

**ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ
И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА
С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОДХОДА ДИССИМЕТРИИ
К УПРАВЛЕНИЮ**

доктор экономических наук, профессор Семенов Александр Вячеславович
доктор технических наук, профессор Парфенова Мария Яковлевна
Московский университет имени С.Ю. Витте

**INCREASE OF SUSTAINABILITY AND COMPETITIVENESS OF
PRODUCTION WITH APPLICATION OF DISSYMMETRY
APPROACH TO MANAGEMENT**

**Professor Semenov Alexander, PhD
Professor Parfenova Maria
*S.Yu. Witte Moscow University***

***Abstract:** Production management with application of dissymmetry approach of related static and dynamic structures is investigated. The model of management decisions formation using entropy fuzzy sets, which allows to determine the system phase points of transition from one qualitative state to another qualitative state.*

Считаме, управление на производството с подход дисиметрична асиметрията свързани статични и динамични структури. Моделът на формиране на управленски решения с използване на ентропия размити множества, която позволява да се определи фазата на преход от едно качествено състояние в друго качествено състояние.

***Keywords:** management, production system, dissymmetry, sustainability, competitiveness, fuzzy sets, the phase transition point*

***Ключови думи:** управление, система за производство, дисиметричност, устойчивост, конкурентоспособност, размити множества, точката на фазов преход*

Объект управления производственной системы рассматривается в виде взаимодействующих статической и динамической частей [4,5]. В данной работе статической части соответствует технологический процесс, динамической части соответствует интеллектуальный процесс (процесс управления), которые обусловлены заданными для этих процессов целевыми функциями. Статическая и динамическая части рассматриваются как асимметричные структуры (статическая и динамическая структуры). Очевидно, что принадлежность отдельных компонент производственной системы к статической или динамической части не является неизменной во времени, но указанное обстоятельство не снижает практической ценности принципов управления, использующих указанные понятия.

Статическая часть обеспечивает устойчивость выполнения производственного процесса с учетом детерминированного времени, динамическая часть направлена на достижение уровня конкурентоспособности. Механизм управления производством, обеспечивающий повышение его устойчивости и конкурентоспособности, основан на применении подхода диссимметрии взаимодействующих структур, вектор состояния которых направлен на достижение уровня подвижного равновесия [4].

В зависимости от величины возникающих отклонений в соответствии с установленным пороговым значением параметров в текущем состоянии производственных процессов применяется следующая классификация возникающих ситуаций: штатные ситуации классифицируются как нормальные, если значения параметров соответствуют эталонным (расчетным) значениям; нештатные критические ситуации, если возможно управленческим решением привести их к нормальным и исключить потери; нештатные аварийные ситуации или некорректируемые ситуации – неизбежны потери. В нештатных ситуациях специалисты используют свой накопленный опыт и знания для их ликвидации, в этом случае человеческий фактор имеет решающее значение. В соответствии с принятой классификацией возникающих ситуаций определяются следующие составляющие динамической части и интегральные показатели их эффективности в управлении производством: качество мышления специалиста как способность распознать и оценить возникшую ситуацию за допустимое время; человеческий фактор как вероятность принятия и реализации эффективных управленческих решений в заданном интервале времени; человеческий потенциал как возможность организации конкурентоспособного производства.

В текущих ситуациях производится анализ влияния взаимодействующих статической и динамической частей на ход производства и оценка степени рассогласования их потенциалов. Под рассогласованием уровней потенциалов рассматривается разность между интегральными показателями, характеризующими состояние статической и асимметричной динамической части объекта управления (технологического и интеллектуального процессов). В зависимости от уровня рассогласования в состоянии асимметричных структур формируются управляющие воздействия, направленные на достижение заданного уровня состояния в статической части для обеспечения устойчивости производственной системы, или на изменение целевой функции асимметричной динамической части для развития производственной системы с сохранением устойчивости в заданных пределах. На рисунке представлена структурная схема механизма управления производством на основе диссимметрии взаимодействующих асимметричных статической и динамической структур, суммарный вектор которых направлен на достижение уровня подвижного равновесия соответствующего требованиям устойчивости и конкурентоспособности производства.

Структурная схема, представленная на рисунке, отражает общность принципа реализации механизма управления производством с применением подхода диссимметрии и включает следующие элементы (функциональные блоки): 1 – регистрация текущих и эталонных (расчетных) значений параметров производственного процесса, статической структуры (СС), динамической структуры (ДС); 2 – оценка текущего состояния статической и динамической структур; 3 – определение эталонных показателей производственного процесса на текущий момент времени; 4 – сравнение текущих и расчетных (эталонных) значений параметров производственного процесса; 5 – оценка отклонений текущих от эталонных значений параметров; 6 – классификация ситуаций в зависимости от величины возникающих отклонений;

7 – анализ причинных связей между факторами, связанными с текущей производственной ситуацией; 8 – группирование и обобщение данных по состоянию статической структуры в соответствии с текущей производственной ситуацией; 9 – оценка влияния статической структуры на степень критичности текущей ситуации; 10 – оценка текущего потенциала статической структуры; 11 – группирование и обобщение данных по состоянию динамической структуры в соответствии с текущей производственной ситуацией; 12 – оценка влияния динамической структуры на степень критичности текущей ситуации; 13 – оценка текущего потенциала динамической структуры; 14 – принятие управленческих решений по устранению возникающих ситуаций; 15 – определение функции последствий принятых решений; 16 – утверждение и реализация принятых решений; 17 – принятие управленческих решений по эффективному применению и наращиванию статической и динамической структур; 18 – оценка потенциала динамической структуры с учетом формируемых решений; 19 – оценка уровня рассогласования измененного потенциала статической структуры по отношению к потенциалу динамической структуры; 20 – оценка потенциала статической структуры с учетом формируемых решений; 21 – оценка уровня рассогласования измененного потенциала динамической структуры по отношению к потенциалу статической структуры.

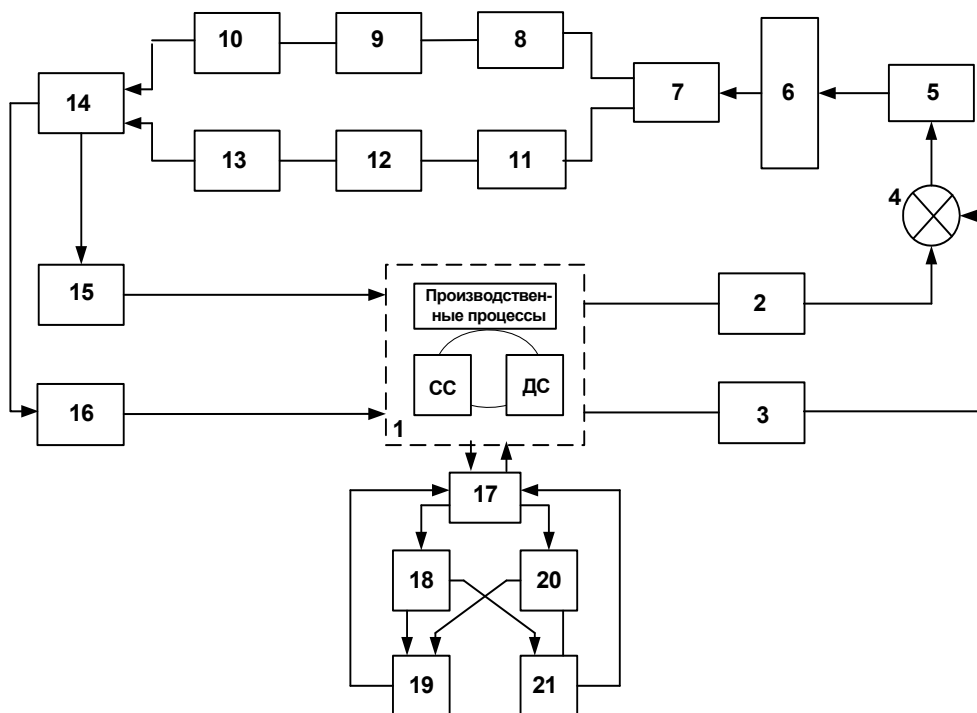


Рис. Структурная схема механизма управления производством на основе диссимметрии статической и динамической структур

Изложенный принцип управления производством определяет концепцию построения механизма поддержки принятия решений для повышения его устойчивости и конкурентоспособности с применением подхода диссимметрии. Принятие решений по развитию статической и динамической структур сопровождается процедурой оценки рассогласования их уровней потенциалов и поиском уровня подвижного равновесия. Уровни подвижного равновесия потенциалов взаимодействующих асимметричных структур в эталонной модели производства определяются их равным соотношением. Достигнутый уровень подвижного равновесия потенциалов рассматривается как показатель устойчивости производства. Рассогласование уровней потенциалов статической и динамической структур может привести к качественному изменению состояния производственной системы и необходимости решения стратегической задачи, связанной с повышением устойчивости и конкурентоспособности производства. Таким образом, уровень подвижного равновесия потенциалов взаимодействующих структур показывает необходимость и возможность развития той или иной структуры.

Сложные производственные системы, которые характеризуются множеством разнородных параметров объекта управления, объективно включают нестационарные объекты. Параметры нестационарных объектов изменяются не только в пространстве признаков, но и во времени, что вызывает неоднозначность и неопределенность в распознавании и оценке возникающих ситуаций. Отдельные аспекты нестационарности производственных процессов присутствуют и в функциональных свойствах объектов, формализуемых в модели управления как стационарные вследствие ограничений пространства признаков и объективной неполноты информации. Даже при наличии формализованной эталонной модели объекта управления существует пространство признаков, в котором проявляется свойство неполной детерминированности и требуется принятие решений в текущей ситуации с учетом принятых ограничений по значениям параметров и времени формирования и реализации управляющих воздействий. Классические модели управления рассматривают фактор нестационарности как случайную величину, в то время как она обусловлена факторами неопределенности во времени [2]. Для данного класса производственных систем корректнее использовать требования системы квазиреального времени, которая обеспечивает детерминированность времени реакции, заданного интервалом $[t_{\min}, t_{\max}]$, на недетерминированный поток внешних событий, допускает динамическое изменение времени реакции на последующих шагах управления при соблюдении общих требований детерминированности [6]. В этом случае в модели управления производством эффективно применение механизмов квазиреального времени, позволяющих моделировать точки фазового перехода производственной системы из одного качественного состояния в другое качественное состояние и формировать управленческие решения с учетом энтропии возникающих ситуаций.

Для построения модели управления производственным процессом решаются задачи построения классификационных признаков множества потенциально возможных ситуаций S , построения функций решений в ситуациях S . Для построения области принадлежности ситуации S_i в пространстве признаков X необходимо построить границы между областями принадлежности ситуаций S_i и S_j , определить время перехода системы из состояния S_i в S_j . Все расчеты при построении модели управления осуществляются над потоковой моделью производства, а не реальными данными. Это позволяет выполнить необходимые условия применимости механизмов квазирезонансного управления: определить нечеткое множество отклонений те-

кущих параметров производственных процессов от плановых значений, принятых в качестве эталонных. Использование механизмов нечетких множеств предпочтительнее по причинам объективной невозможности соответствия неопределенности параметров производственного процесса критериям “генеральной совокупности событий” в статистике, а также в связи с относительно простой формализацией лингвистических значений с помощью механизмов нечеткой логики [1].

Известно несколько вариантов постулирования энтропии нечеткого множества [7], являющихся расширением понятия энтропии введенного Шенноном К. В данной работе используется определение энтропии в соответствии с вероятностной мерой нечеткого множества по аксиоматике вероятности А.Н. Колмогорова [8]. В процедуре построения модели управления производится перебор всех допустимых последовательностей выполнения производственных операций и имитационное моделирование поведения системы, находящейся под воздействием нечеткого множества отклонений. Данное множество имеет функцию принадлежности, имитирующую пуассоновский поток событий. Для нечеткого множества входных параметров с энтропией $w(t)$, переводящих производственную систему из одного состояния в другое состояние, можно составить систему обыкновенных дифференциальных уравнений Колмогорова с переменными коэффициентами в виде [3]

$$\frac{dP_i(t)}{dt} = \sum_{j=1}^n P_j(t)w_{ij}(t) - P_i(t)\sum_{j=1}^n w_{ij}(t), \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Для любого момента времени t выполняется нормировочное условие $\sum_{i=1}^n P_i(t) = 1, t \geq 0$. Это следует из того, что в любой момент t события $\{S(t) = S_1\}, \{S(t) = S_2\}, \dots, \{S(t) = S_n\}$ образуют полную группу несовместных событий. Дифференциальные уравнения Колмогорова для вероятностей состояний $P_1(t)$ и $P_2(t)$ имеют вид

$$dP_1(t)/dt = P_2(t)\mu(t) - P_1(t)w(t),$$

$$dP_2(t)/dt = P_1(t)w(t) - P_2(t)\mu(t).$$

После преобразований получим линейное дифференциальное уравнение с переменными коэффициентами

$$dP_1(t)/dt + [w(t) + \mu(t)]P_1(t) = \mu(t).$$

Приняв $\mu(t) = \mu = const, w(t) = w = const$, и при начальном условии $P_1(0) = 1$ дифференциальное уравнение запишем в виде

$$dP_1(t)/dt + (w + \mu)P_1(t) = \mu.$$

Решением последнего уравнения будет энтропия нечеткого множества состояний системы в соответствии с эталонными показателями в момент времени t

$$P_1(t) = \frac{\mu}{w + \mu} + \frac{w}{w + \mu} e^{-(w+\mu)t}.$$

Функция принадлежности нечеткого множества состояний системы при наличии отклонений в момент времени t равна

$$P_2(t) = 1 - P_1(t) = \frac{w}{w + \mu} (1 - e^{-(w+\mu)t}).$$

Для нахождения критической точки фазового перехода нечеткого множества выходных значений модели применяется энтропийный подход. Рассмотрим основные свойства энтропии применительно к производственной системе. Энтропия $H(S)$ источника S с двумя состояниями S_1 и S_2 изменяется от нуля до единицы, достигая максимума при равенстве их вероятностей:

$$P(S_1) = P(S_2) = 0.5, \quad H(S) = -[P \log P + (1 - P) \log(1 - P)].$$

При $P \ll (1 - P)$ частная неопределенность, например приходящаяся на состояние S_1 , велика, но такие состояния источника являются редкими. В этом случае состояние S_2 реализуется часто, но неопределенность, приходящаяся на такое состояние, очень мала и энтропия, характеризующая среднюю неопределенность на одно состояние ансамбля, также мала. Аналогичная ситуация наблюдается при $P \gg (1 - P)$. Энтропия непрерывно зависит от функции распределения нечетких функций состояний, что непосредственно вытекает из непрерывности функции $P \log P$. При $P_1(t) = 0.5$ энтропия $H(S) = 1$. Решим уравнение при энтропии равной единице, обозначив $w + \mu = a$, получим $t = -1/a \ln((0.5a - \mu)/w)$. Подставив обозначение a , найдем момент времени t

$$t = -\frac{1}{w + \mu} \ln \frac{w - \mu}{2w}.$$

Момент времени t является точкой фазового перехода производственной системы из одного качественного состояния в другое качественное состояние. В системе с классами состояний S_1 и S_2 выполняется необходимое условие для реализации механизмов квазиреального времени. Результатом моделирования производственных ситуаций является множество классификационных признаков X для каждой ситуации из множества S ; множество управляющих воздействий, необходимых для перевода системы из состояния S_i в S_j ; время соответствующего перехода. Полученные данные являются основанием для принятия решений по наращиванию потенциалов статической или динамической структур, выделяемых в объекте управления.

В заключение отмечаются следующие полученные авторами статьи результаты. Сформулирован принцип построения общесистемного механизма для динамической оценки устойчивости и конкурентоспособности производства с применением подхода диссимметрии к управлению. Определены требования к построению

модели управления производством с применением подхода диссимметрии и учетом требований системы квазиреального времени. Предложена модель формирования управленческих решений с применением энтропии нечетких множеств, позволяющая моделировать точки фазового перехода производственной системы из одного качественного состояния в другое качественное состояние, определяемые уровнем потенциалов статической и динамической частей объекта управления.

Литература:

1. Вагин В.Н., Фомина М.В. Аргументация в индуктивном формировании понятий // Образовательные ресурсы и технологии. 2014. №2 (5). - С. 34-39. [Электронный ресурс]. URL: http://www.muiv.ru/vestnik/pdf/pp/ot_2014_2_34-39.pdf.
2. Дюбуа Д., Прад А. Теория возможностей. Приложения к представлению знаний в информатике: Пер. с фр. - М: Радио и связь. 1990. – 288 с.
3. Колмогоров А.Н. Теория информации и теория алгоритмов. – М.: Наука, 1987.
4. Парфенова М.Я., Семенов А.В. Модель управления производственной системой. Положительное решение о выдаче патента РФ по заявке № 2014125782/08(041954) от 26.06.2014.
5. Парфенова М.Я., Руденко Ю.С. Механизм интеграции образования, науки и производства с применением подхода диссимметрии // Образовательные ресурсы и технологии. 2013. №2(3). - С. 67-73. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.muiv.ru/vestnik>
6. Парфенова М.Я., Колесников А.А., Сараджев В.И. Модель квазирезонансного управления нестационарным объектом с применением энтропии нечеткого множества // Динамика неоднородных систем. Вып. 14 / Под ред. Ю.С. Попкова. (Труды Института системного анализа РАН; Т. 53 (3)). М.: ЛЕНАНД, 2010. – С. 29-33.
7. Яхьяева Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети. –М.: Бином, 2012.
8. Ярушкина Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем. -М.: Финансы и статистика, 2004.