и ее экономическую эффективность.

2. Наличие симметрий вида структура – функция определяет уровень организации системы, ее надежность и управляемость.

3. Симметрия ресурсы – исполнители – механизмы определяет производительность и качество выполняемых работ в рамках конкретных технологических процессов.

4. Нарушения симметрии определяют невозможность «естественной» самоорганизации и необходимость создания директивного органа – НЦФ.

Эти положения могут использоваться для системного анализа организационных и технологических решений.

Общая стратегия построения технологических систем.

1. Необходимо определить и ранжировать всю совокупность внешних связей и ограничений.

2. Поскольку структуры высших уровней вносят большой вклад в обеспечение целостности, проектирование системы следует начинать с определения их состава и функций в зависимости от внешних условий.

3. Структуры низших уровней, их функции и ограничения определяются исходя из: соответствия внешним связям тех же уровней, целостности системы, изоморфизма и полиморфизма ее подсистем. Следует предусматривать наличия органа «директивной» оптимизации.

4. При определении пределов изменения параметров саморегуляции следует обратить внимание на результаты исследования биологических и эргатических систем, где они связываются с числами Фибоначчи и производными «золотой пропорции» [2]. Для ТС МВЖС вопрос об их применимости нуждается в дальнейшем исследовании.

Качественная оценка системы. ТС МВЖС является открытой, целостной, обладает механизмами самоорганизации и саморегуляции, изоморфизмом организации подсистем. Таким образом, она является эффективной, гибкой и способной эволюционировать при изменении внешних требований.

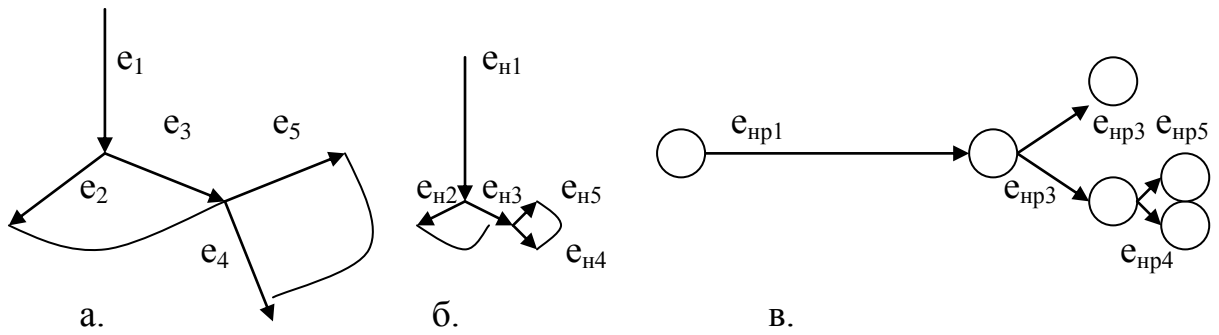
Использование модели. МТС МВЖС задает условия, в рамках которых осуществляется оптимизация конструктивных и технологических решений, учет климатических и экстремальных влияний. Предложения по организации АСУТП также ориентированы на эту модель. Стратегия оптимизации и архитектура АСУТП будут описаны в последующих публикациях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Осипов А.Ф. Основные принципы проектирования динамически трансформирующихся технологических систем //Прикл. геометрия и инж. графика.-К.:КНУБА, 2000.-Вып.67.-С.162-165
2. Ковалкв Ю.Н. Эргономическая оптимизация управления на основе моделей С-пространства.-К.:КМУГА, 1997.-152 с.
3. В.Г. Лубенець, Основи управління будівельним виробництвом.-К.:Вища школа, 1995.-194 с.
4. Мхитарян Н.М., Бадеян Г.В. Технологическая модель возведения монолитных железобетонных конструкций //Прикл. Геометрия и инж. графика.-К.:КНУБА, 2000.-Вып.67.-С.172-175

Дано определение технологической системы монолитного высотного жилищного строительства с позиций общей теории систем и описано построение ее графоаналитической модели.

ГРАФО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТС МВЖС



Уровень организации

0



Комментарий

Система «окружающая среда -ТС МВЖС»

1



Принадлежность системе уровня 0 и симметрия внешнего влияния – (структура + функция) – обязательные условия построения целостной и адаптивной системы

2



3



Связь объемно-планировочных и конструктивных решений отображается в связи составляющих технологического решения

4



Управление (S4...2), как неизбежная директивная функция, нарушает естественную симметрию

5



Структура все в большей степени определяется директивно; это же имеет место и на 6 и 7-ом уровнях организации

Г.

Рис. 1