

---

УДК 681.518.2

А.В. Попов

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков

## ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МЕДИАСИСТЕМАМИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

*Исследованы математические модели оперативного управления медиасистемами. Разработаны инструментальные средства принятия плановых и управленческих решений в условиях определенности и неопределенности.*

**Ключевые слова:** медиасистемы, неопределенность, оперативное управление медиасистемами.

### Введение

**Актуальность состояния проблемы.** Ускорение научно-технического прогресса тесно связано с улучшением планирования и оперативного управления медиасистемами на уровне издательской деятельности полиграфических предприятий и подразделений. Медиасистемы представляют собой аппаратно-программный комплекс, позволяющий просматривать (или прослушивать) медиаконтент в виде совокупности средств массовой информации (кино, радио, телевидение, электронная печать и т.д.).

Медиасистемы – это разновидность интерактивных систем, которые обеспечивают работу с текстом, языком, звуком, статическими графическими изображениями, анимированной графикой и динамическим «живым» видео. К составляющим медиасистем относятся: элементы, удалённые друг от друга; иерархическая структура медиасистемы; наличие общности процессов в элементах системы и математических описаний функциональных элементов управления медиасистемами [1, с. 157].

Основной технической проблемой создания медиасистемы является совместная обработка разнородных данных (цифровых и аналоговых, статических видео и динамических изображений). В компьютере данные хранятся в цифровой форме, а теле-, видео- и большая часть аудиоаппаратуры работает с аналоговым сигналом. Медиасистемы базируются на трёх основных положениях: автоматизации бизнес-процессов, планировании и управлении цифровыми активами, моделях публикаций в реальном времени.

Поскольку внешние устройства компьютера (мониторы, принтеры) имеют аналоговый выход, то простейшей и наиболее экономной технологией создания первых мультимедиасистем стала: 1) стыковка разнородной аппаратуры с компьютером и придание компьютеру возможностей управления этими устройствами; 2) совмещение выходных сигналов компьютера с видео- и аудиоустройствами; 3) обеспечение их нормальной совместной работой.

Важная роль в повышении эффективности управления медиасистемами отводится методам многокритериальной оптимизации и искусственного

интеллекта, которые позволяют повысить качество принимаемых решений в условиях неопределенности исходных данных. Дальнейшее совершенствование медиасистем осуществляется путем объединения разнородных типов данных в одной цифровой форме в пределах одной системы [2, с. 69].

Внешние устройства медиасистем содержат множество программных утилит-драйверов, которые часто конфликтуют между собой. Поэтому ведущие разработчики ПК объединили свои усилия при создании стандарта PnP (Plug and PLAY, включи и играй), который предусматривает применение широкого комплекса вычислительных средств для автоматической настройки конфигурации ПК. Технология PnP оперативного управления медиасистем состоит в том, чтобы сразу после включения ПК все аппаратные и программные средства настраивались на работу без сбоев и конфликтов [3, с. 315].

**Постановка задачи исследования.** Исследование методов оперативного управления медиасистемами включает в себя содержательную постановку задач оперативного управления медиасистемами; построение математических моделей функционирования компонент медиасистемы; разработку алгоритмов планирования и оперативного управления медиасистемой в условиях определенности и неопределенности. Решения, принимаемые в условиях неопределенности проявления внешней среды, всегда приводят к худшим результатам, чем при полной определенности. В этом случае отыскивается квазиоптимальное решение, лучшее в смысле максимальной близости к некоторому предпочтительному решению [4, с. 27].

## Сущность выполненных исследований

**1. Математическое моделирование медиасистем.** Математическое описание медиасистем с иерархическими уровнями принятия плановых и управленческих решений можно представить следующим образом [5, с. 29].

На первом (верхнем) уровне иерархии управления медиасистемой расположим статическую детерминированную операторную гипермодель без учета свойств стохастичности, неопределенности, нечеткости данных и нечеткой логики. На этом уровне решается прямая задача управления медиасистемой вида

$$Ax = y, \quad x \in R_x^m, \quad y \in R_y^n,$$

где  $x$  и  $y$  – элементы метрических пространств  $R_x^m$  и  $R_y^n$ ;  $A$  – оператор, переводящий элементы  $x \in R_x^m$  в элементы  $y \in R_y^n$ .

На втором сверху уровне иерархии расположим детерминированную статическую векторно-матричную модель без учета отмеченных свойств.

На этом уровне осуществляется декомпозиция оператора  $A$  для получения математической модели решаемой задачи. Например, для линейных задач оператор  $A$  можно представить двумя составляющими – структурой  $S_A$  и параметрами  $P_A$

$$A = [P_A, S_A].$$

Чтобы перейти от операторной модели  $Ax = y$  к векторно-матричной модели, заменим элементы  $x$  и  $y$  метрических пространств  $R_x^2$  и  $R_y^2$  вектором  $x = [x_1 \ x_2]$  и транспонированным вектором  $y^T = [y_1 \ y_2]^T$ , а оператор  $A$  заменим оператором  $A^T$  матричного преобразования:

$$a_{11} x_1 + a_{12} x_2 = y_1, \quad a_{21} x_1 + a_{22} x_2 = y_2.$$

На третьем уровне расположим детерминированную динамическую модель без учета части отмеченных свойств. На этом уровне располагаются модели процесса принятия управленческих решений, которые представляют собой последовательную непрерывную смену состояний системы:

$$\dot{x}(t) = A(t)x(t) + B(t)u(t),$$

$$y(t) = C(t)x(t) + D(t)u(t),$$

где  $x$  –  $n$ -мерный вектор состояния системы;  $u$  –  $r$ -мерный вектор входных (управляющих) воздействий;  $y$  –  $m$ -мерный вектор выходных переменных;  $t$  – реальное время. Характерным признаком динамических систем (систем оперативного управления) является явная зависимость переменных или параметров системы от времени  $t$ .

На четвертом уровне расположим стохастическую динамическую модель без учета части отмеченных свойств. На этом уровне располагаются стохастические модели, которые представляются двумя компонентами:

$$y = f(x, \theta) + \eta,$$

где  $y$  – выходной показатель процесса;  $f(x, \theta)$  – вектор-функция производственных факторов;  $\eta$  – стохастическая составляющая модели.

На пятом уровне оперативного управления медиасистемой расположим модель динамической регрессии с учетом неопределенности вида:

$$y(t) = r(a, x, t; \gamma) = r(a, x, t; \gamma) + \xi,$$

где  $\gamma$  – неопределенность, учитывающая неадекватность модели и проявление внешней среды;  $\xi$  – стохастическая составляющая модели.

На шестом уровне иерархии расположим статическую модель с учетом нечеткости. На этом уровне располагаются модели процессов оперативного управления медиасистемой, представленных на множестве отношений «условие-действие», которые базируются на нечеткой логике или интегрированных нечетких сетях Петри.

Наиболее характерным признаком медиасистем является наличие топологической структуры модели, представленной графом оперативного управления медиасистемой. Такой граф представляет собой

совокупность двух множеств  $G = (X, Y)$ : множества элементов  $x \in X$  и множества отношений между этими элементами  $y \in Y$ . Для описания топологии оперативного управления медиасистемой предлагается выполнить следующие операции:

1. Заменить структуру медиасистемы графом сети, причем любая вершина должна содержать не менее трех инцидентных (входящих или выходящих) дуг, а две вершины соединяются между собой только одной дугой.

2. Подсчитать количество вершин  $n - 1$  и дуг  $m$  графа сети и определить цикломатическое число сети – количество независимых ресурсных потоков  $s = m - n$ .

3. Выбрать дерево графа сети таким образом, чтобы после удаления всех связей ветви графа не образовывалось ни единого замкнутого контура: в качестве связей принять дуги с независимыми расходами (потоками), а в качестве ветвей принять дуги с заданными напорами (давлениями).

4. Выполнить упорядоченную нумерацию дуг – сначала связей, а затем ветвей; первые порядковые номера присваиваются связям с заданными расходами, а последние порядковые номера – ветвям с заданными напорами.

5. Выбрать направление обхода контура, совпадающее с направлением единственной связи, входящей в контур.

6. Составить матрицу независимых контуров  $\|1 B\|$  в виде прямоугольной таблицы, над которой пишутся возрастающие слева направо порядковые номера дуг, а слева от таблицы пишутся возрастающие сверху вниз порядковые номера связей, совпадающие с порядковыми номерами ветвей.

Элементами матрицы контуров являются: 1, если направление дуги совпадает с направлением контура;  $-1$ , если направление дуги противоположно направлению обхода контура; 0, если дуга не входит в контур. Подматрица контуров  $\|B\|$ , состоящая из  $n \times s$  элементов, содержит всю информацию о топологии (геометрии)  $S_A$  сети (Мэзон и Циммерман).

## 2. Оперативное управление медиасистемами.

Совершенствование оперативного управления медиасистемой часто сводится к созданию информационно-аналитической системы управления. Это, с одной стороны, требует формализации и алгоритмизации процессов организационного управления, а с другой стороны – разработки научно-обоснованных методов решения конкретных задач оперативного управления медиасистемой. Все это переводит медиасистему в желаемое состояние с учетом предъявляемых требований и ограничений при наличии возмущающих воздействий. Возмущения проявляются в виде внутренних факторов и внешних проявлений среды. Все внутренние и внешние возмущения учесть невозможно. Поэтому в поле зрения сле-

дует включать лишь входные величины  $x$ , которые оказывают влияние на выходные координаты  $y$ .

Входные воздействия подразделяются на управления  $u$  и возмущения  $f$ . Управления  $u$  обеспечивают желаемое функционирование объекта и должны быть изменяемыми. Если изменяемых воздействий нет, то задача оперативного управления не имеет решения. Возмущения  $f$  препятствуют нормальному функционированию объекта управления.

Проблема оперативного управления медиасистемой решается на основе общих принципов многосвязного иерархического управления с использованием ряда специфических задач. Эти задачи характеризуются высокой размерностью, пространственным распределением объектов, многоконтурностью управления и значительным временным запаздыванием координирующих воздействий.

Особенность медиасистем заключается в том, что в функционировании рассматриваемого класса объектов значительную роль играют потребители, предпочтения которых определяют содержание мультимедиа-контента. Эффективное управление медиасистемами во многих случаях невозможно без учета их социального характера.

Оперативное управление медиасистемой предусматривает наиболее полное удовлетворение материальных, культурных и духовных потребностей населения. Медиасистемы традиционно состоят из трех взаимосвязанных подсистем: производственного комплекса, обслуживающего комплекса и потребителей медиа-контента.

Желание повысить качество управления медиасистем наталкивается на предельные возможности имеющихся методов оперативного управления. Возникающие при этом трудности объясняются не только большой размерностью управляемых процессов, но и характером неопределенности и нечеткости исходной информации [4, с. 21].

**3. Оперативное управление в условиях неопределенности.** Большинство задач поддержки принятия плановых и управленческих решений решаются в условиях неопределенности. К видам и формам неопределенности относятся:

- 1) неопределенность, вызванная недостаточным количеством исходной информации;
- 2) неопределенность, связанная с ограничениями по времени принятия решения;
- 3) неопределенность, обусловленная высокой платой за повышение определенности;
- 4) неопределенность, возникающая из-за неадекватности модели по разным причинам;
- 5) неопределенность, порождаемая действиями людей в процессе принятия решений;
- 6) преднамеренно организованная неопределенность для сокрытия ресурсов системы.

Учет неопределенности осуществляется с целью определить степень влияния внешнего прояв-

ления на качество получаемых решений и по возможности принять меры, ослабляющие это влияние. Существует несколько путей "избавления" от неопределенности. Одним из них является замена в модели случайно изменяющихся компонент их усредненными характеристиками.

Желание избавиться от вероятностной неопределенности приводит к постановкам задач в классе стохастического программирования, решение которых сопряжено со значительными трудностями и внесением новых неопределенностей. Поэтому целесообразно вначале решить задачу детерминированной оптимизации при фиксированных значениях параметров, а затем исследовать устойчивость и чувствительность полученного решения к проявлениям внешней среды.

Неопределенность многокритериальной оптимизации резко усиливается, поскольку она включает в себя неопределенность от локальных задач оптимизации, неопределенность вычислительных процедур и неопределенность свертки локальных критериев.

При выработке управленческих решений часто встречаются задачи, в которых исходные данные нечетко сформулированы и плохо определены. Такие задачи содержат большое число неопределенностей типа *много, мало, плохо, хорошо*, которые не имеют аналогов в языке традиционной математики. Поэтому подобные описания средствами традиционной математики сильно огрубляют математическую модель принятия решений.

Для решения такого класса задач разработаны регуляризованные алгоритмы и аппарат нечеткой математики, которыми оперирует лицо, принимающее решение, при описании своих желаний и целей. Такой математический аппарат получил название теории нечетких множеств.

## Выводы

*Научная новизна* сформулированных задач оперативного управления медиасистемами в условиях неопределенности состоит в следующем:

1) разработан метод оперативного управления медиасистемами для случая пересечения нечеткого множества целей и нечеткого множества допустимых альтернатив;

2) разработан метод оптимального управления медиасистемами для случая нечеткого множества целей и нечеткого множества допустимых альтернатив методом взаимной "подтяжки" друг к другу области целей и ограничений;

3) разработана вычислительная процедура достижения четко поставленной цели на заданном нечетком множестве допустимых альтернатив;

5) разработаны четкие и нечеткие варианты задач математического программирования, которые решаются по принципу многоальтернативной оптимизации.

**Практическая значимость** выполненных исследований состоит во внедрении полученных результатов на кафедре медиасистем и технологий. Множественность принимаемых решений является скорее достоинством, а не недостатком, поскольку "жесткие" схемы получения единственного решения не позволяют учесть неопределенность целей и критериев.

В настоящее время остается актуальной проблема проведения исследований, направленных на создание адаптивной иерархической системы принятия оперативного управления в условиях неопределенности. Управление медиасистемами в условиях неопределенности потребовало разработки регуляризованных процедур принятия управленческих решений с ориентацией на вид неопределенности и нечеткости исходной информации.

## Список литературы

1. Брой Д. Информатика / Д. Брой. – М.: Радио и связь, 2002. – 512 с.
2. Раттан К. Кросс-медийные системы в полиграфии и издательском деле. Выбор стратегии / Кевин Раттан. – М.: ЦАПТ, 2007. – 197 с.
3. Рудометов Е.П. Аппаратные средства и мультимедиа: справочник / Е.П. Рудометов. – СПб.: Питер, 2002. – 483 с.
4. Авраменко В.П. Управление производством в условиях неопределенности [Текст]: серия «Новое в науке и технике» / В.П. Авраменко. – К.: УМК ВО, 1992. – 48 с.
5. Дурняк Б.В. Системний аналіз та оптимізація параметрів книжкових видань / Б.В. Дурняк, І.В. Піх, В.М. Сеньківський: Монографія. – Львів: Українська академія друкарства, 2006. – 197 с.

Поступила в редколлегию 15.04.2013

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.П. Авраменко, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

## ОПЕРАТИВНЕ УПРАВЛІННЯ МЕДІАСИСТЕМАМИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

О.В. Попов

*Досліджено математичні моделі оперативного управління медиасистемами в умовах невизначеності. Розроблено інструментальні засоби прийняття управлінських рішень в умовах невизначеності.*

**Ключові слова:** *медіасистеми, невизначеність, оперативне управління медиасистемами.*

## ON-LINE ANALYTICAL PROCESSING FOR MEDIA SYSTEMS IN THE INDEFINITE CONDITIONS

A.V. Popov

*This article deals with on-line analytical processing for media systems in the indefinite conditions. The instrumental devices for media systems operation control tools in the indefinite conditions were put into operation.*

**Keywords:** *media systems, indefinite conditions, operative management of media systems.*