

Т.Л. Мазурок

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В РЕАЛИЗАЦИИ СИНЕРГЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация. Исследованы, обобщены и классифицированы необходимые преобразования, реализующие синергетическую модель автоматизированного управления организационно-техническими системами.

Ключевые слова: синергетическое управление, интеллектуальный преобразователь, автоматизированная система управления.

Введение

Устойчивая тенденция увеличения круга задач, связанных с автоматизацией управления, приводит к расширению применения средств автоматизированного управления от сугубо технических к организационно-техническим системам (ОТС), в состав которых входит человек. Механический перенос средств кибернетического управления на такие системы не позволяет получить ожидаемую эффективность. В то же время методология создания и использования автоматизированных систем управления организационно-техническими объектами находится на этапе формирования.

Постановка проблемы

Создание условий для повышения эффективности управления ОТС основывается на развитии кибернетического подхода. Однако, противоречие между постоянно возрастающими требованиями к усовершенствованию адаптивных средств управления объектами со слабой структурированностью и высокой степенью неопределённости, и отсутствием общей методологии их автоматизации требует существенного пересмотра основ теории и практики кибернетического подхода к ОТС на основе применения современной методологии системного анализа к теории управления. Так, современная методология системного анализа базируется на взаимодополняющих подходах – системном, синергетическом и информационном, что позволяет более глубоко изучать сложные процессы, объекты и задачи управления.

Основной синергетический постулат «не навязывания» извне управляющего воздействия на основе учёта собственных тенденций саморазвития объекта управления является очень важным для ОТС в силу специфики их природы [1].

Процессы, происходящие в ОТС, описывается наряду с формализованными и слабо структурированными задачами в условиях неполной информации, также классом задач смешанного типа, использующих как аналитические, так и эвристические модели определения предпочтений. Последний класс задач характеризуется случайным характером внешних воздействий, априорной неполнотой информации, неопределенностью целей. Поэтому разработка систем управления процессами, происходящими в ОТС, целесообразна на основе использования средств искусственного интеллекта, реализующих синергетическую модель управления.

Анализ публикаций по теме исследования

Синергетический подход к управлению представляет собой развитие системного подхода, позволяющее исследовать управляющую деятельность. Учёт синергетических закономерностей существенно изменяет традиционные представления об управлении. В таких сложноорганизованных системах, как ОТС, невозможно извне навязывать пути развития. При управлении такими системами всё большее применение находят методы формирования управляющих воздействий, которые согласованы с внутренними тенденциями развивающихся систем. Различные аспекты такого подхода рассмотрены в работах Князевой Е.Н., Колесникова А.А., Курдюмова С.П., Пугачёвой Е.Г., Чалого А.В., Гайдеса М.А., Шаброва О.Ф. и др. В решении проблем управления переход от классических методов кибернетики к современным методам синергетики связан с решением крупных самостоятельных задач в тех предметных областях, к которым относится соответствующий объект управления. Анализ существующих средств реализации синергетического управления показывает, то что наиболее рациональным является применение нечётких регуляторов, многослойных нейронных сетей, эволюционных методов, а также их гибридизация. Однако, в связи с отсутствием общей методологии создания систем автоматизированного управления ОТС, *актуальной и нерешённой проблемой* является разработка моделей, методов и средств

информационного и программного обеспечения для создания и использования таких систем.

Цель статьи

Целью данного исследования является описание, классификация основных параметрических преобразований в синергетической модели управления, определение функций управления и средств их реализации.

Особенности синергетической модели управления

Современные ОТС представляют собой, как правило, сложные социотехнические объекты, состоящие из большого количества разрозненных подсистем, которые в общем случае не имеют адекватного формального описания. Поэтому рассмотрим процесс управления ОТС с позиции теории самоорганизации сложных упорядоченных систем, применив так называемый синергетический подход. Такой подход является целесообразным т.к. такие системы относятся к классу нелинейных диссипативных динамических систем. Следовательно, учёт в процессе анализа «синергетических» свойств и особенностей, характерных для них, даёт возможность определить параметры процесса управления. Основу синергетической модели управления педагогической системой, относящейся к ОТС, составляет двухклассовая модель «знаний и умений» управления обучением с вектором состояния (x, y) и вектором управления (U, h) , которая имеет следующий вид [2]:

$$\frac{dx}{dt} = fUy,$$

$$\frac{dy}{dt} = c(1 - U)xy, \quad (1)$$

$$\frac{d}{dt}(Ux + (1 - U)y) = \frac{h(t)}{1 + r} + \frac{c - f}{1 + r}(Ux + (1 - U)y),$$

где $h(t)$ – скорость выдачи информации,

r – коэффициент сопротивления дидактическому процессу,

f – коэффициент забывания,

c – коэффициент умозаключения,

U – доля времени, отведённая на накопление знаний,

S – нормированное количество информации ($0 < S < 1$),

x, y – нормированные объёмы накопленных знаний и умений.

Инвариантное многообразие в фазовом пространстве синергетического метода управления системой, задаётся с помощью аналитически полученного уравнения, связывающего координаты состояния и управления:

$$(1+r)e^{\alpha t}(Ux + (1-U)y) = \beta + \int e^{-\alpha t} h(t) dt, \quad (2)$$

где $\alpha = \frac{c-f}{1+r}$, β - произвольные постоянные.

Таким образом, аналитически получена формулировка задачи управления в виде выбора параметров склярного регулятора.

Описание и классификация основных параметрических преобразований

Декомпозиция обобщённой схемы управления обучением позволяет определить основные процедуры, функционирование которых обеспечивает принятие управляющего воздействия [3]. К таким процедурам относятся: идентификация вектора интеллекта и вектора состояний; сопровождение процесса обучения со стороны экспертной системы; формирование графа обучения на основе модели учебной дисциплины; процедуры прогноза параметров вектора состояния и планирование последовательности учебных элементов; оперативное планирование; контроль; вызов подсистем управления; передача параметров между блоками системы в надсистему управления.

Наиболее существенными признаками, определяющими инструментарий реализации схемы управления обучением, являются следующие: степень неопределённости параметров; степень неопределённости алгоритма; тип управления. К особенностям процесса обучения относится достаточно большое количество входных параметров, которые в соответствии с дидактическими требованиями должны быть учтены при управлении. Однако, при определении параметров процесса обучения существует несколько проблем:

– перечень наиболее существенных параметров, методы их оценивания постоянно изменяются. В нашем исследовании за основу выбраны параметры диагностично заданной цели обучения [4];

– значительная часть параметров является непараметризованными, поэтому не существует однозначных процедур измерения и качественные показатели преобладают над количественными;

– основным способом получения значений параметров является субъективное оценивание со стороны преподавателя;

– экспертное оценивание параметров характеризуется неопределённостью, неточностью, нечёткостью, неоднозначностью и неполнотой.

Однако, не смотря на перечисленные проблемы, которые учитываются при реализации автоматизированной системы управления обучением (АСУ-О) и её информационного обеспечения, рассмотрим формализованное описание структурно-функциональных схем (рис.1). Основу формализации составляет преобразование, в котором определены вход (V), выход (W), преобразователь (П), ресурсы (R) и средства (S). Под *преобразователем* понимаем методику, формализованный или компьютерный алгоритм преобразования входных параметров в выходные. В качестве средств будем рассматривать инструментарий автоматизации определённых преобразований.

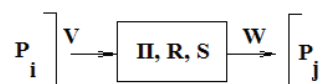


Рисунок 1 – Унифицированная схема преобразователя

Например, для подсистемы управления процессом изучения учебного элемента (УЭ) множество входных параметров $V_{уэ}$ образует вектор из трёх множеств:

$$V_{уэ} = \{P_1, P_2, P_3\}, \quad (3)$$

где P_1 - идентификатор УЭ;

P_2 - вектор интеллекта, который отражает результативность обучения с помощью коэффициентов забывания и умозаключения;

P_3 - диагностично заданный вектор цели обучения.

$$W_{уэ} = \{P_4, P_5, P_6\}, \quad (4)$$

где P_4 - вектор состояния, определяющий результативность обучения с помощью относительных значений объёма накопленных знаний и сформированных умений;

P_5 - характеристика отклонения по времени достижения цели;

P_6 - характеристика отклонения по достижению цели.

Перечисленные параметры можно сгруппировать следующим образом:

- детерминированные параметры: вектор цели обучения, вектор его фактического достижения, вектор отклонения цели и времени обучения;
- параметры, имеющие вероятностный характер: параметры вектора интеллекта и вектора состояния;
- неопределёнными являются параметры вектора управления и информация о коррекции процесса обучения.

В соответствии с данным распределением алгоритмы преобразования можно классифицировать по степени определённости: до полностью детерминированных алгоритмов относятся алгоритмы вычисления параметров вектора цели обучения, их фактических значений и отклонений, а также алгоритмы вычисления отклонения временных характеристик обучения. Определение параметров вектора интеллекта связано с применением экспертных оценок, а также извлечением информации на основе статистических данных наблюдений за результатами обучения. Таким образом, эти алгоритмы относятся к алгоритмам с высокой степенью неопределённости, что требует применения интеллектуальных средств для реализации соответствующих преобразований. Данные преобразования относятся по классификации задач управления к задачам идентификации и прогнозирования.

Преобразование V в W характеризуется высокой степенью неопределённостью параметров вектора интеллекта и вектора состояний, прогнозируемых значений времени и достижения цели обучения. Алгоритм преобразования тоже является недетерминированным. Поэтому реализация таких преобразований целесообразна на основе синтеза аналитического определения параметров с процедурой логического вывода. Определение параметров вектора управления в условиях существующих накопленных данных наиболее эффективно реализовать средствами обученной нейронной сети [5].

С помощью аналогичных рассуждений для всех элементов вложенной схемы управления, обобщая описание основных параметрических преобразований, классифицируя их по типу функции управления и средствам реализации, получим результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Классификация параметрических преобразований

Обозначение преобразования по структурно-функциональной схеме		Тип функции управления	Средства реализации преобразования
АСУ УЭ	$P_1 \rightarrow P_5$	Анализ, идентификация	Аналитические, статистические, экспертные, нейросетевые
	$P_2 \rightarrow P_4$	Прогнозирование	Статистические и эволюционные
	$P_3 \rightarrow P_6$	Контроль, анализ	Аналитические, логический вывод
АСУ УД	$P_7 \rightarrow P_{11}$	Анализ, прогноз, планирование, оперативное планирование	Аналитические, статистические, нейросетевые
	$P_8 \rightarrow P_{10}$	Прогнозирование	Статистические и эволюционные
	$P_9 \rightarrow P_{12}$	Контроль, анализ	Аналитические, статистические, логический вывод
АСУ КМП	$P_{13} \rightarrow P_{18}$	Анализ, прогноз, планирование, оперативное планирование	Аналитические, статистические, нейросетевые
	$P_{14} \rightarrow P_{17}$	Прогнозирование	Статистические и эволюционные
	$P_{15} \rightarrow P_{19}$	Контроль, анализ	Аналитические, статистические, логический вывод
	$P_{16} \rightarrow P_{18}$	Идентификация, прогноз, планирование	Аналитические, нейро-нечёткий логический вывод, нейросетевые, эволюционные
	$P_{16} \rightarrow P_{19}$		
АСУ СКМП	$P_{20} \rightarrow P_{25}$	Анализ, прогноз, планирование, оперативное планирование	Аналитические, статистические, нейросетевые
	$P_{21} \rightarrow P_{24}$	Прогнозирование	Статистические и эволюционные
	$P_{22} \rightarrow P_{26}$	Контроль, анализ	Аналитические, статистические, логический вывод
	$P_{23} \rightarrow P_{25}$	Идентификация, прогноз, планирование	Аналитические, нейро-нечёткий логический вывод, нейросетевые, эволюционные

Таким образом, декомпозиция схемы управления и последующий анализ степени неопределённости параметров и их основных преобразований, позволили определить основные типы функции управления, средства реализации. Однако, функционирование схемы управления обеспечивается также следующими элементами: графом обучения, моделью межпредметных связей, моделью системы компетенций, взаимосвязями между последними двумя моделями.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

В соответствии с наметившейся в последнее время устойчивой тенденцией, которая проявляется в учёте особенностей саморазвития системы в кибернетических методах управления, показаны особенности синергетического подхода к моделированию одного из видов ОТС – системы управления обучением. Исследованы, обобщены и классифицированы необходимые преобразования, реализующие синергетическую модель управления по вложенной структурно-функциональной схеме. Полученные результаты составляют основу для последующей разработки и внедрения наиболее целесообразных программных средств с использованием гибридных интеллектуальных технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колесников А.А. Синергетические методы управления сложными системами: теория системного синтеза. М.: УРСС. – 2006. - 240 с.
 2. Мазурок Т.Л. Синергетическая модель индивидуализированного управления обучением // Математические машины и системы. – 2010. - №3. – С. 124-134.
 3. Мазурок Т.Л. Интеллектуальное управление процессом усвоения межпредметных знаний / Т.Л. Мазурок // Управляющие системы и машины. – 2010. - №2. – С. 22-29.
 4. Беспалько В.П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия). – М.: МПСИ, 2002. – 352 с.
- Терехов В.А. Нейросетевые системы управления / В.А. Терехов. – М.: ВШ, 2002. – 183 с.