

DETERMINATION OF DIGIT CAPACITY OF COEFFICIENTS DIGITAL FILTERS

Tihobaev V.G. Riasniy U.V. Lubskiy V.V.

In paper the procedure of determination of number of bits of a binary code is considered at quantization of coefficients of a transfer function of the digital filter ensuring a required capabilities to an exactitude of an amplitude-frequency characteristic. The procedure of an evaluation of the absolute error of the pulse response appearing owing to limitation of number of bits is reduced.

Keywords: digital filter, transfer function, quantization of coefficients, pulse responses.

Тихобаев Валерий Георгиевич, к.т.н., доцент Кафедры «Теория электрических цепей» (ТЭЦ) Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики (СибГУТИ). Тел. (8-383) 286-80-27.

Рясный Юрий Васильевич, д.т.н., профессор Кафедры ТЭЦ СибГУТИ. Тел. (8-383) 286-80-27.

Лубский Виталий Владимирович, аспирант Кафедры физики СибГУТИ. Тел. (8-383) 286-80-18.

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 681.518:339.13

ТЕОРЕМА ОБ УПРАВЛЯЕМОСТИ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Димов Э.М.

Статья посвящена управлению в социальных и экономических системах. Такие системы отличаются от технических, являясь иерархическими. И принципы управления здесь другие. Автор говорит о сложных, нерелекторных системах, где трудно найти золотую середину между централизованным и децентрализованным управлением. В этом случае хорошо применима теория управления сложными иерархическими системами.

Ключевые слова: управление, социальные и экономические системы, нерелекторные иерархические системы, централизованное и децентрализованное управление, принцип максимума Понтрягина.

Теорема была предложена Димовым Э.М. и Авдеевым О.Н. в 1975 г. и опубликована в различных частях в [1-3]. В окончательном варианте публикуется впервые. Сущность данной теоремы заключается в следующем.

Одной из особенностей социальных и экономических систем является то, что они относятся к иерархическим системам [4], чем в корне отличаются от систем технических. Иерархичность будем рассматривать в соответствии с [5].

На первый взгляд может показаться, что создание иерархической структуры – это просто добавление новых ограничений, то есть сужение множества допустимых управлений, которое неизбежно ведет к снижению показателей эффективности системы в целом. Однако известно, что в определенных условиях, без разделения функ-

ции принятия решений, такого рода система вообще не способна функционировать.

Может оказаться, например, что полностью централизованный сбор и обработка информации либо технически невозможны, либо приводят к значительному запаздыванию принятия решений, то есть к принятию решений по устаревшей информации. Одним из путей выхода из данного состояния является распараллеливание процедур сбора и обработки информации, – но тогда это приводит к децентрализации процедур принятия решений, то есть к созданию самостоятельно функционирующих подсистем, что и означает появление в системе иерархической структуры.

Заметим, что в последнем случае для принятия решений в отдельных подсистемах необходим уже значительно меньший объем информации, поэтому решение принимается в условиях значительно меньшей неопределенности. Таким образом, получается, что децентрализация управления приводит к уменьшению неопределенности, связанной со сбором и переработкой информации (информационной неопределенности).

Представим себе какой-то современный технологический процесс: например, крупное химическое производство, где существуют непрерывно контролируемые потоки реагентов $x(t)$; $y(t)$; $z(t)$ и т.д. Имеются четкая программа всего этого технологического процесса и аппаратура контроля – система датчиков, которые непрерывно регистрируют возможные отклонения от

расчетного режима, отклонения температуры, качество исходного материала, скорость движения реагентов и т.д. (аналогично тому, как это имеет место при транспортировке нефти по трубопроводу). С точки зрения теории оптимального управления, следовало бы принимать оптимальное решение об изменении параметров процессов $x(t)$; $y(t)$; $z(t)$ и т.д., имея в виду, что эти процессы в динамике связаны между собой. Однако на деле такая схема нереализуема в принципе, – поскольку в данном случае объем информации для переработки оказывается столь велик, что, даже при самых современных средствах связи и самых быстродействующих ЭВМ, оптимальное решение будет запаздывать настолько, что в нем уже просто не будет необходимости. Поэтому в реальных условиях приходится управлять процессами $x(t)$; $y(t)$; $z(t)$ и т.д. независимо – и тогда рассматриваемая технологическая система сразу превращается в иерархическую.

Данная ситуация справедлива также и в экономических, и в социальных системах, но со следующим условием: децентрализация в данном случае служит источником новой неопределенности, которая порождается неизбежными противоречиями между общим интересом системы в целом и собственными интересами отдельных подсистем – тех самых реальных $x(t)$; $y(t)$; $z(t)$ и т.д. Поэтому здесь следует говорить об оптимальной мере централизации и децентрализации, оптимальном распределении функций принятия решений между различными уровнями системы [4; 6]. Такой подход к анализу иерархических систем управления можно назвать информационным.

Таким образом, для развития теории управления иерархическими системами необходимо прежде всего ответить на вопросы, которых нет в классической теории управления [4]:

- что такое оптимальность в иерархических (многокритериальных) системах;
- как выбрать рациональную (или наилучшую) структуру таких систем и т.д.

Поиск ответов на данные вопросы приводит нас к понятию рефлекторных и нерелефторных систем управления [4].

К рефлекторным относятся системы, реакция которых на возмущения вполне однозначна. Исследование поведения рефлекторных систем сводится к обычным задачам теории оптимального управления. Все технические системы, организованные по иерархическому принципу, можно отнести к рефлекторным системам. В то же вре-

мя социальные и экономические системы, также организованные по иерархическому принципу, приходится относить к классу нерелефторных.

В качестве примера рассмотрим объединение N промышленных предприятий (концерн или трест), выпускающих однотипную продукцию [4]. Назовем такое объединение центром. Обозначим через P_i продукцию, выпускаемую i -ым предприятием-изготовителем из общего их числа n , то есть $i \in [1, n]$. Результат функционирования центра определяется результатами функционирования отдельных производителей. Оценки этого результата могут быть различными. Центр также производит продукцию, и его целевая функция однозначно определяется продукцией производителей

$$J = J(P_1; P_2; P_3 \dots P_n). \quad (1)$$

Центр не имеет права назначать объемы производства P_i , но он может на эти объемы влиять. Величина продукта, произведенного i -ым предприятием-изготовителем, определяется объемом его фондов x_i и количеством рабочей силы L_i :

$$P_i = f_i(x_i; L_i). \quad (2)$$

Функция $f_i(x_i; L_i)$ в теории управления именуется производственной функцией. Существуют различные способы ее аппроксимации. Доход i -го производителя J_i равен стоимости произведенной продукции за вычетом накладных расходов. Для простоты будем считать, что накладные расходы состоят только в оплате труда. Если обозначить через w_i фиксированную ставку заработной платы, то каждая величина J_i будет равна

$$J_i = c \cdot P_i - w_i \cdot L_i. \quad (3)$$

Если величина фондов x_i также фиксирована, то объем продукции определяется количеством рабочей силы L_i . Таким образом, L_i является управляющим параметром, который полностью находится в распоряжении производителя.

Для того чтобы управлять действиями производителей, центр должен располагать способами эффективного воздействия на них. Рассмотрим простейший способ: распределение экзогенного ресурса U , который полностью находится в распоряжении центра и может расходоваться, например, на инвестиции, на создание основных фондов производителя и т.п. Тогда задача центра, которую можно назвать задачей планирования, состоит в таком распределении ресурса

$$U = \sum_{i=1}^N u_i, \quad (4)$$

которое приводит к максимуму функции (1). При этом эффективность распределения U будет зависеть не только от действий центра, но и от значений L_i , которые выбираются производителями.

Таким образом, здесь складывается игровая ситуация, в которой, по определению Ю.Б. Гермейера [6], имеется $N + 1$ игроков: N производителей и центр. Для того чтобы эффективно реализовать процедуру управления, игрокам необходимо условиться о «порядке ходов», «гипотезе информированности» и «гипотезе поведения». В данной игровой ситуации право первого хода принадлежит центру, который делает этот ход, передавая i -му производителю ресурс u_i , и учитывает, что производитель с этого момента знает величину u_i . Основным теперь становится вопрос о гипотезе поведения игроков: предположим, что центр знает (или считает, что знает) интересы производителей, полагая, что они описываются целевой функцией (1). Тогда гипотеза центра о поведении производителя состоит в том, что он должен так выбрать свое управление L_i , чтобы максимизировать доход (3).

Теорема

Известны попытки применить к нерелекторным системам принцип максимума Л.С. Понтрягина, – это было сделано, например, в [7] при разработке алгоритма оптимального планирования и управления для участка металлургического производства. Постановка и алгоритм решения такой задачи представляют значительный научно-практический интерес, однако при этом возникают следующие проблемы, которые в [7] преодолены не были.

1. С одной стороны, движение металлопотока на участке моделируется системой массового обслуживания (СМО), работающей в стационарном режиме (имитационная модель производственного участка). С другой стороны, это же движение описывается системой дифференциальных уравнений, представляющих собой частный вид уравнения Колмогорова. Однако уравнение Колмогорова-Чепмена [8], которое имеет вид

$$\pi(t + dt) = P \cdot \pi(t) \quad (5)$$

связывает между собой векторы состояний СМО в моменты времени t и $(t + dt)$ через вероятность в нестационарном динамическом режиме.

Задача же оптимального управления решается для интервала времени длительностью в одну рабочую смену, то есть 8 часов, – для такого интервала времени СМО работает в стационарном режиме и не может быть описана данными дифференциальными уравнениями.

2. Система управления «человек-машина», в которой предлагается реализовать данный алгоритм оптимального управления, справедливо рассматривается как иерархическая, состоящая из двух уровней: системы управления и человека-диспетчера. Однако если учесть сам объект управления, то есть производственный участок, то мы получим трехуровневую иерархическую систему. Поскольку реакции отдельных подсистем (отдельных уровней) на внешние воздействия не являются однозначными (за счет действия случайных факторов), то данная иерархическая система должна быть отнесена к классу нерелекторных систем. Выше было показано, что к нерелекторным системам не удается достаточно просто применить принцип максимума Л.С. Понтрягина.

Более того, если рассматривать данную систему «человек-машина» как трехуровневую, то в фундаментальной работе по управлению иерархическими системами [5] авторами было доказано, что при многослойной иерархии у каждого слоя существует свой набор методов и алгоритмов управления:

- на слое выбора (соответствующем уровню объекта управления) в нашем случае технологические агрегаты производственного участка – это управление с обратной связью и численные методы оптимизации (сюда входит и принцип максимума Л.С. Понтрягина);
- на слое адаптации (управление производственным участком) преобладают статистические методы или методы распознавания образов;
- на слое самоорганизации (человек-диспетчер) приходится использовать эвристические методы (например, игры Ю.Б. Гермейера) и т.д.

Таким образом, легко убедиться, что попытка применить принцип максимума Л.С. Понтрягина к нерелекторным системам приводит нас к значительным теоретическим трудностям. Однако имеют место и практические трудности при решении задачи оптимального управления нерелекторной системой с помощью принципа максимума Л.С. Понтрягина. Чтобы обойти их, автор [7] пытается применить интегральный критерий оптимальности, но, чтобы применить принцип максимума Л.С. Понтрягина, в данном случае необходимо перейти к критерию по быстродействию (с этой целью подынтегральное выражение

в интегральном критерии вынужденно приравнивается к единице, что является недопустимым упрощением решаемой задачи).

3. Переходя к дискретному времени при решении оптимизационной задачи по быстродействию, мы сталкиваемся с практически непреодолимой проблемой наблюдаемости управляемой величины отклонения реального выпуска продукции от плана. Если же период дискретизации взять равным даже 0,5 часа (время решения оптимизационной задачи на ЭВМ в [7]), а тем более интервал времени в одну рабочую смену, для которого решается задача оптимального управления автором [7], то в таком случае система управления оказывается разомкнутой и все помехи (случайные факторы) остаются в прямой цепи, то есть не учитываются системой управления.

4. Поскольку порядок дифференциального уравнения в [7] получается не ниже четвертого, возникает также практически непреодолимая проблема идеального дифференцирования второго и даже третьего порядка. При интервале дискретности в 0,5 часа, а тем более для интервала времени в одну рабочую смену, когда система управления становится разомкнутой и ее помехозащищенность оказывается близкой к нулю, проблема становится неразрешимой.

Учитывая изложенное, мы приходим к необходимости разработки новых методов оптимизации управления в социальных и экономических системах, а именно методов человеко-машинной оптимизации управления с применением в контуре управления имитационной модели, работающей в диалоговом режиме.

Заключение

Таким образом, применение принципа максимума Л.С. Понтрягина для оптимизации управления в социальных и экономических системах не является достаточно простым и обоснованным. Принцип максимума является мощным средством в концептуальном, математическом плане. Он также хорошо работает при управлении в автоматических (рефлекторных) системах. При управлении же в автоматизированных («человеко-машинных», иерархических, нерелекторных) системах применению принципа максимума мешают по меньшей мере две труднопреодолимые проблемы: проблема наблюдаемости управляемой координаты и проблема идеального дифференцирования высоких порядков. Поэтому для анализа и синтеза систем оптимального управления в социальных и экономических системах более подходит теория управления сложными

иерархическими системами Н.Н. Моисеева на основе теории многоуровневых иерархических систем М. Месаровича, Д. Мако, И. Такахары с применением вышеизложенной теоремы.

При этом применение имитационного моделирования при управлении в социальных и экономических системах позволяет по сравнению с другими методами снять такие ограничения, как:

- многокритериальность управления;
- большая размерность решаемых задач;
- невозможность управления сложным процессом в динамике;
- недостаточная адекватность модели и объекта;
- наличие большого числа случайных возмущений;
- вероятностный характер функционирования сложного процесса и др.

Литература

1. Димов Э.М. Оптимальное управление комплексным производством дискретно-непрерывного типа на основе имитационного моделирования // Опыт применения прикладных методов математики и вычислительной техники в народном хозяйстве. М.: 1975. – С. 58-73.
2. Димов Э.М., Харитонов Д.В., Харитонова Е.Э. Проблема оптимизации управления в иерархических организационных системах // Материалы МНТК «Системные проблемы качества, математического моделирования и информационных технологий». Часть 2. Москва-Сочи, 2000. – С. 43-49.
3. Димов Э.М., Маслов О.Н., Скворцов А.Б. Новые информационные технологии: подготовка кадров и обучение персонала. Часть 1. Реинжиниринг и управление бизнес-процессами в инфокоммуникациях. М.: ИРИАС, 2006. – 385 с.
4. Моисеев Н.Н. Элементы теории оптимальных систем. М.: Наука, 1975. – 526 с.
5. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. М.: Мир, 1973. – 344 с.
6. Гермейер Ю.Б. Игры с противоположными интересами. М.: Наука, 1976. – 327с.
7. Ипатова Э.Р. Разработка алгоритма оптимального управления в планировании отдельными участками металлургических заводов. Дисс. к.т.н. М.: МИССИС, 1984. – 150 с.
8. Саати Т.Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. Пер. с англ. М.: Сов. радио, 1970. – 520 с.

Dimov Ad.M.

Given article is devoted the controllability in social and economic systems. Such systems differ from technical, being hierarchical. And here are other principles of management. Authors speak about difficult, not reflex systems where it is difficult to find optimal management. In this case the management theory for difficult hierarchical systems is well applicable.

Keywords: management, social and economic systems, not reflex systems, hierarchical systems, centralized and not centralized management, the maximum principal of Pontryagin.

Димов Эдуард Михайлович, д.т.н., профессор Кафедры «Экономические и информационные системы» Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики. Тел. (8-846) 228-00-36. E-mail: maslov@psati.ru

УДК 004.65:338

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Ольховая О.Н.

В статье предлагается использование альтернативного метода по определению экономической эффективности разработки и внедрения информационной системы – метода Феликса-Риггса.

Ключевые слова: информационная система, экономическая эффективность, социально-экономическая эффективность, метод Феликса-Риггса.

Введение. Постановка задачи

Обоснование экономической эффективности является обязательным разделом любого проекта. Если в результате разработки и внедрения информационной системы (ИС) было оказано влияние на производительность труда, то необходимо воспользоваться обобщающими показателями экономической эффективности.

Основные этапы расчета экономической эффективности проектирования и внедрения ИС следующие:

- расчет затрат на создание ИС;
- расчет суммарной экономии затрат;
- расчет капитальных вложений и эксплуатационных расходов;
- расчет показателей эффективности и ожидаемого годового экономического эффекта от внедрения проекта.

При этом необходимо учесть развитие рынка информационных технологий и провести сравнительный анализ ИС, выполняющих схожие функции.

Далее приведен пример сравнения ИС кадрового учета (см. таблицу 1) и затраты, связанные с установкой одной из систем (см. таблицу 2). Проект

будет считаться эффективным, если ожидаемый годовой экономический эффект от его разработки и внедрения будет выше, чем от функционирующей до внедрения или рыночной версии ИС. Если в результате разработки и внедрения ИС не было оказано влияние на производительность труда, а изменились функциональная эффективность, качество обслуживания клиентов, качество продукции и т.д., то есть был достигнут социально-экономический эффект (социально-экономической эффективностью обладает та система, которая в наибольшей степени обеспечивает удовлетворение многообразных потребностей людей: материальных, социальных, духовных, гарантирует высокий уровень и качество жизни), то можно воспользоваться балльным методом Феликса-Риггса.

Применение метода Феликса-Риггса

Для отслеживания направления развития предприятие должно держать под контролем ряд факторов. Степень приближения к планируемому состоянию по каждому параметру и будет степенью достижения той или иной цели. Рассматриваемый подход позволяет получить суммарный итоговый индекс путем взвешивания отдельных показателей при помощи экспертных оценок. Состав таких показателей определяется тоже экспертно, исходя из условий конкретного предприятия.

Процедура реализации метода Феликса-Риггса состоит из следующих этапов.

1. Выделение критериев.
2. Формирование шкалы измерений.