

Ничипорович С. А., доцент; Трусевич Н. Э., ассистент; Кулак М. И., профессор

## ПЕРКОЛЯЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЗАДАЧАХ ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ

Article is devoted to problems of synthesis and designing of organizational structures of the printing industry. The imitating statistical model based on realization of the basic administrative cycle is submitted and allowing to analyze structures of management in view of their interaction with system of objects of management. The combination of the developed imitating model and percolation models of transitive economic processes opens an opportunity to apply to research of organizational management in details developed device of classical analytical strategy.

Активные трансформационные процессы, происходящие в издательско-полиграфическом комплексе (ИПК) Беларуси, побуждают к поиску новых методов управления и организации производства на всех его структурных уровнях. Проблема разработки таких подходов, в свою очередь, имеет несколько аспектов.

Эффективность деятельности полиграфической промышленности, как ключевой подотрасли ИПК Беларуси, напрямую зависит от эффективности управления всеми функциональными процессами. Важным фактором результативного управления является точная и достоверная информация об объекте управления, его внешней среде и системах, способствующих принятию эффективных решений.

С другой стороны, эволюционное изменение теории и практики управления, произошедшее как адекватное реагирование на трансформации в промышленности экономически развитых стран в результате научно-технического прогресса, вызвало появление принципиально новых схем управления, которые необходимо адаптировать к условиям полиграфической промышленности.

Учет перечисленных обстоятельств требует иметь объемное и многогранное представление о современном уровне развития теории и практики организационного управления. Это необходимо для того, чтобы правильно выбирать ориентиры при реформировании системы управления. В ином случае разработанные проектные решения в этой области к моменту реализации могут морально устареть.

Анализ современного состояния теории и практики организационного управления в различных отраслях промышленности показывает, что они развиваются, к сожалению, практически параллельно [1–4].

Проектирование (синтез) организационной структуры осуществляется либо в целях совершенствования существующей структуры управления, либо при создании новой системы. Несмотря на сложности объективного характера, интенсивно развиваются методы синтеза организационных структур, позволяющие оценить количественные характеристики парамет-

ров структуры аппарата управления, разработать процедуру управленческой деятельности. Без них затруднительна реализация эффективного управления. Одним из основных недостатков существующих подходов к проблеме синтеза организационной структуры является отсутствие общей концепции, которая сочетала бы формальные и неформальные оценки.

В настоящее время отсутствует общепринятая классификация методов и моделей формирования структуры организационных систем. Существующие обзоры и классификации отражают отдельные аспекты моделирования в зависимости от индивидуальных подходов авторов.

Так, существует классификация моделей для оценки качества функционирования организационных структур в зависимости от математического аппарата, используемого при моделировании. В нее входят модели системы массового обслуживания, модели, использующие аппарат теории графов, модели, основанные на методах блочного программирования, модели кластерного анализа.

Указанные модели были разработаны и используются для синтеза производственно-организационных структур с целью оптимизации материальных потоков на предприятиях. Для анализа структур организационного управления в чистом виде они малоприменимы.

В качестве альтернативы этим методам в работе [4] предлагается использовать метод имитационного математического моделирования.

Необходимо отметить, что методы математического моделирования на ЭВМ в теории организационного управления практически не применялись. Имеющиеся работы посвящены решению конкретных задач организационного управления промышленными объектами. По общему анализу эффективности организационных структур выполнены единичные работы для простейших видов схем [1].

Учитывая оторванность от запросов практики и фактическую самодостаточность теории, специалисты, связанные с проектированием организационных структур, вынуждены были разработать качественные и количественные ме-

тоды их анализа и проектирования, в том числе и основанные на системном анализе [2, 3].

Разрыв между теорией и практикой в области организационного управления полиграфической промышленностью преодолен в работе [4].

В данной работе построенная имитационная статистическая модель позволяет анализировать структуры управления с учетом их взаимодействия с системой объектов управления. Пример такой схемы приведен на рис. 1.

В своей основе алгоритм базируется на методе Монте-Карло для имитационного моделирования реализации основного управленческого цикла с помощью конкретной схемы из множества известных организационных структур. Данный метод моделирования основан на использовании случайных величин. При этом осуществляется случайное блуждание по иерархической древовидной структуре, которая собственно и имитирует схему организационного управления. Начальная точка блуждания находится в вершине дерева, конечная точка, представляющая объект управления, выбирается случайным образом. Помимо этого, организованы случайные блуждания на каждом структурном уровне, имитирующие очередь на обслуживание выбранного узла структуры. Для организации случайного блуждания используется равномерно распределенная последовательность случайных чисел [5].

Программа для ЭВМ написана на алгоритмическом языке Паскаль. Принципиальная схема алгоритма приведена на рис. 2. Она включает в себя модули: установления структуры объектов управления; построения структуры системы управления; графического отображения схемы структуры управления на мониторе; блок собственно имитационного моделирования реализации управленческого цикла; модуль вывода результатов моделирования.

Модуль установления структуры объектов управления позволяет сформировать систему объектов управления для конкретного количества групп функциональных процессов и процессов в группах.

Модуль построения структуры системы управления на основе заданной нормы управляемости осуществляет проектирование всей иерархии уровней системы управления, начиная с первого. Построение продолжается до тех пор, пока все объекты управления, сформированные при помощи первого модуля программы, не будут охвачены системой управления.

Модуль графического отображения схемы структуры управления на мониторе предоставляет возможность визуально продемонстрировать полученные структуры системы и объектов управления, а также частично процесс имитационного моделирования реализации управленческого цикла. Группы функциональных процессов, объекты управления, звенья разных уровней системы управления, участвующие в решении управленческой задачи, выделяются соответствующим цветом.

Блок имитационного моделирования реализации управленческого цикла позволяет проанализировать полученную организационную структуру системы управления. В данном блоке происходит вычисление среднего времени решения управленческой задачи и других характеристик на основе расчета затрат времени для каждого этапа управленческого цикла по методу Монте-Карло.

Управленческий цикл состоит из четырех этапов, операции которых приведены на рис. 3.

Моделирование управленческого цикла начинается с подготовительной стадии. Первоначально на этой стадии случайным образом выбирается группа объектов управления. Далее в выбранной группе также случайным образом назначается номер объекта управления, на который будет направлено управленческое воздействие.

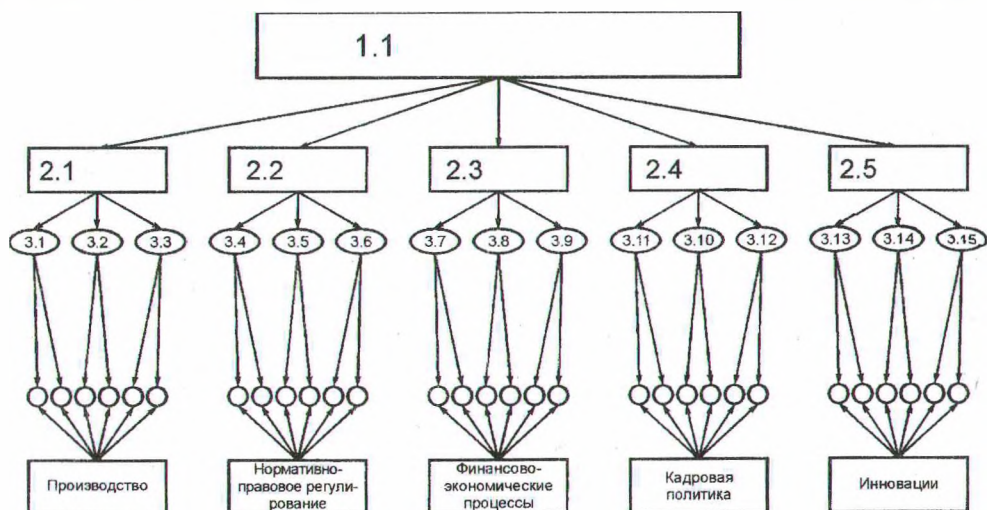


Рис. 1. Организационная структура с учетом взаимодействия системы и объектов управления





Рис. 2. Принципиальная схема алгоритма имитационного моделирования систем организационного управления

Кроме этого, для дальнейшего моделирования управленческого цикла определяются все звенья разных уровней системы управления, участвующие в решении управленческой задачи для выбранного объекта.

Суть стадии моделирования реализации управленческого цикла заключается в расчете затрат времени для каждого этапа управленческого цикла по методу Монте-Карло. Расчет затрат времени ведется в условных единицах времени — баллах. При переходе к рассмотрению реальных, а не модельных, задач управления баллам можно придать конкретные вытекающие из принятой технологии управления значения.

Разработанный для реализации алгоритма комплекс программ для ЭВМ впервые позво-

лил количественно проанализировать и сопоставить в рамках единой имитационной модели линейные, функциональные, линейно-штабные, функционально-штабные, матричные и сетевые структуры организационного управления.

Дальнейшее развитие и усложнение построенной имитационной модели возможно в следующем направлении. Третий этап управленческого цикла — регулирование включает операцию реализации плана решения задачи управления. В существующем варианте имитационной модели эта операция имеет одинаковый статус с остальными операциями. Вместе с тем вариантов стратегии и тактики достижения конкретных целей управления может быть множество.

Будем использовать для характеристики объекта управления вектор состояния  $X$ , координатами которого является совокупность переменных состояния:  $x_1, x_2, \dots, x_n$ .

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n). \quad (1)$$

По сути задача управления заключается в том, чтобы перевести объект управления из точки в фазовом пространстве состояний с вектором  $X^1$  в точку с вектором  $X^2$ .

В работе [6] показано, что наиболее адекватно переходные экономические процессы можно описать с помощью теории фракталов, а конкретно — перколяционной модели. По своему изначальному замыслу модель призвана описывать системы различной топологической размерности, в которых имеет место геометрический фазовый переход.

Проще всего перколяционную модель рассматривать на примере решеточной системы. Пусть имеется решетка, каждый узел которой может быть окрашен с вероятностью  $X$  в черный либо в белый цвет, для этого нормируем вектор состояния на единицу.

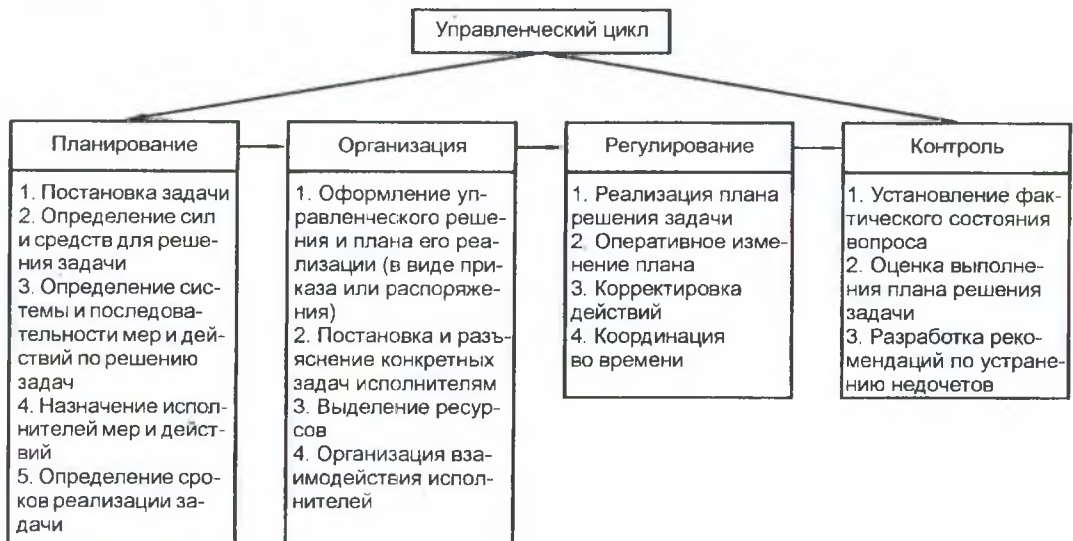


Рис. 3. Структура управленческого цикла

Поскольку реально рассматривается экономический структурный переход, то условно будем помечать на решетке переменные, характеризующие первоначальное состояние объекта управления, черным цветом, а переменные, которые уже отражают новое состояние, — белым. Решетка должна восприниматься обобщенно, это не физическая решетка (карта), а информационное табло, на котором случайным образом отмечаются переменные состояния одним из указанных цветов. Поскольку перколяционная модель является статистической по своей сути, то построенная таким образом структура неизбежно будет принадлежать одной из реализаций статистического ансамбля структур.

При малых  $X$  белые узлы в основном изолированы. С ростом концентрации  $X$  появляются кластеры — группы связанных белых узлов. При дальнейшем увеличении  $X$  агрегация примет лавинообразный характер и будет одновременно происходить по нескольким схемам: частица—частица, частица—кластер, кластер—кластер.

Важнейшее свойство перколяционной системы — наличие порога перколяции  $X_c$ . При прохождении порога перколяции количество (концентрация белых узлов) переходит в качество — в системе белых узлов возникает глобальная связность, вызванная появлением гиперкластера, простирающегося через всю систему. В рассматриваемой переходной экономической задаче перколяционный структурный переход означает, что новое экономическое состояние начинает играть роль сформировавшейся самостоятельной структуры. Вместе с тем на первых порах далеко не все параметры, характеризующие новое состояние, геометрически входят в эту структуру.

Они могут оставаться изолированными или входят в структуру еще имеющих мелких свободных кластеров. Таким образом, в новом состоянии системы возникает иерархия структур.

Процесс образования перколяционного кластера, как фазовый переход, характеризуется параметром порядка. Таким параметром является мощность перколяционного кластера  $P$  — вероятность узлу принадлежать этому кластеру. Критическое поведение  $P$  при  $X \rightarrow X_c$ ,  $X > X_c$  описывается следующим выражением;

$$P \sim (X - X_c)^\beta, \quad (2)$$

где  $\beta$  — критический индекс, характеризующий процесс.

Учитывая, что при  $X \rightarrow 1$  и  $P \rightarrow 1$ , (2) можно записать в виде равенства

$$P = \left( \frac{X - X_c}{1 - X_c} \right)^\beta. \quad (3)$$

Для наглядности графический вид зависимости (3) представлен на рис. 4.

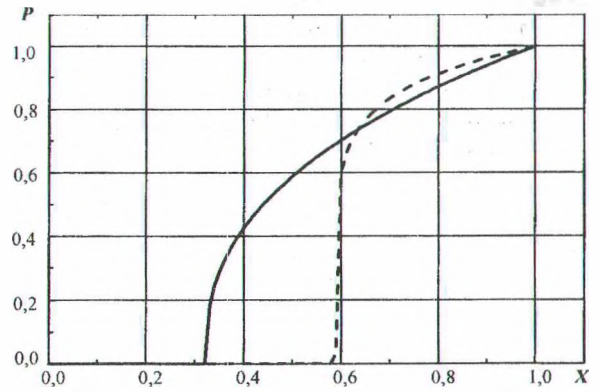


Рис. 4. Мощность перколяционного кластера: — — — двухмерная система, — — — трехмерная система

Модель, представленная формулой (3), открывает возможность применить к исследованию процесса управления достаточно хорошо разработанный логический аппарат классической аналитической стратегии [7]. В основе аналитической стратегии лежит представление об операции — целенаправленном преобразовании состояния (позиции) системы. Структурная фазовая диаграмма операции приведена на рис. 5.

Наибольший интерес представляют две критические точки. Первая точка характеризует разрушение исходного состояния системы и переход операции в самоподдерживающуюся фазу — фазу динамического гомеостаза. Вторая точка характеризуется потерей темпа операции и созданием нового устойчивого состояния.

На первой, затратной, фазе операции проблемы связаны с преодолением устойчивости исходного состояния. С момента прохождения второй критической точки формирование нового состояния системы неизбежно. В этих условиях важно преодолеть инерцию перехода, поскольку существует опасность — все, что было выиграно в фазе нарастания, может быть бездарно растрчено в фазе насыщения.



Рис. 5. Фазовая диаграмма операции:  $X$  — ресурсы,  $Y$  — эффективность операции



В векторном пространстве состояний можно ввести расстояние между фазовыми точками и определить оперативное напряжение как разность между векторами конечного и исходного состояний, отнесенную к длине вектора исходного состояния.

Исходное состояние системы, как правило, устойчиво. На первом (начальном) этапе операции проявляются силы, стремящиеся скомпенсировать изменение начального состояния. Существует опасность, что операция может затухнуть на этой стадии, принеся лишь затраты и потери. Переход к следующей фазе требует обязательного преодоления устойчивости исходной позиции.

После прохождения первой критической точки инерция устойчивости исходного состояния уже не действует и начинается период непрерывного и быстрого нарастания операции. На этом этапе текущее состояние не обладает свойством статической устойчивости. В этом состоянии система обладает динамически устойчивой структурой.

Однако по мере продвижения «вперед» потенциал операции истощается, вступает в действие закон перенапряжения средств достижения цели, темп операции резко снижается и она вступает в следующую фазу.

В этой последней фазе происходит формирование нового статически устойчивого состояния системы и затухание операции.

Важной характеристикой операции является ее внутреннее время. В отличие от физического времени внутреннее время определяется через изменение структуры операции в результате появления новых структурных факторов.

Содержанием операции является борьба за темп. Темпом считается характерная единица внутреннего времени операции. К поддержанию требуемого темпа операции побуждают как внешние факторы, так и внутренние факторы, складывающиеся на предприятии в процессе управления его деятельностью.

Внутренние факторы сводятся к следующему. Операция является тем больше эффективной, чем больше нагрузка на операцию. Платой за это является высокий темп операции, который необходим для «включения» динамического гомеостаза. Средством поддержания темпа является переменное оперативное усиление.

Внешние факторы проявляются в первую очередь через конкуренцию на рынке полиграфических услуг. Достижение целей управления [4] происходит в условиях напряженной конкурентной среды. Если пользоваться шахматной терминологией, то выигрыш темпа позволяет выиграть позицию. Позиционное преимущество дает возможность выиграть качество. Преимущество в качестве ведет к выигрышу в количестве фигур (материале). Материальный перевес позволяет победить в партии (операции).

Таким образом, предложенная модель открывает возможность более полно исследовать схемы организационного управления, обеспечив целенаправленную связь теории и практики управления. В дальнейших публикациях предполагается рассмотреть результаты ее реализации.

### Литература

1. Цвиркун А. Д. Основы синтеза структуры сложных систем. — М.: Наука, 1982. — 200 с.
2. Мельник М. В. Анализ и оценка систем управления на предприятиях. — М.: Финансы и статистика, 1990. — 136 с.
3. Мильнер Б. З. Теория организаций. — М.: Инфра-М, 1999. — 336 с.
4. Ничипорович С. А., Кулак М. И., Трусевич Н. Э. Организационное управление в полиграфической промышленности. — М.: Русич, 2004. — 352 с.
5. Кулак М. И., Трусевич Н. Э. Алгоритм и программа имитационного моделирования схем организационного управления // Вестник издательско-полиграфического комплекса Беларуси. — 2003. — № 1. — С. 73–76.
6. Ничипорович С. А., Кулак М. И., Неворов А. В. Управление издательско-полиграфическим комплексом: организационно-экономические аспекты. — М.: Финансы и статистика, 2003. — 304 с.
7. Гончаров В., Исмаилов Р., Переслегин С., Платов С. Искусство стратегии. Основные понятия «аналитической стратегии» // Утерянные победы / Э. Манштейн; Сост.: С. Переслегин, Р. Исмаилов. — М.: ООО «Издательство АСТ»; СПб.: Terra Fantastica, 2003. — Прил. 4. — С. 794–822.