

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ  
ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ԾԱՐՏԱՐԱԳԻՏԱԿԱՆ  
ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ ՏԱՐԵԿԱՆ ԳԻՏԱԺՈՂՈՎ

# ՆՅՈՒԹԵՐԻ ԺՈՂՈՎԱԾՈՒ

ՀԱՏՈՐ 2

ГОДИЧНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ИНЖЕНЕРНОГО  
УНИВЕРСИТЕТА АРМЕНИИ

# СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

ТОМ 2

ԵՐԵՎԱՆ 2000 ԵՐԵՎԱՆ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ  
ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ  
АРМЕНИЯ

Եկիրվում է  
Հայաստանում քրիստոնեության  
ընդունման 1700 ամյակին

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ԵԱՐՏԱՐԱԳԻՏԱԿԱՆ  
ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ ՏԱՐԵԿԱՆ ԳԻՏԱԺՈՂՈՎ

## ՆՅՈՒԹԵՐԻ ԺՈՂՈՎԱԾՈՒ

30 հոկտեմբեր – 3 նոյեմբեր  
2000թ.  
Հատոր 2

ГОДИЧНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ИНЖЕНЕРНОГО  
УНИВЕРСИТЕТА АРМЕНИИ

## СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

Том 2

Երևան 2000 Երևան

Տպագրվում է Հայաստանի Պետական ճարտարագիտական Համալսարանի գիտական խորհրդի որոշմամբ

Հայաստանի պետական ճարտարագիտական համալսարանի տարեկան գիտաժողով, նյութերի ժողովածու, Երևան, ԳՊՃՀ 2000, 2 հատորով, հատոր 2:

Պատվեր՝ 809

Տպարանակ՝ 200

Տպագրված է Հայաստանի Պետական Ճարտարագիտական Համալսարանի տպարանում  
Երևան, Տեղյան 105

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ БАЗ ДАННЫХ

М. Аполян, А. Манукян, А.Саядян

Управление государственно-административными образованиями (ГАО) базируется на использовании большого числа баз данных, эксплуатируемых в его территориально разделенных подразделениях. Источники информации БД и ее потребители в основном находятся в самих подразделениях. В указанных обстоятельствах эффективным становится ведение набора автономных, территориально распределенных баз данных. В центральных аппаратах ГАО возникает необходимость информационного общения с указанными БД. Классическим решением возникшей задачи является поддержание распределенной базы данных, в которой база является прозрачной и единой для всех ее пользователей. Альтернативным решением проблемы является рассмотрение совокупности баз данных как интегрированную БД.

Ниже делается попытка разработки архитектуры СУИБД, в которой мы будем базироваться на современных достижениях объектно-ориентированных технологий программирования.

Классическая схема организации СУИБД использует специальные системные таблицы, в которых кодируется логическая схема представления данных (ЛСПД). Однако форматированность этих таблиц приводит к трудностям при модификации СУБД. Нами предлагается иной принцип построения СУБД, в которой роль системных таблиц играет реализуемая в ОЗУ система связанных объектов. Типы объектов декларируются в виде соответствующих классов СУБД и представляют основные организационные единицы, используемые при конструировании БД и интерфейса работы с ней.

Для предложенной стратегии организации СУИБД очевидны следующие преимущества:

- модульность и функциональная независимость блоков схемы облегчает процесс разработки СУИБД.
- применение системы взаимосвязанных объектов в ОЗУ вместо управляющих таблиц уменьшает зависимость программных средств ПС СУИБД от изменений в структурах управляющих данных. Облегчает возможность модификации системы.
- Хранение управляющей информации в специальной базе позволяет при необходимости корректировать содержание этой базы.

Нами предлагается следующая система взаимоотношения между множествами классов:

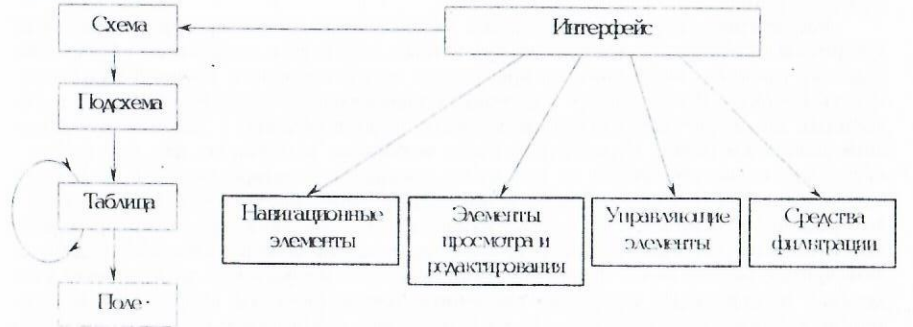


Рис 1.

Связи между классами на приведенном выше рисунке представляют отношения "часть-целое" и организуются путем хранения списка указателей подчиненных объектов. Кроме вертикальных отношений между экземплярами классов устанавливаются также простые горизонтальные связи, семантика и функциональные назначения которых зависят от типов связываемых объектов.

Эти отношения физически не существуют, они виртуальные. Для манипуляции с этими отношениями у связываемых классов используется принцип вычисляемых отношений.

Для обеспечения доступа к горизонтально связанному объекту они обращаются к функциям вышестоящего класса, которые играют роль транзитных функций.

Этот процесс повторяется до достижения корневого класса. Далее вызывается аналогичная транзитная функция из соседнего корневого класса, который таким же образом осуществляет пересылку запросов подчиненным объектам до достижения искомого объекта.

Недостаток этого подхода заключается в замедлении времени доступа к связанному объекту. Однако имеется ряд преимуществ:

- возможность параметрического управления отношениями между объектами.
- возможность контроля истинности связей реализуемых на всех транзитных узлах.
- наличие иерархизма между узлами позволит упростить изменения правил контроля, реализуя их у корневых объектов с помощью соответствующих функций.
- отсутствие непосредственных указателей позволяет легко изменить состав горизонтально связанных подчиненных узлов.

## МЕТОД РЕПЛИКАЦИИ ДАННЫХ В ОБЪЕКТНОЙ СУРБД

Т. Наджарян

Одной из основных задач при разработке распределенных СУБД является разработка механизма репликации данных между базами распределенных машин. В этой работе рассматривается репликация данных в системе, имеющей централизованную структуру с фиксированным координатором и множеством ведомых распределенных узлов.

В системах типа координатор/ведомый основными операциями являются обновление локальной базы ведомого данными из мастер базы координатора (get) и обратная операция — обновление мастер базы данными измененными на ведомом узле (put).

Рассмотрим операцию обновления ведомой базы из мастера (get). Известные алгоритмы основаны на механизме временных меток. При запросе на обновление ведомый посылает координатору временную метку, начиная с которой нужно получить объекты. Координатор, с помощью эффективных очередей объектов, построенных по возрастанию временных меток, выдает объекты с равным или большим значением метки. Недостатком этого механизма является то, что ведомый получает *все новые* объекты, а не только те, которые его интересовали, в результате чего ведомые базы превращаются в локальные копии мастер базы с отставанием по времени. Это приемлемо и даже нужно для систем типа мультисервер однако расточительно для клиент/сервер систем, где клиенты обычно работают с небольшой частью мастер базы. Чтобы преодолеть данное затруднение, предлагается следующая модификация алгоритма временных меток. Объекты выделяются в логические группы таким образом, что межгрупповые связи будут малочисленны. Это

обычно несложная задача при программировании типичного приложения. В мастер базе вместо одного списка объектов с временными метками хранятся отдельные списки для каждой группы. Клиенты, которые обычно работают с небольшим от общего числа количеством групп, хранят список так называемых активных групп. При запросе на обновление клиент посылает не только начальную временную метку, но также и список активных групп, объекты которых нужно получить. При этом допустима ситуация, когда клиент получает объект, который имеет внешнюю ссылку на объект из неактивной группы, то есть объект, которого не существует в ведомой базе. Попытка обращения по такой ссылке перехватывается на системном уровне и посылается запрос на обновление серверу. В результате этого новая группа добавится к списку активных. Таким образом по мере работы все новые группы будут добавляться к списку активных и клиентская база будет расти. Необходимой контрмерой в данном случае является учет степени активности групп и удаление наименее активных из клиентской базы по некому общезвестному алгоритму замещения.

Как же в предлагаемой схеме работает операция изменения/добавления объектов из клиента на сервер (put)? Прикладная программа непосредственно перед модификацией объекта декларирует системе свои намерения. Система репликации посылает серверу вариацию запроса get, в которой указывается объект, который надо захватить в монопольном режиме записи. При этом клиент получает последнюю версию объекта. Сервер захватывает объект, а также группу, в которой тот находится, в монопольном режиме. При окончании транзакции комитом клиент посылает запрос на обновление put, захваченных ранее объектов. Сервер обновляет полученные объекты и далее следует операция комит с освобождением захватов.

Рассмотрим схему группировки объектов. Операция создания объекта в базе данных синтаксически представляет из себя вариацию оператора new языка C++, который вызывает конструктор класса. Именно здесь как параметр конструктора базового класса передается идентификатор группы создаваемого объекта. При этом программист может передать идентификатор уже существующей группы, создать новую группу либо вообще не указать группы - при этом объект попадет в группу "по умолчанию". В течении жизни объекта можно изменять группу принадлежности объекта с помощью соответствующих вызовов функций.

Реализация, ряд сравнительных экспериментов и опыт эксплуатации прикладной системы основанной на предлагаемом механизме, показали высокую степень конкурентности в режиме многопоточной обработки данных, а также высокую скорость холостой и малонагруженной операции обновления get. Следует отметить следующий недостаток приведенного метода. Поскольку допускается иметь висячие ссылки в клиенте, которые разрешаются динамически, в системах с режимом offline необходимо принять меры по обеспечению мягкого отката активной транзакции в случае, когда невозможно разрешить динамическую ссылку по причине например отсутствия связи. Обработка таких ситуаций может производиться на системном уровне выполнением операции отката транзакции и выработкой исключительной ситуации. Здесь возможно вмешательство прикладного программиста, если тот намерен произвести собственную обработку ошибки. Выбор группировки объектов в прикладной программе сильно снижает вероятность возникновения таких ситуаций. Рекомендацией в данном случае является согласование групп объектов с возможностью их одновременного появления в определенных элементах интерфейса прикладной программы.

### Литература

1. POET™ The Object Database for C++ Programmer's Guide. POET 3.0. Hamburg, Germany.

2. Generic Object Oriented Database System. K.Knizhnik.  
http://www.ispras.ru/~knizhnik/goods.html
3. VERSANT Release 5.2 manuals. Versant Corporation. U.S.A.  
http://www.versant.com/developer/\_docs/odtms/manuals/index.html
4. Архитектура Sybase System 11. А.Ю.Тавдоев.  
http://www.neic.nsk.su/rus/tech/cit/kbd96/53.htm

## ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМАХ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА

*А. Маргарян*

Современный рынок компьютерных систем (КС) представлен множеством функционально различных систем обработки и хранения информации. Требования, предъявляемые к защите информации в конкретных КС характеризуется областью их применения.

В компьютерных системах основным объектом защиты является хранящаяся и/или обрабатываемая в ней информация. Под несанкционированным доступом (НСД) понимается воздействие на систему (проникновение) в обход правил пользования информацией. НСД в систему может производиться с целью:

- нарушения функционирования системы в целом либо отдельных ее компонент
- кражи ценной информации либо ее подмены
- внедрения программных закладок с целью дальнейшей компрометации системы
- получение привилегий на доступ к информации либо изменение существующей политики выделения и распределения прав (привилегий) пользователей системы

Любая современная компьютерная система должна предоставлять следующий определенный набор сервисов и функций для реализации системы защиты информации:

- авторизация и аутентификация пользователя
- разграничение прав доступа к информации
- обеспечение целостности информации
- криптосредства защиты информации: шифрование и электронная подпись

Система, в которой реализованы эти функциональные возможности может считаться доверительной, если:

- четко определено множество функций системы;
  - доказана конечность этого множества;
  - четко специфицирована каждая функция системы;
- Необходимыми исходными данными для создания и эксплуатации таких систем являются:

- перечень защищаемых ресурсов и уровень их конфиденциальности
- перечень лиц, имеющих доступ к ресурсам КС, с указанием уровня их прав (привилегий)
- матрица доступа пользователей системы по отношению к защищаемым информационным ресурсам КС
- режимы и методы обработки данных в КС (анализ информационных потоков)

Защита информации от НСД является одной из основных проблем обеспечения безопасности информации в КС. Комплекс мер, предпринимаемый для защиты от НСД должен осуществляться в совокупности с мероприятиями по специализированной защите основных и вспомогательных средств вычислительной техники, средств и систем связи от технических средств разведки и шпионажа.

В общем случае, комплекс программно-аппаратных и организационных решений по защите информации от НСД реализуется как система, состоящая из четырех подсистем:

- управления доступом к ресурсам системы
- учета и регистрации пользователей системы
- криптографической
- обеспечения целостности информации

## СИСТЕМА ГОЛОСОВОЙ ПОЧТЫ

*В. Хачатурян*

Очень часто люди сталкиваются с проблемой не получения предназначенной для них информации, ее избыточностью или несвоевременностью поступления. Достоверно известно, что 75% всех деловых звонков не достигают адресатов с первой попытки; более половины звонков не несет информации, подлежащей обсуждению; часто звонок менее важен, чем те дела, от которых он отвлекает, средняя продолжительность разговора на 80% больше оставленного сообщения при той же информационной нагрузке.

Решать подобные проблемы призвана система голосовой почты (СГП). В отличие от автоответчика она позволяет сохранять важные сообщения, редактировать и посылать их другому адресату. При этом обслуживаются одновременно несколько телефонных линий. СГП также предназначена для расширения услуг связи, предоставляемой офисной мини АТС и позволяет производить запись сообщений при занятости абонента или во время его отсутствия. Добавим сюда возможность приема факсов на голосовой ящик, систему уведомления о приходе сообщений и доступ к почтовому ящику с персонального компьютера абонента. Все это позволит организовать неплохую альтернативу привычным разговорам по телефонам.

Любая современная система голосовой почты должна предоставлять следующий набор сервисов и функций:

- запись речевого сообщения, ограниченная определенным лимитом времени;
- редактирование записанного сообщения;
- отправку записанного сообщения на номер зарегистрированного п/я.

В режиме работы с личным п/я (вход осуществляется по паролю) система обеспечивает:

- прослушивание информации о количестве поступивших сообщений (количество общих, количество новых – то есть тех, которые еще не успели прослушать);
  - прослушивание новых сообщений или всех сообщений;
  - прослушивание и удаление (при необходимости) выбранного пользователем сообщения;
  - удаление новых сообщений или всех поступивших сообщений;
  - запись личного приветствия;
  - установку/отмену режима прослушивания личного приветствия;
  - подтверждение необходимости очистки п/я при перешождении последнего.
- В режиме мониторинга (для администратора системы):
- наблюдение за состоянием канала телефонной линии;
  - запуск сценариев системы;
  - автоматическое удаление устаревших сообщений из почтовых ящиков системы;

- протоколирование всех поступивших звонков и оставленных сообщений;
  - автоматическое архивирование протокольной информации;
  - завершение работы системы.
- Основные преимущества СГП
- Абоненту не придется покупать дорогостоящие автоответчики. Их заменит один компьютер, оснащенный голосовой платой.
  - При поступлении нового сообщения для абонента СГП сама позвонит ему и сообщит, что для него есть новое сообщение. Абонент может задать номер телефона, на который поступит уведомляющий звонок и временной интервал, в котором разрешен приход уведомляющих звонков.
  - Записав личный пароль, СГП обеспечивает защиту сообщений абонента от несанкционированного доступа. В любой момент абонент может изменить свой пароль.
  - Объем и количество хранимых сообщений и срок их хранения определяются не емкостью кассеты, как это происходит в обычном автоответчике, а классом п/я.
  - СГП легка в настройке и управлении. Администратор СГП может добавить или удалить п/я, изменить его класс, язык, пароль и т.д.
- Голосовая почта является одним из основных видов компьютерной телефонии - обязательным продуктом практически для любого вида бизнеса.

## ОБЗОР ОСНОВНЫХ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*Г. Оганесян*

На протяжении многих веков люди использовали криптографические методы для защиты передаваемой и хранимой информации. Первые криптосистемы начали появляться уже в начале нашей эры. Одна из этих криптосистем является шифр Цезаря. Но только к концу XIX века криптографические методы стали объектом математического изучения.

Использование криптографических методов в информационных системах в настоящее время актуально по следующим причинам: во-первых, расширилось использование компьютерных сетей, по которым передается конфиденциальная информация, а во-вторых, появление новых мощных компьютеров, технологий сетевых и нейронных вычислений сделало возможным дискредитацию криптографических систем еще недавно считавшихся практически не раскрываемыми.

Отрасль математики, изучающая защиту информации, называется криптологией и подразделяется на криптографию, занимающуюся разработкой новых методов и обоснованием их корректности, и криптоанализ, задача которого — интенсивное изучение существующих методов, часто с целью реального раскрытия секретов другой стороны. Криптография и криптоанализ находятся в тесном взаимодействии друг с другом.

Современная криптография включает в себя четыре крупных раздела: 1) симметричные криптосистемы, 2) криптосистемы с открытым ключом, 3) системы электронной (цифровой) подписи, 4) управление ключами.

Криптографическая система определяется абстрактно как некоторое множество отображений одного пространства (множество возможных сообщений) в другое пространство (множество возможных криптограмм). Каждое конкретное отображение из этого множества способствует способу шифрования при помощи конкретного ключа.

Криптосистемы делятся на симметричные и асимметричные (с открытым ключом). В симметричных криптосистемах для шифрования и дешифрования используется один и тот же ключ. В асимметричных системах используются два ключа — открытый и закрытый, которые математически связаны друг с другом. Информация шифруется при помощи открытого ключа, который известен всем желающим, а дешифруется при помощи закрытого ключа, который известен только получателю.

Распределение и управление ключами относятся к процессам системы обработки информации, содержание которых является составление и распределение ключей между пользователями.

Электронной подписью называется присоединяемое к тексту его криптографическое преобразование, которое позволяет при получении текста другим пользователем проверить авторство и подлинность сообщения.

Криптостойкостью называется характеристика шифра, определяющая его стойкость к дешифрованию без знания ключа (т.е. криптоанализу). Имеется несколько показателей криптостойкости, среди которых: а) количество всех возможных ключей, б) среднее время, необходимое для криптоанализа.

Математическое исследование надежности криптографических систем затруднено отсутствием универсального понятия сложности. По этой причине надежность большинства криптографических систем в настоящее время невозможно не только доказать, но даже адекватно сформулировать. Как правило, применение той или иной криптографической системы основано на результатах многолетнего практического криптоанализа систем данного типа, в той или иной степени подкрепленных математическим обоснованием. Это обоснование может сводить задачу раскрытия данной криптосистемы к какой-либо задаче теории чисел или комбинаторики, решение которой считается реально не осуществимым, или, что предпочтительнее, к классу NP-полных задач, сводимость к которому является "эталонном" практической неразрешимости. В то же время, понятие практической неразрешимости для конкретных практических задач не является четко определенным или стабильным, благодаря развитию вычислительной техники и методов криптоанализа.

Рассмотрим два основных направления развития криптосистем.

Если в симметричных криптосистемах ключ не был скомпрометирован, то при дешифрации автоматически выполняется аутентификация отправителя, так как только отправитель имеет ключ, с помощью которого можно зашифровать информацию. Так как ключ известен только отправителю и получателю, то при компрометации ключа будет скомпрометировано только взаимодействие этих двух пользователей. Проблема заключается в безопасном распространении секретных ключей.

Примерами современных криптографических систем с симметричным ключом являются алгоритм DES, который является американским стандартом, и криптографический стандарт России, который определяется как ГОСТ 28147-89.

В асимметричных системах шифрования такой проблемы не существует, так как каждым пользователем генерируются два ключа: один из них открытый, а другой закрытый. Причем они связаны друг с другом определенным правилом. Текст, зашифрованный с помощью открытого ключа, в принципе не может быть дешифрован тем же ключом. Дешифрование возможно только при помощи закрытого ключа, который известен только адресату.

Криптографические системы с открытым ключом используют необратимые (односторонние) функции, которые обладают следующим свойством: при заданном значении  $x$  относительно просто вычислить значение  $f(x)$ , однако  $y = f(x)$ , то нет простого пути для вычисления значения  $x$ .

Множество классов необратимых функций и поражает все разнообразие систем с открытым ключом. Однако не всякая необратимая функция годится для использования в реальных системах.

Под необратимостью понимается не теоретическая необратимость, а практическая невозможность вычислить обратное значение, используя современные вычислительные средства за обозримый интервал времени.

Вообще же все предлагаемые сегодня криптосистемы с открытым ключом опираются на один из следующих типов необратимых преобразований: 1) разложение больших чисел на простые множители, 2) вычисление логарифма в конечном поле, 3) вычисление корней алгебраических уравнений.

Рассмотрим две наиболее известные криптосистемы с открытым ключом.

Одна из них – криптосистема RSA, разработанная в 1978 году и получившая название в честь ее создателей: Рона Ривеста, Ади Шамира и Леонарда Эйделмана. Они воспользовались тем фактом, что нахождение простых чисел в вычислительном отношении осуществляется легко, но разложение на множители произведения таких чисел практически не выполнимо. Доказано (теорема Рабина), что раскрытие шифра RSA эквивалентно такому разложению. Поэтому для любой длины ключа можно дать нижнюю оценку числа операций для раскрытия шифра, а с учетом производительности современных компьютеров оценить необходимое на это время.

Другим методом шифрования с открытым ключом является метод Эль-Гамала, который является альтернативой RSA и считается, что при равном значении ключа обеспечивает ту же криптостойкость. В отличие от RSA метод Эль-Гамала основан на проблеме дискретного логарифма. Этим он похож на алгоритм Диффи-Хелмана. Возведение числа в степень в конечном поле достаточно легко, но восстановление аргумента по значению (т.е. нахождение логарифма) довольно трудно.

Асимметричные криптосистемы считаются перспективными, так как в них не используется передача ключей другим пользователям и они легко реализуются как аппаратным, так и программным способами. Однако асимметричные системы работают значительно медленнее, чем симметричные, и требуют длины ключа порядка 300-600 бит. Поэтому все их достоинства могут быть сведены на нет низкой скоростью их работы. Кроме того, для ряда функций уже найдены алгоритмы инвертирования, т.е. доказано, что они не являются необратимыми. Для функций, используемых в RSA, такие алгоритмы не найдены, но нет и строгого доказательства необратимости используемых функций.

#### Литература

1. Баричев С. Криптография без секретов.
2. Терехов А. Н., Гискин А. В. Криптография с открытым ключом: от теории к стандарту. // Программирование РАН, N5 (сентябрь-октябрь), 1994, с. 17-22.
3. Лунина А. В., Сальников А. А. Перспективы развития и использования асимметричных алгоритмов в криптографии.
4. Варновский Н. П. Криптография и теория сложности. // Математическое просвещение. Сер.3. Вып.2, 1998 (71-86).
5. Саломаа А. Криптография с открытым ключом. М.: Мир, 1995.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМНЫХ КОМПОНЕНТ В МИКРОЯДЕРНЫХ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

А. Туманян

В статье рассматриваются основные подходы к разработке микроядерных операционных систем со средствами модернизации системных компонент.

Одной из основных компонент вычислительной системы является операционная система. Она расширяет систему команд вычислительной машины командами управления ресурсами системы и создает среду для выполнения прикладных программ.

Вместе с развитием техники, развивалась техника создания операционных систем. Во многом это связано с повышением требований к системам. К основным требованиям, добавлялись новые, которые изменили подходы к разработке операционных систем.

К основным требованиям можно отнести:

- высокая производительность и эффективное управление ресурсами;
  - надежность и устойчивость.
- Дополнительно можно определить следующие требования:
- совместимость с ранними версиями и с другими ОС, которые могут работать на данной аппаратной платформе;
  - расширяемость - возможность легко вносить изменения в ОС;
  - переносимость – возможность переносить ОС на разные платформы с минимальными изменениями.

Исходя из этих требований был разработан микроядерный подход, благодаря которому система может удовлетворять всем требованиям. В его основе лежит объектно-ориентированный подход, который рассматривает компоненты ОС как независимые объекты и определяет стандартный механизм взаимодействия этих компонент. Важную роль играет само микроядро, которое берет на себя низкоуровневые функции доступа к аппаратуре и определяет механизм взаимодействия. Естественно, что микроядро работает только на привилегированном уровне. Остальные компоненты, отвечающие только за принятие решений и реализующих алгоритм, переводятся на непривилегированный уровень и фактически рассматриваются как прикладные задачи. К основным компонентам относятся менеджер памяти, менеджер задач, менеджер ввода-вывода, менеджер файловой системы, менеджер защиты и т.д. Взаимодействие микроядра с компонентами ОС происходит с помощью тех же средств, как с обычной прикладной задачей.

Основным механизмом взаимодействия в современных ОС являются сообщения. С их помощью происходит передача данных и синхронизация между процессами (микроядро тоже рассматривается как процесс). Фактически это средство межпроцессного взаимодействия. Все функции работы с сообщениями и буферами сообщений локализованы в микроядре.

Конечно, при такой структуре возникает проблема разделения системных сообщений от прикладных и обеспечение защиты системных сообщений от прикладных задач. Для решения подобных проблем в систему сообщений вводятся понятия портов и прав доступа. Процесс может послать или получить сообщение только когда имеет соответствующие права.

Микроядерная структура ОС позволяет создать гибкую, защищенную и надежную среду выполнения прикладных программ.

Кроме этого она позволяет производителям прикладных программ создавать собственные компоненты операционной системы. Если для решения конкретной прикладной задачи необходим, например уникальный алгоритм планирования потоков, то производитель должен иметь возможность заменить некоторые компоненты ОС.

Соответственно микроядерная операционная система должна иметь необходимые средства для обеспечения безболезненного изменения текущих компонент, причем все должно происходить в рабочем режиме и система не должна потерять работоспособность.

Здесь может быть два подхода:

1. В системе работает только одна глобальная копия системных компонент.
2. Каждая задача имеет локальную копию таких компонент.

Первый подход является классическим для современных систем. Новая загруженная компонента должна обеспечить работу ранее загруженных задач, т.е. она должна взять на себя все функции замененной компоненты. Существует дополнительная сложность, при загрузке и выгрузке старая компонента должна передать новой имеющуюся информацию о загруженных задачах. В примере менеджера задач, старая компонента должна передать данные о времени работы задач, их текущих приоритетах и т.д. Во многом эта информация зависит от реализованного алгоритма, поэтому в системе придется ввести некоторый стандартный формат для взаимодействия заменяемых компонент. Формат должен быть достаточно гибким, чтобы реализовать любой алгоритм. Другим решением может быть локализация данных в микроядре, что по сути похоже на стандартизацию формата и противоречит микроядерному подходу.

Второй подход требует создания локальной копии для каждой задачи. Это очень трудно реализуемая задача, т.к. не будет централизованного управления и распределения ресурсами и для некоторых компонент эта задача вообще не реализуема. К таким компонентам относятся, например, менеджер задач, локальная копия которого не имеет смысла.

Одним из решений проблемы может быть создание еще одного уровня в ОС (так называемых подсистем). Подсистемы могут запрашивать у глобальных компонент некоторое рабочее пространство ресурсов, которое они будут распределять между своими задачами. Аналог такой структуры реализован в системе Windows NT. Здесь необходим дополнительный интерфейс между основными компонентами и подсистемами. Причем при соответствующем уровне защиты можно разрешить подсистемам вести самостоятельную работу напрямую с микроядром без вмешательства компонент.

Другим решением проблемы может быть комбинация первого и второго подхода. При принятии решения для конкретной задачи глобальные компоненты будут запрашивать некоторую локальную компоненту, которая фактически участвует в процессе и может определить оптимальное решение для данной задачи. В этом случае прикладной программист может участвовать в работе системы без вмешательства в работу других задач. Например, появится возможность участвовать в процессе замещения страниц, которые принадлежат данной задаче, или задача сможет переопределить алгоритм планирования потоков на тот, который больше подходит для собственных потоков данной задачи. Сложность реализации данного подхода будет состоять в разработке простых и надежных (защищенных для системы) интерфейсов между локальными компонентами и системными компонентами.

Только гибкость и универсальность микроядерного подхода позволяет реализовать различные структуры системы и падевать их большей функциональностью без потери производительности и понижения уровня защиты и надежности.

## ИНТЕРНЕТ И АРМЯНСКИЙ ЯЗЫК

Г. Сагиян

Историческая справка: В настоящее время армянский язык имеет две ветви – Западную и Восточную. Различия между двумя ветвями стимулируют разные группы специалистов по вычислительной технике принять единую для обеих ветвей кодировку букв алфавита, что

вызывает многообразие стандартов кодировок. Самостоятельное развитие языка предопределяет увеличение разрыва между произношением и орфографией, данный вопрос в настоящее время не рассматривается как актуальный и никаких работ в этой области не ведется. Существует также целый ряд вопросов, косвенным образом свидетельствующих о кризисных явлениях в армянском языке:

- большое количество заимствований как из русского, так и из других языков;
- особенности графики, критичной к фонтам;
- ограниченное количество современной информации на армянском;
- обилие дублирующих, но малоиспользуемых слов для выражения одного и того же понятия;
- неприятие носителями языка вновь изобретаемых терминов для описания новых понятий;
- наличие вопроса о двух ветвях языка;
- ассимиляция носителей языка в диаспоре;
- массовая эмиграция носителей языка;
- снижение уровня восприятия роли языка как безусловной ценности.

Как серьезную проблему необходимо идентифицировать существующий разрыв между литературным и разговорным языком. Сегодня к рассмотренным проблемам добавляется новый фактор – ИНТЕРНЕТ, который вынуждает армян овладеть третьим языком – английским – наряду с традиционным русским.

ИНТЕРНЕТ и языки: Анализ информации в ИНТЕРНЕТ с точки зрения языка, на котором представлена эта информация, позволяет заключить, что среди стран, сопоставимых с Арменией по количеству населения, только Греция и Израиль имеют свой информационный ресурс в ИНТЕРНЕТЕ, обладая при этом не-латинской графикой. Это обусловлено особыми условиями в обеих странах – греческий как классический язык имеется в большинстве редакторов, поддержку многоязычно оказывает Европейский Союз, а в случае Израиля необходимо отметить сильную программу духовного развития этой страны, возведенного в ранг государственной политики.

Не-латинская графика, фонтны и клавиатура: Не-латинская графика требует исключительно большого объема работ по арменификации. Это и перевод интерфейса, перевод помощи, разработка соответствующего дизайна. В случае с армянским языком появляется дополнительная проблема – неопределенность двух букв армянского алфавита, что делает невозможным долгосрочное планирование. С целью сближения грамматики Восточной и Западной ветвей в конце 80-х годов была предложена кодировка, где буквы EV и U формировались с помощью 2- символов E + ВЬЮН и VO + ВЬЮН. Такое представление было зафиксировано в консорциуме UNICODE. В свою очередь, фирма MICROSOFT воспользовалась графикой и 16 битной кодировкой, зафиксированной в UNICODE и внедрила армянский алфавит в свою операционную систему WINDOWS 2000. В начале 2000 года в Армении был принят новый стандарт, где буквы EV и U были выделены в отдельные символы с обновленной кодировкой. Данный стандарт, вполне вероятно, будет принят в качестве общепользуемого, что приведет к серьезным последствиям, в первую очередь – началу борьбы всех СМИ (в т.ч. и электронных) с предлагаемым стандартом. В результате ожидается параллельное хождение обоих стандартов. Другая проблема, вытекающая из первой – это отсутствие стандарта на общепотребительную «фонетическую» клавиатуру. Это определяет невозможность обучения печати «вслепую». Целесообразность применения фонетической клавиатуры для этого определяется одинаковым расположением фонетически близких армянских и латинских букв, что в свою очередь позволяет печатать «вслепую» на обоих языках используя клавиатуру QWERTY.

### ИНТЕРНЕТ технологий и армянский язык:

Неовсешество языкознания и наличие нестандартизированных заимствований не позволяет нам реализовать поисковые системы на армянском. Весьма затруднительно приобрести в электронном магазине, например, «карбюратор», армянского эквивалента которого практически

ки никто не знает. Это означает также, что бухгалтерская отчетность также неоднозначна – одному и тому же понятию в разных бухгалтериях введены в соответствие разные слова. Именно в этом причина, почему нет армянских электронных магазинов, а имеются два в «Арминко» и «Зигзаге» реализованы на английском.

**Выбор стратегии:** Решение перечисленных проблем потребует десятков если не сотен миллионов долларов. Даже при наличии такого финансирования проблемы не будут решены из-за коррупции и взяточничества. Наша страна сегодня не в состоянии самостоятельно решить эту проблему, необходим длительный период построения гражданского общества. Это возможно делать постепенно, развивая нравственные ценности либо обратиться к помощи диаспоры, пригласив наиболее ярких представителей в количестве, достаточном для разрушения круговой поруки, существующей в нашем византийском обществе.

**Наши действия:** В случае, если общество решится действовать, необходимо иметь организацию с легитимным лидером, решения которой будут восприняты с доверием, несмотря на их возможную непопулярность. При наличии такой организации необходимо решить следующие проблемы.

Необходимо создать условия неизменности стандарта.

Необходимо дополнения в Закон о Языке и ввести в закон кодировку и раскладку клавиатуры, именно в Закон, а потом уже в стандарт.

Определить статус западноармянского языка в Армении

Формализовать язык – сделать его доступным для математического описания.

Рассмотреть возможность перехода на латинскую графику.

- Определить допустимый уровень заимствований из иностранных языков.

- Преодолеть избыточность как в словарном запасе, так и области знаков препинания.

После фиксации кодировки и раскладки клавиатуры необходимо начать работы по созданию online переводчика с английского на армянский и с армянского на английский.

Начать работы по локализации одной из известных поисковых систем например, AltaVista ([www.altavista.com](http://www.altavista.com)) или Google ([www.google.com](http://www.google.com)).

#### Выводы

1. Имеются признаки, свидетельствующие о кризисной ситуации в Армянском языке.
2. Имеется внешнее воздействие ИНТЕРНЕТ, усугубляющее кризисные явления в языке.
3. Существует вопрос о статусе западноармянского в Республике Армения.
4. Наличие не-латинской графики увеличивает необходимые расходы для компьютеризации и создания армянского информационного ресурса ИНТЕРНЕТ.
5. Необходима программа развития языка с учетом современных требований - стандартизация алфавита, определение статуса «спорных» букв, стандартизация фонетической клавиатуры.
6. Необходимо привлечь кадры извне, которые способны разработать программу развития языка и ее реализацию.
7. Программы, необходимые для работы с компьютерами и с ИНТЕРНЕТ (переводники, поисковые системы), возможно создать только после разрешения проблем п.п. 4 и 5).

### SIGNALING SYSTEM #7 ԹՎԱՅԻՆ ՀԵՌԱԽՈՍԱՅԻՆ ՑԱՆՑԻ ԻՆՖՈՐՄԱՑԻԱՅԻ ՀԵՏԵՎԱՆ ԾՐԱԳՐԱՅԻՆ ՖԱՅԼԵՐԻ ԱՎՏՈՍԱՏ ԳԵՆԵՐԱՑԻԱՅԻ ՀԱՄԱՎԱՐԳԻ ՄՇԱԿՈՒՄ

Ա. Հարությունյան, Ռ. Ավետիսյան

SIGNALING SYSTEM #7 (SS7) ցանցը աշխարհում տվյալների հաղորդումն ապահովող խոշոր հիերարխիկական ցանց է, որը կապում է սովորական և բջջային հեռախոսային ծառայությունները մեկ ընդհանուր ինֆորմացիոն ցանցի մեջ:

SS7 ցանցը կազմված է ազդանշանային կայաններից, օպերացիոն օժանդակ համակարգերից և ազդանշանային տվյալների կապուղիներից: SS7 ցանցի ազդանշանային

կայանները ապահովում են ինչպես բաժանորդների խոսակցական հնարավորությունները, այնպես էլ հնարավորություն են տալիս օգտվելու կամայական, տվյալ բաժանորդի համար քոլլատրեյի, ինֆորմացիոն բազաներից:

SS7-ում փոխանցվող հաղորդագրությունը բաժանվում է մի քանի հատուկ ձևավորված մասերի՝ փաթեթների, որոնցից յուրաքանչյուրը ուղարկվում է մյուսից անկախ:

Մի ազդանշանային կայանից մյուսին հաղորդվող ինֆորմացիայի հսկման համար կատարվում են հետևյալ ֆունկցիաները՝

- ազդանշանային միավորի սահմանազծում;
- սխալների հայտնաբերում;
- սխալների ուղղում և
- ազդանշանային կապուղու հետևում:

Ազդանշանային կապուղու հետևման համար մշակվում է Decode բարձր մակարդակի ծրագրային լեզվով գրված ծրագրերի համախումբ յուրաքանչյուր տիպի արձանագրությանը (հաղորդվող փաթեթների ֆորմատին) համապատասխան: Նշված ծրագրերի բազմությունը կարող է գերազանցել 200-300 ֆայլ, բազմաթիվ կապերով և մուտքային տվյալներով: Յուրաքանչյուր անգամ արձանագրությունների փոփոխության և զարգացման ժամանակ անհրաժեշտ է լինում կրկին փոփոխել գրված ծրագրերի համախումբի մեծ մասը, կոմպիլացիա անել և տեստավորել, որը պահանջում է մեծ ժամանակային և մեքենայական ռեսուրսների ծախսեր:

Ելնելով ծախսերի նվազեցման խնդիրներից և հաղորդման կայաններում ծրագրային համակրիմներ կայացվող պահանջներից, առաջարկված է SS7 բլային հեռախոսային ցանցի ինֆորմացիայի հետևման համակարգի ծրագրային ֆայլերի ավտոմատ գեներացման հետևյալ մշակված գեներացման համակարգը:

Ավտոմատ գեներացման ծրագրային համակարգը պետք է ընդգրկի 4 հիմնական բաժիններ՝

1. Ստանդարտ բլոկների բազա, որը պարունակում է ֆիքսված կամ արստրակտ պարմետրերով տարբեր: Այն լրացնելու, փոփոխելու և որպես բազիս օգտագործելու համար մշակված է հատուկ ինտերֆեյս, տարբեր տիպի բլոկների ձևայնացված նկարագրման համար;
2. Գեներացման միջոցներ, որոնք կերտում են տիպային ֆունկցիաներ, հիմնված համապատասխան գեներացման կանոնների վրա, և գեներացվող ծրագրերի միջանկյալ դիանմիկ ստրուկտուրաներ;
3. Տեստավորման ենթահամակարգ, որը հայտնաբերում է օպերատորի թույլ տրված քերականական և տրամաբանական սխալները բազային տվյալների մուտքագրման ժամանակ և գեներացիայի ընթացքում;
4. Օպտիմիզացիայի ենթահամակարգ, որն հնարավորություն է տալիս գեներացված ֆայլերի կառուցվածք և քանակը առավելագույն չափով պարզեցնել և նվազեցնել: Վերը նկարագրված համակարգը հնարավորություն է տալիս գեներացնել անհրաժեշտ ծրագրային ֆայլերը 30-40 անգամ պակաս ժամանակային և մեքենայական ռեսուրսների ծախսերով, գեներացված ֆայլերի սխալների գոյության հավանականությունը ձգտեցնում է զրոյի, հնարավորություն է ընձեռում զարգացված և փոփոխված արձանագրությունների արստրակտ նկարագրության ստեղծումը ժառանգման սկզբունքով:

### ԲԱՐԴ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿԱՅԻՆ ԴԵԿՈՄՊՈԶԻՑԻԱՆ ԻՐԱՎԱՆԱՑՆՈՂ ԾՐԱԳՐԱՅԻՆ ՀԱՊԻԿ

Ռ. Ավետիսյան, Ս. Նազարյան

Բոլոր իրական գործող համակարգերում, որոնք ընդհանուր տեսքով նկարագրվում են հետևյալ մաթեմատիկական մոդելով՝

$$\dot{X} = F(X, U, I, Z), \quad t \in [t_0, T]$$

$$X(0) = X_0, \quad X \in \Omega, \quad U \in \Omega_u$$

(որտեղ  $X$ -ը համակարգի վիճակն է,  $U$ -ն կառավարումը,  $Z$ -ը արտաքին ազդեցությունները, և  $t$ -ն ժամանակը) և պահանջում են մինիմացնել (մաքսիմացնել) հետևյալ չափանիշը կամ որակի ֆունկցիան

$$J = \int_{t_0}^{t_f} G(X, U, t) dt \quad (\text{մասնավոր դեպքում } t_f \rightarrow \infty)$$

օպտիմալ կառավարման ժամանակ անհրաժեշտ է լինում կանխագուշակել այդ համակարգերի վրա ազդող արտաքին ազդեցությունները կառավարման ամբողջ ժամանակահատվածի համար, որն անհնարին է, ապա առաջանում է ժամանակային դեկոմպոզիցիայի անհրաժեշտությունը: Այդ դեպքում կանխագուշակումը հնարավոր է կատարել միայն համակարգի հիշողության չափով ժամանակային միջակայքի համար: Փոքրացնելով օպտիմալացման միջակայքը փոքրանում է օպտիմալ կառավարման փնտրման վրա ծախսվող ժամանակը, որը հնարավորություն է տալիս կատարել համակարգի օպտիմալ կառավարումը իրական ժամանակի մասշտաբում: Այդ դեպքում կառավարման խնդիրը հանգում է հետևյալ «կարճացված» խնդիրների շարքի լուծմանը՝

$$J_k(U_k) = \int_{t_0 + \Delta T}^{t_0 + \Delta T + T_k} G(X_k, U_k, t) dt \rightarrow \min_{U_k} \quad k = 1, 2, \dots, \frac{t_f - t_0}{\Delta T}$$

Վերջավոր հիշողություն ունեցող համակարգերի լայն դասի համար, ժամանակային դեկոմպոզիցիան իրականացնելու նպատակով, առաջարկվում է ստեղծել ծրագրային շապիկ, որը հիմնականում բաղկացած կլինի հետևյալ երեք մոդուլներից՝ համակարգերի տարբերակման մեթոդներ, կանխագուշակման ալգորիթմներ և օպտիմացման փաթեթներ: Ծրագրային շապիկի մեջ մտնելու են հետևյալ ֆունկցիաները՝

օգտագործողի հետ որոշակի հարց ու պատասխան իրականացնելուց հետո կազմել կառավարվող համակարգի մաթեմատիկական մոդելը և այդ մոդելի օպտիմացման չափանիշը;

լրացուցիչ հարց ու պատասխան իրականացնելուց հետո որոշել համակարգի վրա ազդող արտաքին ազդեցությունների բնույթը, և դրանից ելնելով, ընտրել կանխագուշակման համապատասխան մաթեմատիկական մոդելը;

տարբերակված համակարգի մոդելի օպտիմալացում կատարելու համար օպտիմացման փաթեթների գրադարանային մոդուլից ընտրվում է համապատասխան օպտիմացման փաթեթ;

որոշվում է համակարգի բնութագրերի արժեքները և հարցում է կատարվում օպտիմալացման ժամանակային միջակայքի և համակարգի սկզբնական վիճակի մասին;

վերլուծվում և որոշվում է տարբերակված կառավարման համակարգի գործնական հիշողության մեծությունը;

այնուհետև, սկսվում է բուն կառավարման գործընթացը հաջորդական ժամանակային միջակայքերի համար, յուրաքանչյուր անգամ կատարելով արտաքին ազդեցությունների կանխագուշակում համակարգի հիշողության չափով: Կառավարման արդյունքները պահվում են ծրագրային շապիկի համապատասխան մոդուլում, և ըստ օգտագործողի համապատասխան հարցման դուրս են բերվում պատկերավոր (թվերի և գծագրերի) տեսքով:

համակարգի կառավարման ընթացքում հնարավորություն է տրվում վերազնախաւտել արտաքին ազդեցությունների բնույթը, և նրանց ընթացիկ կանխագուշակման ալգորիթմին անհամապատասխանության դեպքում, կատարվում է նրանց բնութագրերի վերազնախաւտում, և, անհրաժեշտության դեպքում՝ ալգորիթմի փոխարինում: Ընդհանուր դեպքում կանխագուշակումը կատարվում է ըստ վիճակագրական տվյալների, որոնք պահվում են ծրագրային շապիկի մոդուլներից մեկում:

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ХИРУРГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Р. Аветисян, А. Оганесян

Машинное моделирование за последние годы превратилось из инструмента для получения численных решений различных аналитических задач в мощный аппарат исследования и проектирования, так как именно машинное моделирование является средством, позволяющим без капитальных затрат решить проблемы построения больших систем. Моделирование с успехом применяется в различных областях: автоматизация проектирования, исследование информационно-вычислительных комплексов, автоматизированное управление производственными и другими процессами.

Развитие компьютерной графики позволило дать новое применение моделированию в области медицины, в частности это относится к моделированию хирургических операций. В целом, сущность вышеуказанного заключается в том, что располагая графическими устройствами и соответствующим программным обеспечением можно строить и анализировать разнообразные электронные модели человеческих органов, увеличивать и изменять отдельные изображения, демонстрировать взаимодействие различных моделей.

Системы автоматизированного проектирования (САПР) сократили цикл конструирования, позволив разработчикам изготавливать вместо дорогостоящего опытного образца его модель на экране монитора. Путем моделирования можно подвергнуть новые конструкции углубленному анализу и таким испытаниям, которые для реального образца слишком дороги, если вообще возможны. В автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУТП) компьютерная графика применяется для управления автоматическими линиями, выпускающими готовые изделия. Использовавшие комплекс САПР/АСУТП позволило объединить конструирование, техническую реализацию и производство в единую компьютеризованную систему, называемую ИКП (интегрированное компьютеризованное производство), используемое до недавнего времени только в аэрокосмической промышленности. Однако группа исследователей из Медицинского Центра Университета шт. Вашингтон при планировании пластических операций, использовала методы, разработанные фирмой "Макдоннел-Дуглас" для конструирования истребителей, получили структурные модели черепа большого. Таким образом, простой перенос некоторых методов компьютерной графики из области аэрокосмических исследований в медицину облегчил участь сотен тысяч людей с лицевыми и черепными деформациями как врожденного, так и вызванного травмами или опухолями. Переделав программное обеспечение САПР инженеры фирмы "Макдоннел-Дуглас" добились изображения на экране костей и тканей вместо стальных и алюминиевых обшивок. Исходными данными в этой системе служили сечения, получаемые широко известными методами рентгеновской компьютерной томографии. Программа преобразует эти данные в объемные компьютерные изображения лица или черепа на экране. Хирург может "заглянуть" внутрь модели, сравнить ее с изображением неповрежденного черепа. Кроме того, система позволяет ему опробовать на экране различные варианты стратегии операции и оценить возможные результаты, не преступая порога операционной.

В связи с последствиями Спитакского землетрясения 1988 года и Карабахской войны и катастрофическим увеличением числа лиц с ортопедическими проблемами в Армении особенно остро встали вопросы специальной хирургии — разработка и изготовление бедренных, коленных и других искусственных суставов. Подключив методы автоматизации производства и новейшие медицинские технологии, можно создать комплекс САПР/АСУТП собственной разработки, позволяющий решать не только проблему выбора протеза, но и его изготовление.

В настоящее время процесс конструирования и внедрения искусственного сустава занимает обычно 8-10 недель. Сначала специалисты, изучая обычные рентгенограммы больных или поврежденных суставов, вручную строят чертежи. Затем техники на токарных и фрезерных станках изготавливают по этим чертежам металлические или пластмассовые протезы. Часть искусственных суставов оказываются недостаточно точными и врачу приходится прибегать к более серьезному хирургическому вмешательству. Компьютер может выполнить этот процесс абсолютно точно — за меньшее время и меньшую цену. Для разработки протеза хирургу достаточно будет ввести в компьютер рентгеновские томограммы и другие рентгенограммы заменяемого сустава, а также другие данные, относящиеся к конструкции, например, вес, рост пациента, данные о травме, уровня активности. Затем программа подберет форму протеза из множества конструкций, хранящихся в базе данных системы и выведет его изображение на экран. Если в базе данных нет модели, которая подошла бы в данном случае, инженер-конструктор и хирург смогут изменить изображение на экране, чтобы оно как можно точнее соответствовало структуре костей пациента. После этого компьютер задаст точные параметры конструкции искусственного сустава в виде перфоленты, которая будет использована для управления токарными или фрезерными станками, которая автоматически изготавливает имплантант.

Первоначально, возникнет необходимость создания мощной базы данных, которая по возможности, охватила бы как можно больше вариантов искусственных суставов, а затем, уже имея под рукой информационную платформу, используя современные методы принятия решений и принимая во внимание индивидуальности каждого заменяемого органа, создать программу, обеспечивающую решение этих проблем, или хотя бы правильный выбор нужного имплантата.

## ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА СИСТЕМЫ MATLAB ДЛЯ НАГЛЯДНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ 2-х и 3-х МЕРНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

*Р. Автисян, А. Оганесян*

Система MATLAB (Matrix Laboratory — Матричная Лаборатория) разработана фирмой MathWorks, Inc. ( США, шт. Массачусетс, г. Нейтик ) является интерактивной системой для выполнения инженерных и научных расчетов и ориентирована на работу с массивами данных. Она позволяет наиболее эффективным образом решать проблемы и задачи, возникающие в физике, химии, биологии, технике и других прикладных сферах.

В настоящее время эта система широко распространяется в университетах всего мира и применяется в математике, вычислительном эксперименте, имитационном моделировании.

Наблюдаемая тенденция развития языка MATLAB связана с включением в его состав таких объектов, как многомерные массивы, массивы элементов разных типов и структуры и превращением его в объектно-ориентированный язык. Примерами новых разработок являются решатели дифференциальных уравнений, диалоговый графический редактор, средства написания электронных учебников.

Система MATLAB — это одновременно и операционная среда и язык программирования. Одна из наиболее сильных сторон системы состоит в том, что на языке MATLAB могут быть написаны программы для многократного использования. Кроме того, в системе реализована удобная операционная среда, которая позволяет формулировать проблемы и получать решения в привычной математической форме, даже не прибегая к программированию.

Мощный графический интерфейс, входящий в состав системы, позволяет наряду с получением математических расчетных данных обеспечить работу в среде визуализации двух и трехмерной графики. Интерфейс включает команды и функции, предназначенные для построения графиков в прямоугольных и полярных координатах, трехмерных поверхностей и линий уровня, гистограмм, столбцовых диаграмм и других специальных графиков. Элементарные графические функции системы MATLAB позволяют строить на экране монитора и вывести на печатающее устройство следующие типы графиков: plot, loglog, semilog x, semilog y, polar. Для каждого графика можно задать заголовок, нанести обозначения осей, ввести текст и масштабную сетку, а также создать подграфики (subplot).

Команды plot(...) позволяют строить двумерные графики или графики в линейном масштабе, указав при этом способ отображения маркера точек, цвет линий и маркера с помощью строковой переменной Line Spec (если цвет линии не указан, он выбирается по умолчанию, повторяясь циклически). Кроме того можно задать свойства графического объекта Line (ширина линии, размер маркера).

Команды loglog(...) позволяют строить график в логарифмическом масштабе. По сути они равносильны функциям plot, за исключением того, что они используют по обеим осям логарифмический масштаб вместо линейного.

Команды semilogx(...) и semilogy(...) позволяют строить графики в полул로그арифмическом масштабе. Команды semilogx(...) используют логарифмический масштаб по оси X и линейный масштаб по оси Y. Команды semilogy(...) используют логарифмический масштаб по оси Y и линейный масштаб по оси X.

Команды polar (phi, rho) позволяют строить графики в полярных координатах, задаваемых углом phi и радиусом rho.

Команды subplot(m,n,p) позволяют обеспечить создание подокон разбивкой графического окна на несколько прямоугольных подокон, каждому окну соответствует свой графический объект и график выводится в то подокно, которое в данный момент является текущим. Значение m указывает количество подокон по горизонтали, n — по вертикали, а p — номер подокна, куда будет выводиться очередной график.

Другой комплекс команд системы MATLAB (axis, grid, hold, zoom) помогает дополнить графики наглядными атрибутами.

Масштабирование осей и вывод на экран осуществляется командой axis ([Xmin Xmax Ymin Ymax Zmin Zmax]), которая позволяет устанавливать масштабы по координатным осям.

Команды grid on, grid off соответственно наносят и удаляют координатную сетку на текущие оси.

Команды hold on, hold off соответственно включают и выключают режимы сохранения текущего графика и свойств объекта так, что последующие команды приведут к добавлению новых графиков, т.е. создается возможность одновременного просмотра нескольких графических объектов.

Команды zoom on, zoom off соответственно включают и выключают режим интерактивного масштабирования текущего объекта, создавая возможность с помощью клавиш мыши увеличить или уменьшить масштаб интересующей точки или участка графика.

Следующий комплекс команд системы (title, xlabel, ylabel, zlabel, text) используется для добавления надписей и пояснений к графикам.

Каждый графический объект может сопровождаться своим заголовком, который размещается над графиком. Команды title(...) размещает заголовок в виде указанного текста.

Для обозначения координатных осей используются команды (xlabel, ylabel, zlabel), позволяющие помещать в виде текста метку каждой оси.

Команды text(...) создают графический объект Text, помещая в заданной точке графика начало текста, указываемого в виде аргумента.

В системе MATLAB реализована также возможность создания твердой копии и сохранения графика. Команда print осуществляет вывод графика на печать или в файл, посылая содержание активного графического окна на принтер или в буфер для хранения с расширением - meta, что позволит в любой момент открыть графический метафайл под указанным именем.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ ПОСРЕДСТВОМ БУФЕРИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ФАКС СЕРВЕРА

*Р. Геворгян, Р. Аветисян*

В настоящее время трудно себе представить более или менее солидное учреждение, в котором не был бы установлен факсимильный аппарат. Среда передачи факсимильных сообщений - телефонные сети, окутали весь мир, тем самым сделав этот вид сообщения доступным практически повсюду. Но популярность этого вида связи кроит в себе большую проблему. Поскольку в данном случае в принципе работы заложено установление соединения между двумя конечными точками: факсимильным аппаратом отправителя и факсимильным аппаратом получателя, то это означает, что если один факсимильный аппарат в какой-то момент времени принимает сообщение, то он является недоступным для других аппаратов, желающих установить с ним соединение. Если же принять во внимание и тот факт, что поток сообщений достаточно велик (в средних организациях ежедневно принимаются до десятков страниц сообщений), то говорить о 100% доступности к моменту дозвона аппарата получателя не представляется возможным. С другой стороны телефонные сети - когда-то единственная среда передачи информации, с развитием науки и техники в наши дни перестали быть единственной, и что немаловажно, самой дешевой средой передачи факсимильных сообщений. Кроме цены транспортировки сообщений необходимо также учитывать и то, что из-за высоких требований к среде передачи информации в компьютерных сетях они являются несравнимо более надежными чем телефонные сети. Причем, говоря о надежности компьютерных сетей подразумевается не только надежность физической среды передачи информации но и сама организация передачи пакетов в компьютерных сетях. В частности речь идет о протоколе TCP/IP который вполне подходит для решения задачи передачи сконвертированного в бинарный формат факсимильного сообщения от одного промежуточного узла сети к другому, и если уж узел назначения получает сообщение (бинарный файл), то каждый бит его будет соответствовать отправленному биту (эту задачу берет на себя протокол TCP/IP который является надежным протоколом и если при передаче какого-то пакета произошло его искажение то он будет перешлан столько раз пока получатель не получит его без искажений). О таком 100% соответствии переданной информации полученной в телефонных сетях говорить не приходится. Если сообщение послано на большое расстояние т.е. оно должно пройти через множество коммуникационных узлов до пункта назначения, то очевидно, что качество полученного сообщения будет выше, если большую часть пути оно пройдет без каких-либо искажений по компьютерной сети (Говоря о качестве полученного сообщения подразумевается соответствие полученного изображения на выходе принимающего факсимильного аппарата - отправителю). Кроме того если удастся соз-

дать в сети буфер, который бы хранил в себе полученные от отправителя сообщения и брал бы на себя задачу дальнейшей его пересылки, то тем самым для отправителя решится и задача дозвона до факсимильного аппарата получателя. Было бы нецелесообразно не принимать во внимание все выше-изложенные замечания, тем более что значительный прогресс в технике открывает широкие возможности для решения такого рода задач. Так для решения этих проблем предлагается использовать FAX SERVER, а точнее паутину приложений FAX SERVER, которые окутывая как можно более обширную территорию, будут являться шлюзами(буферами) для получения доку-мента из телефонной сети, конвертации и дальнейшей его пере-сылке по компьютерной сети и наоборот. Т.е. по сути дела речь идет о двух видах приложений : FAX SERVER\_IN(входного) с факс модемами на входе для приема факсимильных сообщений (в дальнейшем документов) от пользователей системы и FAX SERVER\_OUT(выходного) с факс модемами на выходе для отсылки документов по телефонной сети, а коммуникация между этими приложениями, т.е. промежуточная пересылка документов, будет производиться посредством электронной почты. Сама идея использования такого рода приложения заключается в следующем: система приложений FAX SERVER должна реализовать транспортировку факсимильных сообщений, разбивая процесс его передачи на 3 этапа:

1. Прием документа от факсимильного аппарата источника и считывание номера назначения.
2. Передачу по электронной почте документа в формате бинарного файла от приложения FAX SERVER\_IN приложению FAX SERVER\_OUT (оптимального для передачи документа к пункту назначения),
3. Передачу документа приложением FAX SERVER\_OUT по телефонной линии факсимильному аппарату назначения.

В итоге достигается минимизация затрат на транспортировку документов : большую часть пути документ проходит в виде бинарного файла по электронной почте, а затраты при этом много меньше чем при непосредственной транспортировке документа по телефонной линии. Кроме того достигается также минимизация затрат времени на передачу документа в результате чего пользователь не тратит времени на дозвон до факсимильного аппарата назначения т.к. эту рутинную работу берет на себя FAX SERVER\_OUT. И как уже отмечалось выше, если факсимильный аппарат назначения находится на значительном расстоянии от аппарата источника, (т.е. документ должен пройти по телефонной сети длинный путь через множество коммутационных узлов прежде чем он достигнет аппарата назначения) то качество документа будет выше если он будет послан по FAX SERVER-у.

## ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՀՈՍՔԱՅԻՆ ԳԾՈՒՄ ԱՐՏԱԴՐՎՈՂ ԱՐՏԱԴՐԱՆՔԻ ՏԵՍԱԿԱՆՈՒ ԹՈՂԱՐԿՄԱՆ ՕԴՏԻՄԱԼ ԶԵՐԹԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ ՕՐԱՅՈՒՑԱՅԻՆ ՊԼԱՆԱԿՈՐՄԱՆ ՖՈՒՆԿՑԻՈՆԱԼ ԵՆԹԱՀԱՍՏԱՎՈՐՈՒՄ

*Գ. Սարկոսյան*

Օպտիմալ հեթքականության որոշման խնդիրները կարևոր տեղ են զբաղեցնում տեխնոլոգիական գործընթացների ավտոմատացված կառավարման համակարգերի /SQL47/ օրացուցային պլանավորման ֆունկցիոնալ ենթահամակարգում: Նրանց արդյունավետ լուծմամբ է էականորեն պայմանավորված թողարկվող արտադրանքի ծավալն ու որակը: Հոնսոնի պզորիթը [1], որը նախատեսված է օրացուցային պլանավորման անենատարածված խնդիրներից մեկի  $m$  սարքերի վրա  $n$  տիպի դետալների մշակման օպտիմալ հեթքականության որոշման համար,  $m \geq 3$  դեպքում կիրառելի է: Աշխատանքում ներկայացված է միևնույն տեխնոլոգիական հոսքային գծում արտադրվող արտադրանքի

տարատեսակների թողարկման օպտիմալ հերթականության որոշման նոր փնջային-հիերարխիկ մոտեցում: Առաջարկվում է թողարկվող արտադրանքի յուրաքանչյուր տարատեսակի բաղադրատոմսը ներկայացնել բուլյան վեկտորի տեսքով, որի բաղադրիչները ցույց են տալիս տվյալ տարատեսակում տրված բաղադրիչի առկայությունը.

$$V_i = (v_{i1}, \dots, v_{ij}, \dots, v_{im}), \quad i = \overline{1, n},$$

որտեղ  $n$ -ը արտադրվող արտադրանքի թողարկվող տարատեսակների քանակն է,  $m$ -ը արտադրվող արտադրանքի թողարկվող տարատեսակների բաղադրատոմսերում պարունակվող բաղադրիչների առավելագույն քանակը:

Ըստ նախապես ընտրված համատեղելիության սկզբունքի ձևավորվում են թողարկվող արտադրանքի տարատեսակներից բաղկացած փնջերը, որից հետո ըստ տրված առաջնայնության ցուցանիշի և օպտիմալացման չափանիշի ստացվում է փնջերի հիերարխիկ դասավորումը և նրանցում միավորված տարատեսակների թողարկման օպտիմալ հերթականությունը:

Առաջարկված մոտեցումը կիրառված է բուտադինային կաուչուկի արտադրության տեխնոլոգիական գծում արտադրվող կաուչուկի 12 տարատեսակների թողարկման օպտիմալ հերթականության որոշման համար: Հայտնի են կաուչուկի յուրաքանչյուր տարատեսակի բաղադրատոմսերը և փնջերի ձևավորման համատեղելիության սկզբունքը: Կաուչուկի որոշ տարատեսակների մեջ պարունակվում են այնպիսի բաղադրիչներ, որոնք վտանգավոր են մյուս տարատեսակների համար և նույն տեխնոլոգիական գծում արտադրելիս առաջինների թողարկումից հետո առաջանում է տեխնոլոգիական գծի լվացման անհրաժեշտություն, քանի որ նշված բաղադրիչի տեխնոլոգիական գծում մնացած աննշան քանակությունը ազդում է կաուչուկի հաջորդ թողարկվող տարատեսակի որակի և բնութագրերի վրա: Տեխնոլոգիական գծի լվացումը բացի նյութական և մարդկային ռեսուրսների ծախսումներից հանգեցնում է նաև թողարկման տեխնոլոգիական գծի պարապորդի: Թողարկվող բոլոր տարատեսակների արտադրման ընդհանուր ժամանակը որոշվում է

$$T = \sum_{i=1}^{12} C_i + \sum_{i=1}^{12} X_i,$$

արտահայտությամբ, որտեղ  $C_i$ -ն  $i$ -րդ տարատեսակի արտադրման ժամանակն է,  $X_i$ -ն  $i$ -րդ տարատեսակի թողարկումից հետո տեխնոլոգիական գծի պարապորդը:

Ըստ փնջային-հիերարխիկ մոտեցման որոշված է միևնույն տեխնոլոգիական գծում կաուչուկի տարատեսակների թողարկման օպտիմալ հերթականությունը ներկայացված ժապավենային գրաֆիկի տեսքով, այսինքն այն հերթականությունը, որի դեպքում տեխնոլոգիական գծի պարապորդը ստացվել է նվազագույնը:

#### Գրականություն

1. Малик Г.С. Основы экономики и математические методы в планировании. М.: Высшая школа, 1988.

## МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ КВАЗИОПТИМАЛЬНЫХ РАСПИСАНИЙ В ДИСПЕТЧЕРАХ ЗАДАЧ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ ВС

А. Меликян, М. Карапетян

Рассматривается задача минимизации времени обработки пакета независимых задач на многопроцессорной вычислительной системе (ВС).

Имеется  $n$  независимых задач, подлежащих обработке на многопроцессорной ВС, включающей функционально идентичных, равных по быстродействию процессоров. Процессоры работают на общем поле памяти объемом  $N$  единиц, но каждая из задач целиком выполняется на каком-либо одном процессоре, т.е. передачи задач с процессора на процессор отсутствует.

Предполагается, что для  $i$ -ой задачи ( $i = \overline{1, n}$ ) предварительно известно время перезаписи всех модулей из ВЗУ в ОЗУ -  $t_{\text{вз}}$ , время решения на центральном процессоре -  $t_{\text{пр}}$ , время обратной перезаписи модулей задачи из ОЗУ в ВЗУ -  $t_{\text{ов}}$ , а также объем требуемой для задачи оперативной памяти -  $m_i$ . Необходимо найти расписание прохождения задач через многопроцессорную ВС, минимизирующее суммарное время решения всего пакета задач.

Для решения задачи строится модель прохождения задач через многопроцессорную ВС в виде однопродуктового динамического потока в потоковой сети. Оптимальное расписание, дающее минимальное суммарное время решения задач на ВС, моделируется максимальным динамическим потоком через такую сеть.

Рассматриваемая потоковая сеть представляет собой ориентированный граф  $\Gamma(V, E)$ , где  $V$  - множество вершин,  $E$  - множество дуг. Вершины  $U \in V$  и  $C \in V$  являются соответственно "истоком" и "стоком" потоковой сети. На множестве дуг  $(x, y) \in E$  определены функции  $h(x, y)$  и  $l(x, y)$ , представляющие собой два разрешенных значения величины потока в каждой из дуг сети, а также  $d(x, y)$  - время прохождения единицы потока дуги  $(x, y)$  сети. Обозначим через  $P(x, x; \tau)$  число единиц потока, выходящих из вершины  $x$  по дуге  $(x, y)$  в момент  $\tau$  и, соответственно, поступающее в  $y$  в момент  $\tau + d(x, y)$ .

Аналогично  $P(x, x; \tau)$  есть количество продукта, остающееся в  $x$  в течение промежутка времени от  $\tau$  до  $\tau + 1$ .

Необходимо определить поток максимального количества продукта из источника в сток за определенное число периодов времени, или, что то же, максимизировать функцию  $W(p; q)$  - чистый поток, выходящий из или входящий в  $C$  за периодов, при следующих ограничениях:

$$d(x, x) \neq U, C;$$

$$\sum_{\tau=0}^q \sum_{y \in V} [P(U, y; \tau) - P(y, U; \tau - d(y, U))] - W(p; q) = 0 \quad (1)$$

$$\sum_{y \in V} [P(x, y; \tau) - P(y, x; \tau - d(y, x))] = 0 \quad (2)$$

$$\sum_{\tau=0}^q \sum_{y \in V} [P(c, y; \tau) - P(y, c; \tau - d(y, c))] + W(p; q) = 0 \quad (3)$$

$$P(x, y; \tau) = l(x, y), \quad P(x, y; \tau) = h(x, y) \quad (4)$$

Для всех четырех ограничений  $\tau = 0, 1, \dots, q$  подразумевается, что  $d(x, x) = 1$ ,  $l(x, x) = \infty$ . Уравнения (1) и (3) соответствуют истоку и стоку соответственно. Каждая из внутренних вершин для каждого момента  $\tau = 0, 1, \dots, q$  описывается уравнением типа (2). Значение  $W(p, q)$  представляет собой величину потока  $P$  за  $q$  периодов.

Рассматривается сеть описанного выше типа, динамический поток в которой моделирует процесс прохождения задач через процессоры многопроцессорной ВС во времени, в соответствии с условиями, данными выше. Главной особенностью этой сети является характер ограничений ( $U$ ) на величину потока в дугах сети. Величина потока  $P(x, y; \tau)$  в любой дуге  $(x, y) \in E$  может принимать лишь одно из двух возможных значений -  $h(x, y)$  или  $l(x, y)$ , а не произвольное целое значение из интервала  $[l(x, y), h(x, y)]$ , как в обычной динамической потоковой сети.

Такой характер ограничений на величину дуговых потоков приводит к тому, что объем вычислений для определения максимального динамического потока в сети растет экспоненциально с ростом размерности задачи. Поэтому применение точного алгоритма нахождения максимального потока при определении оптимального расписания прохождения задач через ВС невозможно.

ՔՆՈՐՈՊՐԵՆԱՅԻՆ ԷՍՈՒԼՍԻՈՆ ԿԱՌԻՉՈՒԿԻ ՊՈԼԻՄԵՐԱՑՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՅԻ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՄՈՂԵԼԻ ԿԱՌՈՒՑՈՒՄԸ

Մ. Գալստյան

Պոլիմերացման գործընթացի արագությունը կախված է մոնոմերի, ինիցիատորի և էնոլզատորի կոնցենտրացիաներից համապատասխան ցուցիչներով: Քանի որ հավասարումում էնոլզատորի ցուցիչ արժեքը ընդունված է հավասար 0.5, իսկ մոնոմերի և ինիցիատորի արժեքները  $a_1$  և  $a_2$  անհայտ են, ապա առաջին հերթին դրվում է այդ արժեքները գտնելու խնդիրը:

$a_1$  և  $a_2$  արժեքների որոշման համար կատարվել է փնտրում 0-ից մինչև 2 միջակայքում: Հաշվարկների արդյունքում ստացվել է կորերի ընտանիք արժեքների  $0.9 \leq a_1 \leq 1.1$  և  $1.3 \leq a_2 \leq 1.4$  համար: Ստացված տվյալների անալիզը ցույց է տալիս, որ ամենամեծ համապատասխանությունը փորձարարական կորի հետ ունի այն կորը, որի ցուցմունքներն են  $a_1=1.0$  և  $a_2=1.32$ : Բերված արժեքները  $a_1$  և  $a_2$  գտնվել են փնտրվող խնդրի կրկնակի լուծման ժամանակ փոքր միջակայքում:

Այսպիսով, քլորոպրենի էնոլֆին պոլիմերացման գործընթացի մաթեմատիկական նկարագրությունը ունի հետևյալ տեսքը՝

$$M' = K[M]^{1.32} \times [I]^{0.5} \times [J]^{0.5}$$

Մեկ տեխնոլոգիական գծի համար պոլիմերիզատորների օպտիմալ քանակի հաշվարկը

Ռեակտորների օպտիմալ քանակի հաշվարկը կարելի է իրականացնել ինչպես անալիտիկ, այնպես էլ գրաֆիկական մեթոդով:

Անալիտիկ հաշվարկի հիմնական ուղիներից մեկը կասկադի ռեակտորների հաշվարկի իտերացիոն մեթոդն է, որը թույլ է տալիս ստանալ լուծումը ռեակցիայի ցանկացած հերթականության և պոլիմերիզատորների տարբեր ծավալների դեպքում: Այս մեթոդն էլ ևս դրված է հետագա հաշվարկների հիմքում:

Իդեալական խառնման ռեակտորի հավասարումը ռեակցիայի ցանկացած  $a_i$  հերթականության համար ունի հետևյալ տեսքը՝

$$C_{OAI} - C_{OAI} = K \left( \frac{V}{V_{rac}} \right) \times C_{MI}^{a_1} \times C_{OI}^{a_2} \times C_{OZ}$$

որտեղ՝

- $C_{KM}$  - մոնոմերի վերջնական կոնցենտրացիան է
- $C_{KI}$  - ինիցիատորի վերջնական կոնցենտրացիան է
- $C_{KE}$  - էնոլզատորի վերջնական կոնցենտրացիան է
- $a_1=1$ ;  $a_2=1.32$ ,  $a_3=0.5$  - համապատասխանաբար մոնոմերի, ինիցիատորի և էնոլզատորի ցուցիչների արժեքներն են:

Այնպես, ինչպես  $C_{KM}$  և  $C_{KE}$  արժեքները պոլիմերացման պրոցեսի ընթացքում փոփոխվում են անընդմեջ, ապա նրանք կարելի է ընդունել հաստատուն և հավասար սկզբնական մեծություններին:

Նշանակենք  $C_{KI}=C_{OI}$  և  $C_{KE}=C_{OZ}$  կստանանք՝

$$R_i = 2K \left( \frac{V}{V_{rac}} \right) \times C_{MI}^{a_1} \times C_{OI}^{a_2} \times C_{OZ}^{a_3}$$

$$V_{i(a+1)} = V_{\alpha_i} - \frac{R_i}{2} V_{\alpha_i}^{a_1} + V_{\alpha_i}^{-1} - \frac{a_i R_i}{2} V_{\alpha_i}^{a_1-1}$$

որտեղ  $i=1, 2, \dots, n-1, \dots, k$  - ռեակտորի համարն է: Արտահայտությունը թույլ է տալիս լուծել հավասարումը ռեակցիայի ցանկացած հերթականության համար: Սկզբում կարելի է ընդունել  $v_{\alpha_i}=1$ :

Քիմիական հավազակների վերջնական կոնցենտրացիան չհավազող հոսքում կլինի՝

308

$$V = V_1 \cdot V_2 \cdot \dots \cdot V_k$$

Այսպիսով հաշվարկելով  $v_i$  արժեքները կարելի է որոշել ամեն ռեակտորից հետո փոխարկման աստիճանի մեծությունը և, հետևաբար կատարել եզրակացություն ռեակտորների օպտիմալ քանակի մասին:

Այսպիսի խնդիր լուծված է  $V=5.1$  մ<sup>3</sup>/ժամ համար, հավասար միջինացված իրական ծանրաբեռնվածությամբ: Արդյունքները ցույց տվեցին, որ 97% կոնվերսիային հասնելու համար, պահանջվում է 11 ռեակտոր:

Ռեակտորների թվի հաշվման անալոգային հաշվարկները կարելի է կատարել տարբեր ծախսերի համար  $V=3 \div 7$  մ<sup>3</sup>/ժամ:

Այսպիսով խնդրի դրվածքը հերկյալն է որոշել ռեակտորների այն օպտիմալ քանակը, որը տրված ծախսերի դեպքում ապահովում է պոլիմերացման բարձր խորություն:

Խնդիրը կարելի է լուծել իտերացիոն մեթոդով: Խնդրի նման ձևակերպումը պայմանավորված է քիմիական պրոցեսների մոդելների կառուցման ժամանակ առաջ եկած բարդություններով: (բազմաթիվ գործոնների ազդեցություն): Փոխարկման աստիճանի (որպես անցման ֆունկցիա) միմիտում արժեքի ապահովումը հնարավորություն է տալիս իրականացնել քիմիական ռեսուրսների օպտիմալ կառավարումը համապատասխան չափանիշի տեսանկյունից:

ԲԱՆԿԻ ԱԿՏԻՎՆԵՐԻ ՕՊՏԻՄԱԼ ԸՆՏՐՈՒԹՅԱՆ ԽՆԴԻՐԻ ՄՈՂԵԼ, ՌԻՍԿԵՐԻ ՆԿԱԶԵՑՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Ռ. Ավետիսյան, Զ. Ոսֆայելով

Բանկային համակարգում կառավարման կարևորագույն խնդիրներից է ակտիվային պորտֆելի օպտիմալ կառավարումը: Բանկային համակարգի զարգացման և միջբանկային մրցակցության սրման պայմաններում ակտիվների կառավարման անհրաժեշտությունը ենթադրում է այնպիսի մեթոդների կիրառություն, որոնք թույլ կտան բանկերին, տվյալ ռազմավարության պայմաններում, որոշել ակտիվային պորտֆելի օպտիմալ կառուցվածքը, ինչը հնարավոր է դառնում առևտրային բանկի կառավարման գործընթացում տնտեսամաթեմատիկական մոդելավորման և կանխատեսման մեթոդների կիրառմամբ:

Ենթադրվում է, որ յուրաքանչյուր ակտիվային  $i$ -րդ գործառնությանը հատուկ է ռիսկի որոշակի  $r_i$  մակարդակ, ընդ որում  $0 \leq r_i \leq 1$ :

Գործառնության ռիսկայնությունը գնահատելու համար կարող է օգտագործվել ռիսկով կշռված ակտիվների հաշվարկի համար սահմանված ռիսկի գործակիցները:

Նշանակենք  $X_i$  -ով ( $0 \leq X_i \leq 1$ )  $i$ -րդ տեսակի ակտիվի տեսակարար կշիռը ակտիվային պորտֆելում:

Ակտիվային պորտֆելի ռիսկը  $R_x$  այդ դեպքում կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ՝

$$R_x = \sum_{i=1}^n r_i X_i$$

Մոդելի նպատակային ֆունկցիան

$$\sum_{i=1}^n r_i X_i \rightarrow \min \quad (1)$$

Պորտֆելում ներառվող բոլոր գործառնությունների տեսակարար կշիռների գումարը պետք է կազմի ամբողջ պորտֆելը՝

$$\sum_{i=1}^n X_i = 1 \quad (2)$$

Նշանակենք  $\alpha_i$  -ով  $i$ -րդ գործառնության եկամտաբերությունը արտահայտված տոկոսադրույքների համապատասխան գործակիցներով

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i X_i \geq E \quad (3)$$

որտեղ  $E$ -ն բանկի ռազմավարությանը համապատասխան ընտրված պորտֆելի նվազագույն թույլատրելի եկամտաբերությունն է:

309

Ղեկավարության կողմից կարող են սահմանվել նաև լիմիտային սահմանափակումներ:  
 $X_{ij} \geq a_{ij} \quad i \in L \quad (4), \quad X_{ik} \leq b_{ik} \quad k \in K \quad (5),$   
 Որտեղ  $a_{ij}$  -ը և  $b_{ik}$  -ն ղեկավարության կողմից սահմանված լիմիտներն են:

Դիտարկենք ՀՀ ԿԲ կողմից սահմանված նորմատիվային դաշտը:

1. Կապիտալի համարժեքության նորմատիվներ

ՀՀ ԿԲ ն.1.1. և ն.1.2. նորմատիվները ընդհանուր և հիմնական կապիտալների հարաբերությունը ռիսկով կշռված ակտիվներին

$$\frac{K_T}{A_T \sum_{i=1}^n R_i X_i} \geq 0.12 \quad (6), \quad \frac{K_B}{A_T \sum_{i=1}^n R_i X_i} \geq 0.08 \quad (7),$$

որտեղ  $K_T$  - ընդհանուր կապիտալն է,  $K_B$  - հիմնական կապիտալը  
 $A_T$  - Բանկի ընդհանուր ակտիվները,  $R_i$  - Բանկի ռիսկով կշռված ակտիվների հաշվարկի համար  $i$ -րդ գործառնության ԿԲ կողմից սահմանված ռիսկի գործակիցը:

2. Բարձր իրացվելիության նորմատիվներ  
 ՀՀ ԿԲ բարձր իրացվելիության նորմատիվների նպատակն է ստիպել առևտրային բանկերին ակտիվային պորտֆելի մի մասը պահելու բարձր իրացվելի ակտիվների տեսքով:

$$\sum_{m=1}^M X_{im} \geq 0.25 \quad (8),$$

որտեղ  $X_{im}$ -երը բարձր իրացվելի ակտիվների դասին պատկանող ակտիվային գործառնություններն են:

ՀՀ ԿԲ ն.2.2. նորմատիվի համաձայն բարձր իրացվելի ակտիվների հարաբերությունը ցալահանջ պարտավորություններին (ընթացիկ հաշիվներ, ցալահանջ դեպոզիտներ) և այլն պետք է գերազանցի 50%-ը

$$\frac{A_T \sum_{m=1}^M X_{im}}{P} \geq 0.5 \quad (9)$$

Բնական է ենթադրել, որ ակտիվային գործառնությունների տեսակարար կշիռները սյետք է լինեն [0;1] հատվածից՝

$$X_i \geq 0, \quad i=1,n \quad (10)$$

$$X_i \leq 1, \quad i=1,n \quad (11)$$

(1) - (11)-ը ոչ գծային ծրագրավորման խնդիր է: Խնդրի լուծման արդյունքում որոշվում են առևտրային բանկի համար միջոցների տեղաբաշխման օպտիմալ ուղղություններն ու տեսակարար կշիռները ակտիվային պորտֆելում:

**ԲԱՆԿԻ ԲԱՐՁՐ ԻՐԱՑՎԵԼԻ ԱԿՏԻՎՆԵՐԻ ՕՊՏԻՄԱԼ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ՄԵԹՈԴՈԼՈԳԻԱ**  
*Ռ. Ավետիսյան, Չ. Ուֆայելով*

Առևտրային բանկերի նոստրո թղթակցային հաշիվների կառավարումը բարդ խնդիր է: Բավարարելով ՀՀ ԿԲ կողմից սահմանված իրացվելիության նորմատիվները, չենք կարող ասել, թե իրո՞ք բանկը իրացվելի է, կամ չունի՞ արդյոք զգալի դրամական միջոցներ, որոնք կարող է տեղաբաշխել ժամկետային եկամտաբեր ակտիվների մեջ: Բանկի իրացվելիությունը գնահատելու համար անհրաժեշտ է բարձր իրացվելի ակտիվները տարանջատել առաջնային և երկրորդային ռեզերվների և վերջիններս գնահատել առանձին-առանձին:

Առաջարկվող մեթոդի էությունն այն է, որ առանձին-առանձին գնահատելով բանկի նոստրո թղթակցային հաշիվների շարժի ուժգնությունները, որոշվում է ամեն մի նոստրո հաշվի օպտիմալ մնացորդը:

- Մեթոդի ալգորիթմը.
1. Առանձնացնել առավել ակտիվ նոստրո հաշիվները, որոնց միջոցով կատարվում են հաճախորդների փոխանցումները,
  2. Ամսվա կտրվածքով ուսումնասիրել նոստրո հաշիվներում մուտքերը (ստացված փոխանցումներ) և ելքերը (կատարված փոխանցումներ), որի օգնությամբ հաշվարկել

3. փոխանցումների միջին օրական շարժը,  
 Ստացված արդյունքների հիման վրա սահմանել յուրաքանչյուր նոստրո հաշվի օպտիմալ սահմանաչափը,
4. Ներդրված օպտիմալ սահմանաչափերից ավել միջոցներն ուղղել կարճաժամկետ եկամտաբեր ակտիվների մեջ, պակաս միջոցները համալրել այլ նոստրո հաշիվների ավել միջոցների հաշվին,
5. Ընթացակարգը կրկնել յուրաքանչյուր 15 օրը մեկ անգամ:

Դիտարկված է մի օրինակ  
 Ընտրված են ինտենսիվ աշխատող նոստրո հաշիվները: Պահանջվող գումարները սահմանելիս հաշվի են առնվել ոչ միայն տվյալ նոստրո հաշվի գծով միջին օրական մուտքերն ու ելքերը, այլ նաև այն, որ տվյալ հաշվով ամսվա մեջ տեղի են ունեցել նաև փոքրաքանակ բայց մեծածավալ փոխանցումներ:

Թղթակից բանկերը	արտարժույթի տիպը	միջ. օր մուտք	միջ. օր ելք	մնացորդը	պահանջվողը
Բանկ 1	USD	12000	0	38102	35000
	RUR	54000	40000	144271	120000
Բանկ 2	USD	6000	50000	771	8000
	RUR	2000	200	1287	5000
Բանկ 3	USD	3000	16000	3946	17000
	RUR	90000	63000	391434	300000
Բանկ 4	USD	0	0	3865	8000
	RUR	50000	25000	75315	55000
Բանկ 5	USD	65000	230000	307601	285000
Բանկ 6	USD	55000	70000	175778	135000
Բանկ 7	USD	600	10000	20463	17000
Բանկ 8	USD	200	6000	8500	8500
Բանկ 9	USD	200	33000	85947	60000
	RUR	35000	0	5875	6000
Բանկ 10	USD	60000	10000	329324	260000
Բանկ 11	USD	0	1000	8117	10000
	RUR	0	0	0	0
Բանկ 12	USD	30000	25000	74641	50000

ԱՄՆ դոլարի համար	հազ. դրամ
Ներկայիս մնացորդը	1057055
Պահանջվող	893500
Ազատ միջոցներ	163555

Ռոտորի համար	հազ. դրամ
Ներկայիս մնացորդը	618182
Պահանջվող	486000
Ազատ միջոցներ	132182

Ընդամենը	հազ. դրամ
Ներկայիս մնացորդը	1675237
Պահանջվող	1379500
Ազատ միջոցներ	295737

Կիրառելով նշված մեթոդը, պարզվեց, որ բանկը ունի 296 մլն դրամի ազատ դրամական միջոցներ, որը կարելի է ներդնել կարծաժամկետ եկամտաբեր ակտիվների մեջ: Ներդնելուց հետո իրացվելիության նորմատիվները կունենան հետևյալ տեսքը՝  
 ընդհանուր իրացվելիություն = 39,36%  
 ընթացիկ իրացվելիություն = 108%

### ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՎԱՐԿԱՌՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ՍՈՂԵԼԻ ՄՇԱԿՈՒՄ

Ռ. Ավետիսյան, Ա. Խաչատրյան, Վ. Արզումանյան

Զնայած տնտեսական պլանավորման բնագավառում և ֆինանսատնտեսական համակարգերում մաթեմատիկական մոդելների լայն կիրառությանը և պահանջարկին, տնտեսագետների շրջանում նշված մոդելների մշակումը կապված է մի շարք բարդությունների հետ: Պահանջի հիմնականում նշված մոդելների մշակումը կարելի է նշել վիճակագրական ինֆորմացիայի հավաքումը, մշակումը, տնտեսական հաշվարկների իրականացման հաշվարկային բարդությունները, ինչպես նաև նյութական և ժամանակային ռեսուրսների տրոսպորտը արժեքը:

Ժամանակակից տնտեսության կառավարման և ֆինանսատնտեսական գործառնությունների իրականացման պայմաններում մեծ ուշադրություն է դարձվում վարկերի տրամադրման խնդիրներին, որին և ուղղված է վարկառունակության համապատասխան մեթոդի մշակումն ու կիրառումը վարկավորման գործընթացում:

Վարկավորման գործընթացի հիմքում ընկած է ռիսկի գործոնը՝ կապված հաստատված ժամանակահատվածում վարկերը չմարելու հետ: Այս նպատակով բանկը իրականացնում է վարկառունակության վերլուծություն փոխառուի կողմից ժամանակին և ամբողջ ծավալով վարկային պարտավորությունների մարման հնարավորությունները որոշելու և նրա ֆինանսական կարողությունները ապագայում կանխատեսելու համար: Այս պարզաբանումները հնարավորություն են տալիս բանկին իրականացնելու վարկային ռեսուրսների արդյունավետ կառավարում և շահույթի ապահովում:

Նշված կարևոր և արդիական հիմնահարցի լուծմանը, որը միայն մասնագիտական մոտեցմամբ անհնար է, ուղղված է կատարված աշխատանքը: Սույն աշխատանքում մշակված է տնտեսական վերլուծության, ինչպես հաշվարկային, այնպես էլ վերլուծական և ուսուցողական համակարգ, որի հիմքում ընկած է ավիացիոն ծառայությունների կարգավորման և վարկերի ապահովվածության խնդիրները: Այդ խնդիրներին արդյունավետ, ժամանակակից և օպտիմալ լուծում տալու համար վճիռների կայացման, վարկառունակության գնահատման և ռեզերվի վերլուծության մեթոդների հաջորդական կիրառությամբ կառուցվել է ռեզերվի մոդել և մշակվել է վարկառունակության գնահատման ենթահամակարգ:

Մշակված մոդելը նախատեսվում է կիրառել նաև արտադրական կորպորացիաների արտադրարյուրահատուկ գործոնների լավագույն կազմի ընտրության և ֆիրմայի ներքին կա-

ռուցվածքում նրանց դերի գնահատման նպատակներով:

Համակարգը ունի տնտեսական ինֆորմացիայի վերլուծության և մշակման, վարկառունակության գնահատման ծրագրային միջոցներ, որոնք էլ ապահովում են նրա ճկունությունը և արդյունավետությունը: Համակարգը ունի առավելություններ ինչպես տնտեսական տնտեսագիտության, խորհրդատու տնտեսագետների, վարկերի ապահովվածության կանխատեսման եղանակների, այնպես էլ ներկայումս կիրառվող տնտեսական իրավիճակի վերահսկման եղանակների նկատմամբ:

Այս է վկայում մշակված տնտեսական վերլուծության փաթեթը, որը նախատեսվում է հետագայում կիրառելու վարկային համակարգերում վերլուծություններ կատարելու:

### МЕТОД ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РИСКОВ

К. Гюмюлян, Р. Аветисян

Первостепенной задачей для стран с переходной экономикой является привлечение инвестиций в экономику и их оптимальное распределение. Для таких стран характерно высокая степень неопределенности и риска, что еще больше усложняет ситуацию.

К настоящему времени в экономической теории еще не разработано общепринятой и одновременно исчерпывающей классификации рисков. Это связано с тем, что на практике существует большое число различных проявлений риска.

Использование существующих методов оценки инвестиционных рисков для стран с переходной экономикой не приводит к желаемому результату (подробный анализ методов управления рисками приведен в статье "Анализ методов управления рисками" К.Гюмюлян, Р.Аветисян "Рынок Капитала Армении" N49, 50 авг.2000).

В основу разрабатываемого нами метода оценки риска портфеля заложена само понятие риска. Риск для проекта считается такое неблагоприятное изменение эндогенных и экзогенных переменных, которое может привести к недостижению планируемых результатов. Таким образом, расчет рискованности проекта можно привести к расчетам показателей "чувствительности" и "устойчивости". Для элементов проекта.

В общем случае, задачу оценки инвестиционного портфеля можно представить как задачу линейного программирования (на самом деле мы имеем дело с задачей динамического программирования, где во время каждого цикла решается задача линейного программирования), то есть

$$F(X) \rightarrow \text{opt}$$

$$A \cdot X = B$$

где:

X – вектор факторов влияющих на портфель

A – весовые коэффициенты вектора X

B – вектор ресурсов

После решения этой задачи проводится анализ чувствительности как на ресурсы, так и на ограничения. В результате мы получаем чувствительность портфеля.

Понятие устойчивости портфеля определяется финансовыми возможностями поддержания проектируемого уровня параметров индикаторов его рисков. Оценка такой устойчивости проводится путем определения предельных уровней отклонений проектируемых значений наиболее чувствительных характеристик портфеля.

Исходя из ситуации на момент оценки, а так же учитывая финансовые возможности (резервы) определяется запас прочности и если устойчивость портфеля не выходит за пределы запаса прочности, то такой уровень риска можно считать приемлемым.

Данный подход к решению проблемы позволяет достичь более точной оценки риска портфеля, по сравнению с классическими методами, для стран с экономикой переходного типа как Армении, где проблемы имеют свою специфику. Этот метод дает возможность не только оценить рискованность портфеля, но и произвести разложение факторов риска на составляющие. Это может позволить снизить рискованность портфеля за счет изменения влияния только некоторых из факторов.

## РАЦИОНАЛЬНЫЕ ОЖИДАНИЯ И МАКРОЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

В. Аветисян

Мы начнем с описания моделей с адаптивными ожиданиями, которые являлись подробно разработанным механизмом ожиданий до появления рациональных ожиданий. Затем мы опишем определение рациональных ожиданий, и их отличие от модельно-непротиворечивых ожиданий. Затем кратко опишем методы решения рациональных ожиданий. Затем исследуем роль граничных состояний в этих моделях и влияние рациональных ожиданий на имитационное проектирование, приводя примеры из макроэконометрических моделей. Наконец, мы подводим итоги влияния, которое рациональные ожидания имели на макроэконометрическое моделирование в целом.

Традиционный механизм адаптивных ожиданий может быть описан в виде:

$$y_t^e = (1 - \lambda)(y_{t-1}^e) + \lambda y_t \quad (1)$$

что позволяет ожиданиям уточняться на некоторую долю ошибки, сделанной в предыдущем периоде. Поскольку параметр регулирования меньше 1, ожидания не полностью регулируются в текущем промежутке времени. Поэтому, если  $y$  возрастает во времени, то будет делаться постоянная ошибка прогнозирования. Конечно, возможно обобщить правило адаптивных ожиданий и тем самым избежать этой специфичной проблемы, однако, основная проблема в том, что это правило перестает работать, если поведение  $y$  изменяется во времени. Такое изменение в поведении возможно, если изменяется режим политики. Такие правила, как приведенное выше, структурно нестабильны. Мы должны иметь возможность переопределять механизм ожиданий каждый раз, когда бывает изменение в политике. Проблема акцентируется тем фактом, что на практике на наблюдаемые ожидания исключаются заменой, и в уравнении появляются только запаздывающие значения  $y$ . Таким образом, параметры ожиданий смешиваются со структурными параметрами модели.

В математических терминах, рациональное ожидание есть условное ожидание. Этот подход более точно определяется термином модельно-непротиворечивые ожидания. Он предполагает, что агенты не делают постоянных ошибок, а также этот подход работает на более сильном предположении, что агенты действуют так, будто они имеют полное знание об экономической системе, со всеми ее параметрами. Когда этот подход применяется к любой данной модели, параметры этой модели принимаются как истинные параметры системы.

В нелинейных моделях, детерминистическое решение модели не будет математическим ожиданием распределения вероятности стохастической модели. Это означает, что в детерминистическом решении нелинейной модели, когда все векторы ошибок приравнены к нулю, результаты не будут равны ожидаемым значениям для эндогенных переменных. Таким образом, детерминистическое решение будет смещенным, и не будет соответствовать решению с полными рациональными ожиданиями. Именно по этой причине мы называем модель решения непротиворечивой вместо рациональной.

$$f(y_{t+1}^e, y_{t-1}^e, x_t, \alpha) = u_t \quad (2)$$

Это эквивалентно решению вышеприведенной системы.

Заметьте, что мы должны быть уверены в точности информации, на которой формируются ожидания; обычно это принимается  $t-1$ . Также заметьте, что наличие запаздывающих переменных не может более обосновываться ожиданиями, а должно зависеть от затрат на корректирование, и т.д.

### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛЕЙ

Р. Аветисян, В. Аветисян

Несмотря на большую критику практики прогнозирования, потребность в прог-

нозах продолжает расти. Те, кому по деловым или каким-либо другим соображениям требуется макроэкономическая основа для планирования, являются постоянными потребителями прогнозов. В то же время прогнозы могут использоваться как для мониторинга (наблюдения, проверки) экономики по отношению к текущей экономический политике правительства, и предложения корректировок, как по сути политики, так и тактических. Такая потребность может исходить как из самого правительства, так и из внешних сил или групп, которые имеют интерес во влиянии на политику. Прогнозирование обязательно требует наличия формальной модели. Есть много профессиональных предсказателей (прогнозистов), особенно среди тех, кто спонсируется финансовыми организациями, которые не используют модели. Опыт показывает, что их прогнозы могут быть по крайней мере такими же хорошими (или такими же плохими), как и прогнозы, основанные на моделях. Возможность легкого доступа к персональным компьютерам означает, что стартовые расходы для прогнозирования невелики. Наше внимание здесь сосредотачивается на прогнозах, произведенных макроэконометрическими моделями, хотя мы рассматриваем также некоторые альтернативы.

Существует разногласие во взглядах на то, является ли производительность прогноза хорошим критерием для оценки моделей.

Очень много внимания уделяется производительности прогнозов макроэкономических моделей в прессе. Некоторые считают это серьезным испытанием для моделей, в то время как другие считают такой критерий оценки неправильным. Здесь мы рассмотрим некоторые аргументы. Затем мы опишем, как строятся прогнозы с использованием моделей, и некоторые методы их сравнения.

Прогнозы, основанные на использовании фактических величин (*ex-post forecast*) являются предсказаниями модели для некоторого промежутка времени, для которого результаты известны в момент прогнозирования; прогнозы, основанные на использовании ожидаемых величин (*ex-ante forecast*), это прогнозы с неизвестными результативными значениями как внутренних (эндогенных), так и внешних переменных.

Важно различать фактические и ожидаемые прогнозы. Фактические прогнозы являются предсказаниями модели для некоторого промежутка времени, для которого результаты известны в момент прогнозирования; это может быть выбранный промежуток времени, на котором модель была рассчитана, или вне этого промежутка. Ожидаемые прогнозы это прогнозы, сделанные для какого-либо будущего промежутка времени, для которого внешние переменные неизвестны и должны быть спрогнозированы, а значения эндогенных переменных не могут быть оценены. Именно второе обычно считается характерной функцией прогнозирования.

Сокращенная форма модели может быть записана следующим образом (используя ранее введенные обозначения):

$$\hat{y}_t = \prod_1 z_t \quad (1)$$

Использование динамической модели для прогнозирования по нескольким интервалам требует различения между внешними и запаздывающими эндогенными переменными, и мы разделяем вектор заданных переменных  $z$  на внешние и запаздывающие эндогенные переменные:

$$\hat{y}_t = \prod_1 y_{t-1} + \prod_2 x_t + y_t \quad (2)$$

Если мы обозначим начало прогноза как  $n$ , то прогноз на шаг вперед будет выглядеть так:

$$\hat{y}_{n+1} = \prod_1 y_n + \prod_2 \hat{x}_{n+1} \quad (3)$$

где  $y_n$  известны, а  $\hat{x}_{n+1}$  проецируются. В последовательности прогнозов до некоторого горизонта  $h$ , прогноз для одного интервала входит в расчеты следующего:

$$\hat{y}_{n+j} = \prod_1 \hat{y}_{n+j-1} + \prod_2 \hat{x}_{n+j}, j = 2..h \quad (4)$$

На практике в прогнозировании есть два отклонения от этой простой модели. Во первых, большинство прогнозистов не полагаются всецело на свои модели для

производства прогнозов, а уточняют их посредством процесса, известного как "подгонка остатков", "подгонка констант", или "добавление факторов". Несмотря на частое использование термина "константа", нет никакого требования на то, чтобы эти остатки оставались постоянными на протяжении всего горизонта прогнозирования. Остатки более применимы к структурным уравнениям, нежели к сокращенной форме системы. Следующее уравнение описывает последовательность уточненных прогнозов:

$$y_{n+j}^* = \prod_1 y_{n+j-1}^* + \prod_2 \hat{x}_{n+j} + \hat{v}_j, j = 2..h \quad (5)$$

Второе различие состоит в том, что редко бывает полный разрыв между промежутками, для которых данные существуют, и промежутками прогнозирования, по чаще это похоже на "рваные края", так как различные данные известны для различных интервалов с различными задержками. Во многих случаях данные могут быть недоступны для текущего периода, и прогнозирование может начаться с прогнозирования прошлого. Когда значения некоторых переменных известны (простым примером является курс валют), принято "временно" экзотенировать переменную, для которой имеются данные. Это эквивалентно удалению соответствующего уравнения. Альтернативой является расчет остаточной подгонки, необходимой для генерации известного значения переменной, и тем самым сохранение уравнения.

### ՖԻՆԱՆՍԱՐԱՆՆԵՍԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ՏՆՏԵՍԱՄԱԹԵՍԱՏԻԿԱԿԱՆ ՄՈԴԵԼԻ ՄՇԱԿՈՒՄ

Ռ.Ավետիսյան, Վ.Արզումանյան, Ա.Խաչատրյան

Հայտնի է, որ ֆինանսատնտեսական և ֆինանսարանկային խնդիրների ներդաշնակությունը, տնտեսական ցուցանիշների ճիշտ ընտրությունը և ճիշտ ֆինանսական վերլուծությունը բանկային համակարգի արդյունավետ գործունեության ու զոյատևման հիմքն են:

Վիճակագրությունը համոզիչ կերպով ցույց է տալիս, որ մաթ.մոդելավորման, վճիռների կայացման, գործողությունների հետազոտության և վիճակագրական վերլուծության մեթոդների կիրառումը ֆինանսարանկային համակարգերի տնտեսական և ֆինանսական վիճակը դարձնում են արդյունավետ և խիստ արդիական:

Ֆինանսական վերլուծությունների իրականացման կենտրոններում ստեղծված խորհրդատվական ծառայությունները մասամբ լուծում են տալիս վերը նշված հիմնահարցերին, սակայն ամբողջությամբ վերցված, արմատապես ի վիճակի չեն լուծելու նշված հիմնահարցերը:

Սույն աշխատանքում մշակված է ֆինանսատնտեսական ինֆորմացիայի վիճակագրական վերլուծության համակարգ, որն ընդգրկում է ֆինանսարանկային և տնտեսական վերլուծության բնագավառը: Որպես վերլուծության օբյեկտ ընտրվել է ՀՀ-ի բանկային համակարգը, որի համար էլ անց է կացվել տնտեսական և ֆինանսական վերլուծություն, ձևավորվել է ակտիվների պորտֆել, իրականացվել ինչպես առանձին ակտիվների այնպես էլ պորտֆելի եկամտայնության և ռիսկերի գնահատման գործընթացը:

Մշակված համակարգը հնարավորություն է տալիս կառուցված տնտեսամաթեմատիկական մոդելի հիման վրա ստեղծված ծրագրային փաթեթի օգնությամբ, երկխոսության արդյունքում, որոշել ակտիվների և պասիվների լավագույն կազմը, ինչպես առանձին ակտիվների և պասիվների, այնպես էլ ձևավորված պորտֆելի եկամտայնությունն ու ռիսկերը, կատարել զգայունության վերլուծություն և էականորեն հեշտացնել տնտեսագետների, նախագծողների ու շահագործող մասնագետների աշխատանքը՝ կապված նշված ֆինանսատնտեսական հիմնահարցերի լուծման հետ, ապահովել արդյունավետության ցուցանիշների օպտիմալ մակարդակ և վերահսկել բանկային համակարգի ֆինանսական վիճակը:

Համակարգը ընդգրկում է նաև «HELP» բաժինը, որտեղ տրվում է ինչպես մշակված փաթեթի կիրառման, այնպես էլ տնտեսական տերմինների բացատրությունը, փաթեթը օգտագործողին օգնելու նպատակով:

Բացի վերը նշվածից համակարգը կարելի է համարել ճկուն, քանի որ այն կարող է կիրառվել նմանատիպ բանկերի տնտեսական վիճակը և պատճառահետևանքային կախվածությամբ:

յունները կանխատեսելու, ինչպես նաև տվյալ ֆիրմայի առաջնայնության ապահովման նպատակով համեմատական վերլուծություններ անցկացնելու համար:

Հաշվի առնելով վերը շարադրվածը, սույն աշխատանքը, որը նվիրված է ներկայիս ֆինանսարանկային համակարգերի զարգացման և ճկունության ապահովման խնդիրների լուծմանը, առողջ ֆինանսատնտեսական քաղաքականություն վարելուն, բանկային համակարգերում ակտիվների և պասիվների լավագույն կազմի ընտրությանը և կապիտալի պահանջվող մակարդակի ապահովմանը, սպասվող եկամտայնության և ռիսկերի կանխատեսմանը, ֆինանսական ցուցանիշների ներդաշնակության ապահովմանը, ֆինանսատնտեսական ինֆորմացիայի վիճակագրական վերլուծության համակարգի մշակմանը և զգայունության վերլուծությանը՝ պետք է համարել կարևոր և հույժ արդիական:

Մշակված համակարգի գործնական արժեքը այն է, որ նրա կիրառումը հնարավորություն է ընձեռում ֆինանսատնտեսական խնդիրների լուծման ժամանակ կրճատելու նյութական և ժամանակային ռեսուրսները, ապահովելու բանկային համակարգերի կառավարման և գործունեության արդյունավետությունը, իրացվելիության ապահովվող մակարդակը: Աշխատանքը մեծ հետաքրքրություն է առաջացրել բանկում հետազոտողներից և նպատակով:

### АНАЛИЗ ОДНОГО МЕТОДА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧАСТОТЫ

М. Погосян, В. Ягужян

В статье приводится математический анализ поведения дискретной схемы преобразователя частоты, на основе которого синтезируются необходимые телевизионные сигналы для системы СЕКАМ В работе вычисляются значения мгновенных частот, возникающих на выходе схемы, период повторения процесса, а также количество входений различных частот в этом периоде. Метод исследования схемы представляет самостоятельный интерес для инженеров-математиков.

Описание работы схемы:

На вход сумматора по модулю  $a$  с частотой  $f_0$  подается число  $b$ . При  $m$ -ом такте, когда выполняется условие  $mb \geq a$  на выходе сумматора появляется сигнал, а значение сумматора становится равным

$$r = mb - a \quad (1),$$

где  $0 \leq r < b$ .

Из (1) имеем

$$m = (a + r)/b,$$

т.е.  $m$  - целая часть числа  $a/b + 1$ , если  $a$  не делится  $b$  и  $m = a/b$  в противном случае. Обозначим  $m = [a/b]$

Пусть начальное значение сумматора равно 0. Найдем  $k$  - количество выходных сигналов от первого до второго значения 0 сумматора. Это условие равносильно сравнению

$$ka \equiv 0 \pmod{b}.$$

Наименьшее  $k$  при котором выполняется сравнение равно

$$k = b/d,$$

где  $d = (a, b)$  - наибольший общий делитель чисел  $a$  и  $b$ .

Ясно, что после  $k$ -выходных сигналов процесс повторяется. Соответственно количество тактов в одном периоде повторения процесса будет  $kd$ .

$i$ -шагом называется процесс от  $i$ -го выходного сигнала до  $i+1$ -го выходного сигнала. Для  $i$ -шага выполняется следующее равенство

$$r_{i+1} + m_i b - r_i = a,$$

где  $m_i$  - количество тактов в  $i$ -ом шаге,  $r_{i+1}, r_i$  - значения сумматора после  $i, i-1$ -ых шагов соответственно и  $0 \leq r_{i+1}, r_i < b$ . Для двух любых  $i, j$ -ых шагов имеем

$$r_{i+1} - m_i b - r_i = r_{i+1} + m_i b - r_i, \text{ откуда получим}$$

$$(r_{i+1} + r_i) - (r_j + r_{j+1}) = (m_i - m_j) b$$

Так, как разность двух чисел меньших  $2b$  меньше  $2b$  имеем

$$0 \leq (m_1 - m_2)b < 2b$$

Решениями в указанных границах есть

$$(m_1 - m_2)b = 0, \text{ или } (m_1 - m_2)b = b$$

откуда

$$\text{или } m_1 = m_2, \text{ или } m_1 = m_2 + 1$$

Таким образом, количество тактов внутри двух различных шагов или равны, или отличаются на единицу. Т. е. количество тактов равно или  $|a/b|$  или  $[a/b]$ , где  $[a/b]$  - целая часть  $a/b$ .

Количество  $x_1$  и  $x_2$  вхождений этих шагов в одном периоде повторения процесса найдем из условий

$$x_1 + x_2 = b/d, \quad x_1 [a/b] + x_2 [a/b] = a/d.$$

Откуда найдем

$$x_1 = (b-r)/d, \quad x_2 = r/d,$$

где  $r$  - остаток деления числа  $a$  на  $b$

Исходя из вышеизложенных результатов имеем:

1. Средняя частота выходных сигналов-  $f_1 = f_0 b/a$ .
2. Частота повторения процесса-  $f_0 = f_0 d/a$ .
3. Значения мгновенных частот внутри процесса-  $f_1' = f_0/[a/b]$ ,  $f_1'' = f_0/[a/b]$ .
4. Разность этих частот  $\Delta f = f_0([a/b] - [a/b]) / ([a/b] * [a/b])$ .
5.  $\Delta f/f_1 = ([a/b] - [a/b])a/b / ([a/b] * [a/b])$ .
6. Долевое содержание этих частот в процессе:

Для  $f_1' = (b-r)/b$ , для  $f_1'' = r/b$ , где  $r$  - остаток деления  $a$  на  $b$ .

Приведем пример расчета при следующих значениях:

$$f_0 = 12 \cdot 10^6 \text{ Гц}, \quad a = 4096, \quad b = 1504$$

Для этого случая;  $d=32$  -наибольший общий делитель чисел  $a$  и  $b$ ,  $r = 1088$  -остаток деления  $a$  на  $b$ ,  $[a/b] = 2$ ,  $[a/b] = 3$

1. Средняя частота выходных сигналов-  $f_1 = f_0 b/a = 4.406 \cdot 10^6$  Гц
2. Частота повторения процесса-  $f_0 = f_0 d/a = 0.09374 \cdot 10^6$  Гц
3. Значения истинных частот внутри процесса  $f_1' = f_0/[a/b] = 6 \cdot 10^6$  Гц,  $f_1'' = f_0/[a/b] = 4 \cdot 10^6$  Гц
4. Разность этих частот  $\Delta f = f_0([a/b] - [a/b]) / ([a/b] * [a/b]) = 2 \cdot 10^6$  Гц.
5.  $\Delta f/f_1 = ([a/b] - [a/b])a/b / ([a/b] * [a/b]) = 0.4539$ .
6. Долевое содержание этих частот в процессе:  
 $f_1' - (b-r)/b = 0.2766$ ,  $f_1'' - r/b = 0.7234$

### ՕՊՏԻԿԱԿԱՆ ԽՏԱՐԱՐՆԵՐԻ ՈՐՊԵՍ ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ԱՎՏՈՄԱՍ ԱՆԱՍԳԾՄԱՆ ԾՐԱԳՐԻ ՄՇԱԿՄԱՆ ԸՆԹԱՑՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՆԿԱՐԱԳՐՈՒՄ

L. Վարդանյան

Օպտիկական խտարարները, որոնք նախատեսված են լուսային հոսքի խտացման համար, տեխնիկական համակարգեր են, որոնք ինչպես ցանկացած իրական համակարգ, նկարագրվում են իրենց բնորոշ հատկություններով, որոնց հիման վրա էլ նախագծվում: Սակայն կրկնվրետ կառուցվածքով և պարամետրերով խտարարի նախագծումը պահանջում է բավական բարձր ճշտություն, ինչը անհրաժեշտ է դարձնում մշակել և իրականացնել ավտոմատ նախագծման ծրագրային փաթեթ:

Ծրագրային փաթեթի մշակումը ներկայացնում է խտրատիվ (ցիկլիկ) և հաջորդական ընթացք:

Մշակման ընթացքը բաղկացած է երեք հիմնական փուլերից՝

- անալիզ՝ լուծվող խնդրի սահմանների որոշում
- նախագծում՝ համակարգի ընդհանուր կառուցվածքի ստեղծում
- իրականացում՝ ծրագրի կազմում և թեստավորում

Այս երեք փուլերի հիմքերում ընկած են օբյեկտակոդմորոշված նախագծումը և ծրագրավորումը, որոնց հիմնական էությունը կոն կրետ նախագծվող համակարգում առանձին դիտարկվող օբյեկտների առավելագույն ընդհանրացումները և փոխկապակցություններն են: Խտարարների նախագծման դեպքում, օբյեկտներ ասելով, հասկանում ենք այն գլոբալ հասկացությունները (օրինակ՝ երկրաչափական ձևը, էներգետիկ պարամետրերը), որոնք անհրաժեշտ են դիտարկել տարբեր կառուցվածքներով և էլեկտրոնային արդյունքներով խտարարների նախագծման համար:

Քանի որ տվյալ նախագծումը բավական բարդ խնդիր է, ուստի այն հարկավոր է բաժանել ենթախնդիրների: Սակայն խնդիրների բաժանման համար չկա գործողությունների (փուլերի) կոնկրետ հաջորդականություն, ուստի ստորև առաջարկվող փուլերը գտել են իրենց կիրառումը տարբեր խնդիրների լուծման դեպքերում

1. որոշել հիմնական հասկացությունները (դասերը) և նրանց միջև փոխկապակցությունները

2. ճշտել դասերը՝ որոշելով գործողությունների կազմը

- դասակարգել այդ գործողությունները
- դիտարկել մինիմալացումը, լրիվությունը և հարմարությունը
- 3. ճշտել դասերը՝ որոշելով նրանց փոխկապակցությունները
- դիտարկել պարամետրացումը, ժառանգելիությունը
- 4. որոշել ինտերֆեյսը
- գործողությունները դասակարգել ըստ բաց, փակ և պաշտպանված ֆունկցիա - անդամների
- որոշել գործողությունների ճիշտ տեսակը դասերի նկատմամբ

Հիմնական հասկացությունների և նրանց միջև փոխկապակցությունների որոշումը իրական համակարգի մոդելավորման ընթացք է, որտեղ հարկավոր է ծրագրի հասկացությունները հասկանալ որպես դասեր, հստակ կերպով ներկայացնել նրանց միջև եղած բոլոր հարաբերությունները և գտնել ընդհանրությունները:

Գործողությունների կազմի որոշումը սերտորեն կապված է դասերի որոշման հետ: Սակայն պրակտիկ մեթոդն այն է, որ դասերի փնտրումը կենտրոնացվում է հիմնական հասկացությունների վրա և կանխամտածվածորեն շեշտը չի դրվում գործողությունների վրա, մինչդեռ վերջիններիս ընտրումը պայմանավորված է կիրառման համար լրիվ և հարմար ֆունկցիա անդամների որոշմամբ:

Դասերի փոխկապակցության որոշումը պայմանավորված է պարամետրացումով և ժառանգելիությամբ: Պարամետրացման էությունը կայանում է շաբլոնների օգտագործումն է, ինչը հնարավորություն է տալիս ոչ բացահայտ կախվածությունները դարձնել բացահայտ, որոնք թույլ կտան ներկայացնել մի քանի այլընտրանքային լուծումներ՝ չափելացնելով նոր հասկացություններ: Ժառանգելիության էությունը ընդհանուր առմամբ կայանում է հասկացությունների միջև կարևոր ընդհանրացումների գտնելն է:

Դասերի միջև ինտերֆեյսի (կապի) որոշումը սերտորեն կապված է նրանց գործողությունների կազմավորման հետ, քանզի բազային դասերի ֆունկցիա - անդամների բաց, փակ կամ պաշտպանված լինելը հնարավորություն է տալիս իրենցից ժառանգված դասերի հետ ապահովել տարբեր կապեր:

Սակայն միշտ չէ, որ տվյալ դասերի կառուցվածքը կոնկրետ մոդելավորվող իրական համակարգի համար լրիվին իրեն արդարացնում է, այսինքն՝ առավելագույնս ներկայացնում այդ համակարգի էությունը, ուստի հարկ է լինում մտածել այդ դասերի վերակազմակերպման մասին:

### ՑԱԶԱՅԻՆ ԱՆՏԵՆԱՅԻՆ ՑԱԼՑԻ ՏԱՐՐԵՐԻ ԴԻՍԿՐԵՏ ԴԵԿԱԿԱՐՄԱՆ ԸՆԹԱՑԱԿԱՐԳԻ ՀԱՇՎԱՐԿԱՅԻՆ ԵՃՏՈՒԹՅԱՆ ՀԱՄԵՍԱՏԱԿԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ

Ս. Սողոմոնյան

Դիսկրետ դեկավարման ժամանակ քվանտացման սխալը կազմում է [1]

$$\Delta = \frac{\pi}{2} r$$



## ИНТЕРПРЕТАЦИЯ НЕУПОРЯДОЧЕННОГО ЯДРА СУПЕРСКАЛЯРНОГО ПРОЦЕССОРА С ПОМОЩЬЮ КЛЕТОЧНОГО АВТОМАТА

А. Туманян

Суперскалярные процессоры являются лидирующим продуктом микроэлектроники, и их производительность все время растет. В рамках последовательных программ они пытаются извлечь параллелизм уровня команд аппаратным способом на стадии выполнения, изменяя динамическую структуру программ. Суперскалярные процессоры являются и суперконвейерными, так как широко используют конвейерную обработку на всех этапах вычислений. Можно выделить три стадии конвейера. Первая стадия — упорядоченная. На этой стадии производится агрессивная предварительная выборка команд и предсказание переходов, декодирование команд, переименование регистров и диспетчеризация команд в переупорядочивающий буфер (Reorder Buffer или сокращенно ROB). На этапе декодирования команды аппаратно транслируются в RISC-операции ядра микропроцессора. Вторая стадия — неупорядоченная (Out-Of-Order). На этой стадии операции, находящиеся в ROB, выполняются в соответствии с доступностью операндов и исполнительных устройств. ROB также временно хранит результаты спекулятивно выполняемых инструкций. Третья стадия конвейера — завершающая упорядоченная. На этой стадии выполненные команды выгружаются из ROB в порядке исходного программного кода, принимая во внимание прерывания, исключения и ошибочно предсказанные переходы.

В статье рассматривается задача моделирования работы ROB при помощи клеточного автомата.

Клеточные автоматы являются формализацией понятия бесконечных регулярных решеток (сетей) из идентичных конечных автоматов, которые информационно связаны друг с другом таким образом, что каждый автомат решетки может непосредственно получать информацию от впадины определенного для него конечного множества соседних ему автоматов. Клеточный автомат определяется как упорядоченная четверка компонент  $KA = \langle Z^d, A, \delta^a, X \rangle$ , где  $A$  — конечное множество состояний единичного автомата структуры  $A = \{0, 1, \dots, a-1\}$ . Компонента  $Z^d$  представляет собой множество всех целочисленных координат точек в евклидовом пространстве, т.е. целочисленную решетку, элементы которой служат для пространственной идентификации единичных автоматов структуры. Она определяет однородное пространство структуры клеточного автомата. В каждую точку  $Z^d$  помещается копия единичного конечного автомата Мура с алфавитом внутренних состояний  $A$ . Компонента  $X$ , называемая индексом соседства структуры, есть упорядоченный кортеж  $n$  элементов из  $Z^d$ , который служит для определения автоматов-соседей любого единичного автомата структуры. Индекс соседства  $X$  описывает единый для всех автоматов геометрический образ соседей-автоматов, называемый шаблоном соседства.  $\delta^a$  — локальная функция переходов единичного автомата (АФП), которая задает состояние каждому автомату структуры в момент времени  $t$  на основе состояний всех соседних ему автоматов.

ROB вводит потоковую модель вычислений по готовности операндов и доступности необходимых исполнительных устройств, сгруппированных в порты. После прохождения этапа переименования регистров команды передаются в ROB, представляющий собой ассоциативную память, организованную в виде регистров операций. ROB связан с портами исполнительных устройств с помощью станций резервирования. Станции резервирования сканируют буфер ROB (имеет RISC-операции для исполнения, у которых готовы оба операнда), направляют их на доступные исполнительные устройства. Результаты исполнения позже возвращаются в ROB. Идеально для исполнения должна быть выбрана такая RISC-операция, которая сокращает граф потока операндов выполняющейся программы.

Каждая ячейка ROB содержит поле статуса, адрес в исходной программе, исходную команду и RISC-операцию, которая состоит из кода операции, наименования первого операнда, самого первого операнда, наименования второго операнда, самого вто-

рого операнда, наименование регистра результата. Станции резервирования содержат разряды для RISC-операций.

Каждой ячейке ROB поставим в соответствие единичный автомат. Состоянием единичного автомата будет статус соответствующей ячейки ROB. Множество состояний автомата зададим следующим образом:  $a_0$ -операнды не готовы,  $a_1$ -операнды готовы,  $a_2$  команда отправлена на резервирующую станцию,  $a_3$ -команда передана в исполнительное устройство,  $a_4$  -исполнение,  $a_5$  - запись результата в ROB,  $a_6$  - команда готова для удаления,  $a_7$ - команда удалена из ROB,  $a_8$  - ячейка не содержит команды.

Компонента  $Z^d$  представляет собой множество  $Z^1 = \{0, 1, 2, \dots, K-1, K, \dots, K_n\}$ , где первые  $K$  компонент адреса ячеек ROB,  $K_1, \dots, K_n$  - номера портов исполняющих устройств.  $Z^1$  является одномерной однородной структурой с несвязным шаблоном соседства.

Индекс соседства для каждого единичного автомата определяет RISC-операцию, находящаяся в соответствующей ячейке ROB. Соседями для каждого автомата являются исполнительное устройство, определяемое полем «код операции» и три автомата (ячейки), определяемые полями  $pf1, pf2, pf3$ .

Локальная функция переходов определяется следующим образом. Так как имеет место конвейерный принцип обработки, то автомат в каждом такте последовательно переходит из состояния в состояние (или сохраняет текущее состояние). Если автомат находится в состоянии  $a_0$  и операнды не готовы, то он остается в состоянии  $a_0$ , если операнды готовы, то он переходит в состояние  $a_1$ . Из состояния  $a_1$  автомат переходит в состояние  $a_2$ , если свободен порт. Далее из  $a_2$  переходит в  $a_3$  и так в каждом такте. Из  $a_7$  автомат переходит в  $a_8$ , если команда не выполняется спекулятивно и подошла ее очередь для удаления.

Глобальная функция переходов реализуется одновременным применением АФП к текущей конфигурации клеточного автомата, которой являются состояния (статусы) всех ячеек ROB. По АФП определяется новое состояние ячейки. После проверки всех ячеек новая конфигурация заменяет старую. В соответствии со статусом осуществляется обработка команда. Это производится до тех пор, пока в буфере не останется команда.

Применение клеточных автоматов позволит упростить процесс разработки схемы, так как из-за регулярности структуры ядро реализуется на однотипных элементах. Моделирование также позволит определить оптимальные параметры ROB, количество резервирующих станций, число исполнительных устройств, при которых обеспечивается максимальная загрузка конвейера.

## БЛОК ИНЕРЦИОННОСТИ МОДЕЛИ ЦИФРОВОГО ЭЛЕМЕНТА ДЛЯ УЧЕТА ВЛИЯНИЯ ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ

А. Кулахсаян, Т. Пивазян, А. Петросян

Описаны принципы функционирования блока инерционности модели цифрового элемента, разработанного с целью учета влияния дестабилизирующих факторов. Отличительной особенностью модели является возможность изменения временных параметров в процессе анализа. Приведены диаграммы, поясняющие суть модели.

В [1] описаны общая структура и блок логики модели логического элемента (МЛЭ), разработанной в разработанной программе логического анализа [2], позволяющей учитывать влияния различных дестабилизирующих факторов (ДФ) на функционирование цифровых схем. Здесь рассматривается блок инерционности.

Исходной информацией для блока инерционности МЛЭ является:  
1. Рассчитанное блоком логики значение  $Q_n$ , принадлежащее интервалу  $[a, b]$  ( $a > 0 < b$ ) Значения временных параметров ЛЭ  $k_{i=1,2}$ , определяемые с учетом влияния всех ДФ в текущий момент моделирования и состояний остальных ЛЭ схемы.

На основе таких исходных данных блок инерционности формирует сигналы  $Q_{n, \text{вып}}$ .  
Характерными особенностями моделирования цифровых схем с учетом влияния ДФ являются:

3. Архангельский А.Я., Меликян В.Ш. Смешанное схемотехническое и функционально-логическое моделирование аналого-цифровых схем. - Киев: Электронное моделирование. АН СССР. 1984. Т.6. N 5. С.35-39.

### БЛОК ЛОГИКИ МОДЕЛИ ЦИФРОВОГО ЭЛЕМЕНТА ДЛЯ УЧЕТА ВЛИЯНИЯ ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ

В. Меликян, А.Кулашевян, А. Меликян, В. Соколовян

Описаны принципы функционирования блока логики модели цифрового элемента, разработанного с целью учета влияния дестабилизирующих факторов. Учет производится использованием непрерывных переменных, по скорости свойственной логическому анализу. Приведен пример, поясняющий суть модели.

Современные цифровые схемы функционируют в среде различных дестабилизирующих факторов (радиационное облучение, температура окружающей среды, неидеальность источников питания, нагрузок, межсоединений, цепей питания и т.д.), оказывающих решающее влияние на их работу [1,2]. В случае игнорирования ими результаты моделирования часто могут оказаться даже качественно неверными [2]. Поэтому системы анализа цифровых схем должны содержать средства для учета влияния дестабилизирующих факторов (ДФ).

Роль логического моделирования с точки зрения обеспечения допустимых затрат машинных ресурсов в настоящее время становится главным. Только логическое моделирование может обеспечить расчет современных цифровых схем за допустимые времена. С помощью систем схемотехнического моделирования, в которых разработано множество практически всех видов моделей внешних и внутренних ДФ электрического уровня, можно анализировать лишь отдельные фрагменты схем. Поэтому в настоящее время разрабатываются программы логического моделирования, которые в отличие от традиционных, ориентированы на учет ДФ. Ниже описывается модель логического элемента (МЛЭ), реализованная в разработанной программе такого типа [3]. Модель логического элемента имеет показанную на рис.1 структуру:

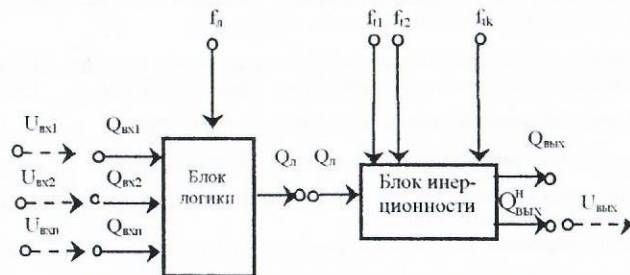


Рис.1. Структура модели логического элемента (МЛЭ)

Здесь первый блок реализует логику переключений логического элемента (ЛЭ) без учета его инерционности. После вычисления нового состояния ЛЭ ( $Q_n$ ) второй блок воспроизводит инерционность переключения. При таком представлении в качестве ЛЭ может быть описан как простой логический вентиль (И, ИЛИ, ИНЕ и т.д.), так и более сложный цифровой фрагмент, если:

- его инерционные свойства по отношению ко всем входным сигналам можно считать одинаковыми
- имеет один выход.

Если же эти условия нарушаются, т.е. задержки по входам цифрового фрагмента разные, или имеются несколько выходов, то элемент всегда можно представить в виде эквивалентной схемы из нескольких МЛЭ. Приведенное на рис.1 представление МЛЭ продиктовано большей эффективностью применения принципа пространственной соборности. Например, если в отличие от приведенного представления принимать, что ЛЭ может иметь более одного выхода, то при

изменении состояния ЛЭ только по одному из его выходов, весь фрагмент нужно считать возбужденным, несмотря на устойчивость состояний других выходов.

Блок логики реализует синхронную часть МЛЭ, а совместно с блоком инерционности превращается в асинхронную модель. Другими словами, если инерционностью цифрового элемента можно игнорировать (т.е. считать, что все временные параметры ЛЭ равны нулю,  $t_1, \dots, t_k = 0$ ), то выходной сигнал МЛЭ  $Q_{вых}$  отождествляется с рассчитанным блоком логики значением  $Q_n$ , т.е. получается синхронная МЛЭ.

В блоке логики вход  $f_n$  отражает обобщенное воздействие всех учитываемых ДФ на значение  $Q_n$ , а в блоке инерционности  $f_k$  - на величину  $k$ -го временного параметра ЛЭ. Наличие двух входных сигналов модели обусловлено значением, поступающим на вход последующего ЛЭ, и сигналом, подаваемым на вход аналогового элемента нагрузки. Однако модели входов и выходов в этом случае из-за непрерывного характера переменных логической модели принципиально отличаются от аналогичных пороговых моделей, предложенных в работе [4]. Пороговый характер функций преобразования логических состояний в напряжения и наоборот, в отмеченной работе был обусловлен именно дискретностью сигналов модели. В предлагаемой же МЛЭ логические сигналы принимают непрерывные значения из диапазона  $[a, b]$  ( $0 < 1 < b$ ). Поэтому соответствующие функции преобразований принимают следующий вид:

$$Q_{вхi} = a + (b - a) \cdot \frac{U_{вхi} - U_{вхi \min}}{U_{вхi \max} - U_{вхi \min}} \quad (1)$$

$$U_{вых} = U_{вых \min} + (U_{вых \max} - U_{вых \min}) \cdot \frac{Q_{вых}^n - a}{b - a} \quad (2)$$

где  $U_{вхi \min}$ ,  $U_{вхi \max}$  - минимальное и максимальное значения напряжения на  $i$ -м входе ЛЭ, а  $U_{вых \min}$ ,  $U_{вых \max}$  - соответствующие величины выходного сигнала цифрового элемента. Следует отметить, что  $U_{вхi \min}$ ,  $U_{вхi \max} \leq U_0$  и  $U_{вхi \max}$ ,  $U_{вхi \min} = U_1$  и могут значительно отличаться от уровней напряжений логического "0" ( $U_0$ ) и "1" ( $U_1$ ).

Ниже излагаются особенности функционирования блока логики. Блок инерционности заслуживает отдельного рассмотрения.

Исходными данными для блока логики предлагаемой МЛЭ в каждый текущий момент времени моделирования  $t_n$  являются:

- значения переменных вектора входных сигналов  $\{Q_{вх1}, Q_{вх2}, \dots, Q_{вхk}, \dots, Q_{вхn}\}$ ,  $Q_{вхi} \in [a, b]$
- величина  $f_n$ , принадлежащая интервалу  $[a, b]$ .

На основе этой информации блок логики вычисляет новое значение  $Q_n$ . Расчет проводится с помощью функции  $Q_n = F(Q_{вх1}, Q_{вх2}, \dots, Q_{вхn})$ , затем посчитанное значение  $Q_n$  корректируется с помощью правил суммирования возбуждений:  $Q_{вхi} \in [a, b]$  [3].

Точность результатов расчетов блока логики зависит от:

- правил вычисления логических функций F
- от физического смысла переменной,  $f$

Критерием адекватности блока логики является соответствие значения  $U_{вых}$  ЛЭ, вычисленного формулой (2) (когда в качестве  $Q_{вых}^n$  используется рассчитанная величина  $Q_n$  с величиной этого же

напряжения, полученной экспериментом). Если первое напряжение обозначим  $U_{вых}^M$ , а второе  $U_{вых}^3$ , то при подаче на вход модели конкретного входного набора  $Q_{вх1}^1, Q_{вх2}^1, \dots, Q_{вхn}^1$  и величины  $f_n^1$  абсолютную ошибку модели можно определить как:

$$\Delta_1 = |U_{вых}^3 - U_{вых}^M| \quad (3)$$

а относительную ошибку следующим образом:

$$\epsilon_1 = \frac{|U_{вых}^3 - U_{вых}^M|}{U_{вых}^3} \quad (4)$$

Интегральную оценку абсолютной и относительной точностей модели можно производить суммированием по всем входным наборам:

$$\Delta = \sum_1 \Delta_1 \quad (5)$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{e_n}{1} \quad (6)$$

Возможны несколько интерпретаций физического смысла переменной  $f$ . Наиболее естественным кажется следующее определение:  $f$

$$f_d = Q_n^{ДФ} - Q_n^Ф \quad (7)$$

где  $Q_n^{ДФ}$  - значение выхода ЛО в результате воздействия всех дестабилизирующих факторов, а  $Q_n^Ф$  - величина, посчитанная по функциям  $F$ . Фактически такое определение означает коррекцию значения выходного сигнала, рассчитанного по функциям  $F$ . В этом случае ПСВ простое:

$$Q_n = Q_n^Ф + f_d \quad (8)$$

Что же касается правил вычислений логических функций  $F$ , то наиболее естественными являются правила минимаксной логики. Однако определение  $f$  описанным выше способом позволяет использовать и другие правила вычисления логических функций теории четких множеств [5]. Всем этим правилам характерно:

1. Выполнение аксиом (коммутативность, ассоциативность, дистрибутивность и т.д.) булевой алгебры
2. Небольшое (близкое к булевой алгебре) количество операций для вычисления результата.

Однако при отмеченной интерпретации физического смысла выбор конкретных правил будет своих моделей вычисления  $f$ . Рассмотрение других интерпретаций физического смысла  $f$  показывает, что есть также варианты, когда правила равнозначны. При определении  $f$  как корректирующее значение, модели вычисления  $f$  обобщаются следующим образом:

1. Выбираются правила вычисления элементарных логических функций. На входы базовой логической ячейки (ГЛЛ, ЭСЛ, ИЭЛ, КМДП и т.д.) подаются напряжения  $U_{вх1}, U_{вх2}, \dots, U_{вхn}$ . Моделированием на схемотехническом уровне определяется выходное напряжение базовой логической ячейки при данном значении ДФ  $Q_{вых}$ .

2.  $U_{вх1}, U_{вх2}, \dots, U_{вхn}$  преобразуются  $Q_{вх1}, Q_{вх2}, \dots, Q_{вхn}$  согласно формуле (1).
3. Используя выбранные правила вычисляется значение  $Q_n^Ф$ .
4.  $Q_n^Ф$  превращается в  $U_n^М$  по формуле (2).
5. Используя формулы (3-7) (точность расчетов задана) определяется величина  $f$  при данном значении ДФ.

Затем эксперименты повторяются при других значениях ДФ и входных напряжениях.

#### Литература

4. Kosier S.L., Schrimpf R.D., Cellier F.E., Galloway K.F. The Effects of Ionizing Radiation on the Breakdown Voltage of P-Channel Power MOSFETs/In: Proc. of IEEE Nuclear and Space Radiation Effects Conference, Reno, 1990, pp.486-491.
5. Wunder B., Lehmann G., Muller-Glaser K. VAMP: A VHDL based concept for accurate modeling and post layout timing simulation of electronic systems/ In Proc. ACM/IEEE Design Automation Conference (DAC), Las Vegas, NV, June 1996, p.512-519.
6. Melkian V.Sh. Logic simulation of digital circuits exposed to radiation. Facta universitatis (Nis), series Electronics and Energetics, vol. 12, N1, 1999, pp.71-86.
7. 4 Архангельский А.Я., Мелкиан В.Ш. Смешанное схемотехническое и функционально-логическое моделирование аналого-цифровых схем. Киев: Электронное моделирование, АН СССР 1984. Т.6 N5 -8935
8. Кофман А. Введение в теорию четких множеств. Радио и связь, 1982:28с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРОГРАФА ДЛЯ СНЯТИЯ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

А. Григорян, А. Оганян

Как известно, в процессе разработки систем автоматического регулирования (САУ) необходимо иметь математическую модель объекта исследования. В тех случаях, когда трудно получить адекватную модель объекта, на основании исследований

происходящих в нем процессов, принимается метод экспериментального определения модели, путем планирования эксперимента.

Для определения динамической модели наиболее распространенное получила частотный метод, который обычно реализуется с помощью экспериментатора с применением комплекса приборов (генератор синусоидальных сигналов, осциллограф и т.д.). Предлагаемый прибор позволит полностью автоматизировать этот процесс. На рис. 1 приведена структурная схема модели прибора, где основным элементом является персональный компьютер, с помощью которого выполняются следующие функции:

1. генерация синусоидально изменяющихся чисел с переменной частотой
2. определение основных параметров передаточной функции объекта регулирования
3. построение частотных характеристик
4. определения математической модели регулирования.

В качестве объекта может быть как объект исследования, так и отдельные элементы системы.

На входе персонального компьютера генерируется ряд чисел изменяющихся по закону  $N_y = N_{y0} \sin \omega t$ . После цифроаналогового преобразования и усиления сигнал на вход объекта подается синусоидально изменяющийся сигнал  $U_y = U_{y0} \sin \omega t$ .

На выходе объекта исследования  $U_x = U_{x0} \sin(\omega t - \phi)$ . С помощью цифроаналоговых преобразователей на вход компьютера подаются преобразованные цифровые сигналы  $U_y, U_x$ . С помощью персонального компьютера определяется:

1. режим установления переходного процесса в объекте исследования
2. начало периодов входных и выходных напряжений объекте исследования
3. сдвиг фаз между выходным и входным напряжениями
4. отношение амплитуд входных и выходных напряжений
5. существенные и мнимые части вектора передаточной функции
6. частотные характеристики объекта исследования
7. степень и коэффициенты линейного дифференциального уравнения

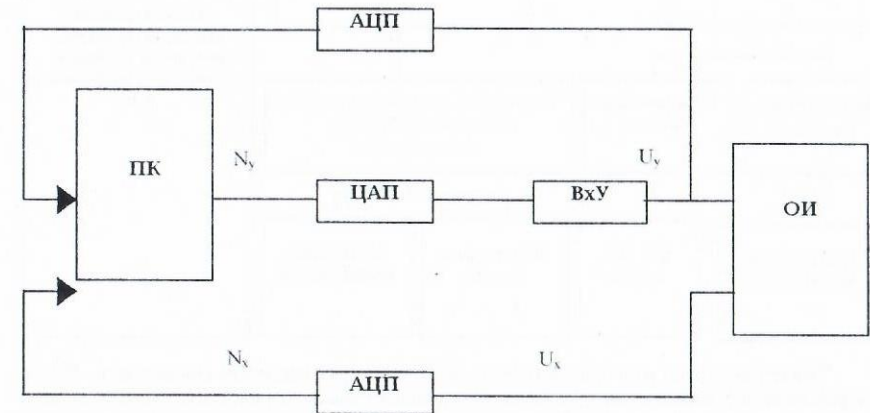
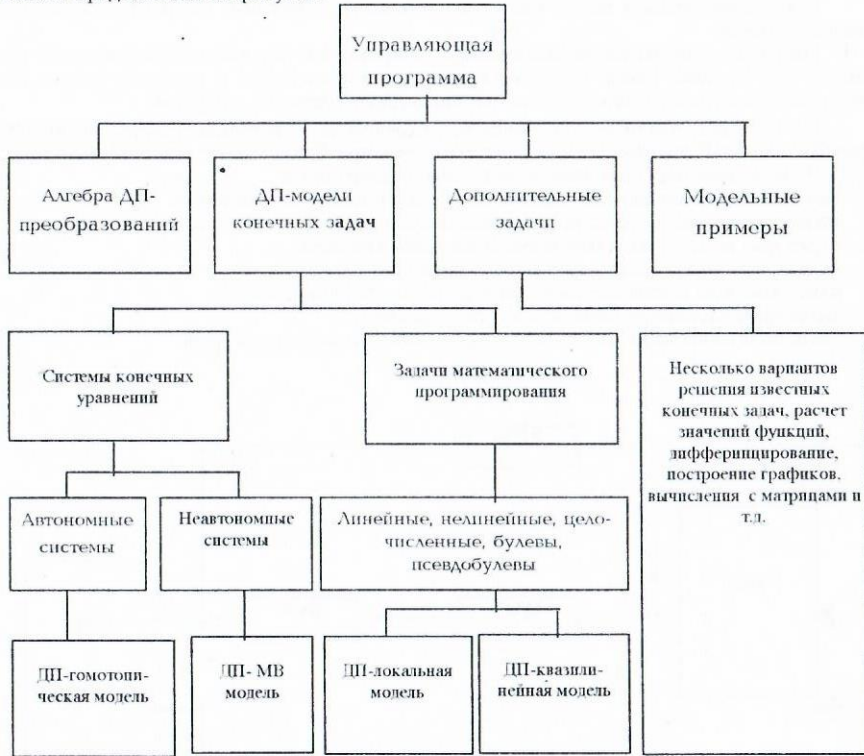


Рис. 1

ПАКЕТ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ РЕШЕНИЯ КОНЕЧНЫХ ЗАДАЧ НА ОСНОВЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ПАДЕЕВСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

А. Кюреgian

Рассматриваются вопросы разработки пакета прикладных программ (ППП), предназначенного для решения задач, относящихся к двум основным классам: системы конечных уравнений и задачи математического программирования на основе использования математического аппарата дифференциально-падеевских (ДП) преобразований, предложенных ДП-моделей и ряда известных методов. Структура пакета представлена на рисунке.



Пакет рассчитан для персональных ЭВМ, универсален, язык реализации - C+++. Он работает в графическом, диалоговом и диагностическом режимах. Основные математические объекты пакета-произвольные выражения, функции, матрицы, векторы, ряды, коэффициенты целого и вещественного типа. Они позволяют эксплуатировать пакет без каких-либо предварительных знаний. Исходные данные всех типов вводятся без каких-либо первоначальных изменений.

Модульная структура пакета дает возможность расширить его новыми программами, процедурами, классами. Работа пакета организована посредством меню в диало-

говом режиме, т.е. имеется возможность эксплуатации его любым пользователем. Работа пакета в графическом режиме значительно упрощает анализ получаемых результатов.

С целью осуществления сравнительного анализа предложенных и известных моделей в одинаковых условиях и в одной и той же среде, кроме реализации алгебры ДП-преобразований и предложенных ДП-моделей, в пакет включены также процедуры машинной реализации ряда известных методов решения задач систем конечных уравнений и математического программирования.

Литература

1. Пухов Г.Е. Дифференциальные спектры и модели. Киев: Наукова думка, 1990-184с.
2. Симонян С.О., Аветисян А. Г., Кюреgian А. А. Дифференциально - падеевская локальная модель непрерывных задач математического программирования. Известия НАН РА.

Q եւ D դեմաֆերենտի արհմոտիթամբ սինթրոն գեներատորների կարգավորման փոխանցման ֆունկցիաներով

Ա. Ղազանչյան

Աշխատություն [1]-ում առաջարկված է նոր մեթոդ, որը հնարավորություն է տալիս ստանալու Q և D դեմաֆերենտով սինթրոն գեներատորի (ՍԳ) լարման և հոսանքների անալիտիկ արտահայտությունների տեսքերը t=0+ միջակայքի շրջակայքում, երբ այն աշխատում է բեռնավորված ռեժիմում և նրան միացվում է լրացուցիչ բեռ: Հոսանքների և լարումների անալիտիկ տեսքերը [1] - ում ներկայացված են ժամանակային աստիճանային շարքերի տեսքով: ՍԳ-ի օպերատորային հավասարումների համակարգն ունի հետևյալ տեսքը [1]

$$\left. \begin{aligned} Z_d I_d + p M_d I_f + p M_d I_D + \omega_0 L_q I_q + \omega_0 M_q I_Q &= -U_d + p^{-1} A_d^0 \\ Z_q I_q + p M_q I_Q - \omega_0 L_d I_d - \omega_0 M_d I_f - \omega_0 M_d I_D &= -U_q + p^{-1} A_q^0 \\ Z_f I_f + p M_d I_d + p M_d I_D &= U_f + p^{-1} A_f^0 \\ Z_D I_D + p M_d I_d + p M_d I_f &= p^{-1} A_D^0 \\ Z_Q I_Q + p M_q I_q &= p^{-1} A_Q^0 \\ Z_1 I_{d1} + \omega_0 L_1 I_{q1} &= U_d + p^{-1} A_{d1}^0 \\ Z_1 I_{q1} - \omega_0 L_1 I_{d1} &= U_q + p^{-1} A_{q1}^0 \\ Z_2 I_{d2} + \omega_0 L_2 I_{q2} &= U_d + p^{-1} A_{d2}^0 \\ Z_2 I_{q2} - \omega_0 L_2 I_{d2} &= U_q + p^{-1} A_{q2}^0 \\ I_d &= I_{d1} + I_{d2}, \quad I_q = I_{q1} + I_{q2} \end{aligned} \right\} (1)$$

$$Z_d = pL_d + r_s, \quad Z_q = pL_q + r_s, \quad Z_f = pL_f + r_f, \quad Z_D = pL_D + r_D, \quad Z_Q = pL_Q + r_Q, \quad (2)$$

(Z<sub>1</sub> = pL<sub>1</sub> + r<sub>1</sub> ՍԳ-ի նախնական բեռն է, իսկ Z<sub>2</sub> = pL<sub>2</sub> + r<sub>2</sub> -ը՝ միացվող բեռն է t=0 պահին):

A<sub>k</sub><sup>0</sup> -երը հանդիսանում են լարման և հոսանքի նախնական արժեքները t=0 պահին մինչև Z<sub>2</sub> -ի միացումը: Սինչև Z<sub>2</sub> -ի միացումը հաստատված ռեժիմում բոլոր A<sub>k</sub><sup>0</sup> = 0, բացի A<sub>d1</sub><sup>0</sup> = U<sub>d</sub><sup>0</sup> և A<sub>q2</sub><sup>0</sup> = U<sub>q</sub><sup>0</sup>: Ուստի (1) հավասարումների համակարգում կատարելով որոշակի համարժեք ձևափոխություններ և այն ներկայացնելով մատրիցային հավասարումների տեսքով, կստանանք

$$\bar{Z} \cdot I = U, \quad (3)$$

որտեղ Z - ր (7x7) չափի օպերատորային դիմադրությունների մատրիցն է, I<sup>T</sup> = (I<sub>d1</sub>, I<sub>q1</sub>, I<sub>d2</sub>, I<sub>q2</sub>, I<sub>f</sub>, I<sub>D</sub>, I<sub>Q</sub>), U<sup>T</sup> = (0, 0, p<sup>-1</sup>U<sub>d</sub><sup>0</sup>, p<sup>-1</sup>U<sub>q</sub><sup>0</sup>, U<sub>f</sub>, 0, 0) և նրանց տարրերը որոշվում են հետևյալ կերպ

$$I_{d1}(p) = (1/D(p)) \left( A_{31} \cdot U_d^0 / p + A_{41} U_q^0 + A_{51} U_f \right), \quad (4)$$

$$I_{q1}(p) = (1/D(p)) \left( A_{32} \cdot U_d^0 / p + A_{42} U_q^0 + A_{52} U_f \right),$$

$D(p)$ -ն  $\bar{Z}$ -մատրիցի դետերմինանտն է, իսկ  $A_{ij}$ -երը նրա լրացումները:

$$I_{d2}(p) = (1/D(p)) \left( A_{33} \cdot U_d^0 / p + A_{43} U_q^0 + A_{53} U_f \right), \quad (5)$$

$$I_{q2}(p) = (1/D(p)) \left( A_{34} \cdot U_d^0 / p + A_{44} U_q^0 + A_{54} U_f \right)$$

$$I_f(p) = (1/D(p)) \left( A_{35} \cdot U_d^0 / p + A_{45} U_q^0 + A_{55} U_f \right), \quad (6)$$

$$I_D(p) = (1/D(p)) \left( A_{36} \cdot U_d^0 / p + A_{46} U_q^0 + A_{56} U_f \right),$$

$$I_Q(p) = (1/D(p)) \left( A_{37} \cdot U_d^0 / p + A_{47} U_q^0 + A_{57} U_f \right)$$

Համաձայն (2)-ի կառուցմանը

$$U_d(p) = Z_{11} I_{d1} + \omega_0 L_1 I_{q1} \quad (7)$$

$$U_q(p) = -\omega_0 L_1 I_{d1} + Z_{11} I_{q1}$$

Որոշակի ձևափոխություններից հետո կառուցանք

$$U_d(p) = W_{11}(p) \cdot U_f + W_{12}(p) \cdot U_d^0 + W_{13}(p) \cdot U_q^0$$

$$U_q(p) = W_{21}(p) \cdot U_f + W_{22}(p) \cdot U_d^0 + W_{23}(p) \cdot U_q^0$$

$$I_d(p) = W_{d1}(p) \cdot U_f + W_{d2}(p) \cdot U_d^0 + W_{d3}(p) \cdot U_q^0$$

$$I_q(p) = W_{q1}(p) \cdot U_f + W_{q2}(p) \cdot U_d^0 + W_{q3}(p) \cdot U_q^0 \quad (8)$$

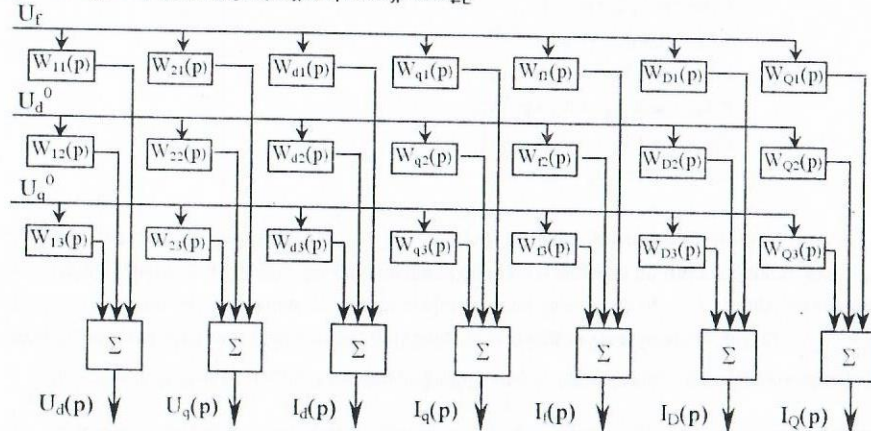
$$I_f(p) = W_{f1}(p) \cdot U_f + W_{f2}(p) \cdot U_d^0 + W_{f3}(p) \cdot U_q^0$$

$$I_D(p) = W_{D1}(p) \cdot U_f + W_{D2}(p) \cdot U_d^0 + W_{D3}(p) \cdot U_q^0$$

$$I_Q(p) = W_{Q1}(p) \cdot U_f + W_{Q2}(p) \cdot U_d^0 + W_{Q3}(p) \cdot U_q^0$$

Այստեղ  $W_{ij}(p)$ -երը փոխանցման ֆունկցիաներն են ըստ  $U_f, U_d^0, U_q^0$  «մուտքային»

ազդանշանների և իրենցից ներկայացնում են մինչև 8-րդ կարգի բազմանդամներ պարունակող կոտորակային արտահայտություններ են: Այժմ վերևում ստացված արդյունքների հիման վրա տանք ՍԳ-ի կառուցվածքային սխեմայի տեսքը



Նշենք, որ կոմպյուտեր ՍԳ - ի (ՔԿՃՁ8 - Չ 400) համար օգտվելով "MATLAB" ծրագրային փաթեթից, ստացվել են նշված բոլոր փոխանցման ֆունկցիաների տեսքերը, հետազոտվել են

ՍԳ - ի անցողիկ պրոցեսները: Ստացված արդյունքները հաճընկել են [2] աշխատության համապատասխան արդյունքների հետ: Ավելացնենք նաև, որ ներկայումս ստացվել են արդյունքներ, երբ նույն ՍԳ - ն աշխատում է լարման ավտոմատ կարգավորիչի հետ միասին:

Փրականություն

1. Арешян Г. А. Аналитические выражения токов и напряжений при набросе нагрузки на автономно работающий синхронный генератор. М: Электричество, N 10, 1998, с. 23 - 29.
2. Арешян Г. А. Специальные вопросы теории электрических машин переменного тока. Ереван. ГИУА. 1999. 298 с.

## ПАРАЛЛЕЛЕПИПЕДНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ И ИХ ГЛАДКИЕ ЭКВИВАЛЕНТЫ В ЗАДАЧАХ ОПТИМИЗАЦИИ

С. Симонян, А. Аветисян

В работе [1] предложена аппроксимация разрывных кусочно-гладких знаковых функций

$$S(x) = \text{sign}(x)$$

(см. также работу [2]) непрерывной гладкой функцией

$$S(x) \approx \frac{2}{\pi} \arctg \frac{g(x)}{K}, \quad (k \ll \ll),$$

где  $K$  - достаточно малый, так называемый, "сглаживающий" параметр, обуславливающий точность аппроксимации.

Следуя [2], рассмотрим параллелепипедные ограничения  $a \leq \varphi(x) \leq b$  и предложим для них несколько эквивалентных соотношений типа равенств с использованием непрерывных гладких функций типа функции обратного тангенса.

1. Если

$$S(x) = 1 + \text{sign}[(\varphi(x) - a)(\varphi(x) - b)] = 0,$$

то

$$S(x) \approx 1 + \frac{2}{\pi} \arctg \frac{(\varphi(x) - a)(\varphi(x) - b)}{K} = 0.$$

Отсюда

$$\frac{dS}{dx} \approx \frac{2}{\pi} \frac{K \cdot (2 \cdot \varphi(x) - a - b)}{K^2 + (\varphi(x) - a)^2 \cdot (\varphi(x) - b)^2} \cdot \nabla \varphi(x)$$

или, с учетом того, что  $K \ll \ll$ :

$$\frac{dS}{dx} \approx \begin{cases} 0, & \text{если } a < \varphi(x) < b, \varphi(x) < a, \varphi(x) > b, \\ \frac{2}{\pi} \cdot \frac{a-b}{K} \cdot \nabla \varphi(x), & \text{если } \varphi(x) = a, \\ \frac{2}{\pi} \cdot \frac{b-a}{K} \cdot \nabla \varphi(x), & \text{если } \varphi(x) = b. \end{cases}$$

2. Если

$$S(x) = (\varphi(x) - a)(\varphi(x) - b) \{1 + \text{sign}[(\varphi(x) - a)(\varphi(x) - b)]\} = 0,$$

то

$$S(x) \approx (\varphi(x) - a)(\varphi(x) - b) \cdot \left[ 1 + \frac{2}{\pi} \arctg \frac{(\varphi(x) - a)(\varphi(x) - b)}{K} \right].$$

Отсюда

$$\frac{dS}{dx} \approx (2\varphi(x) - a - b) \cdot \left[ 1 + \frac{2}{\pi} \cdot \arctg \frac{(\varphi(x) - a)(\varphi(x) - b)}{K} + \frac{2K}{\pi} \cdot \frac{(\varphi(x) - a)(\varphi(x) - b)}{K^2 + (\varphi(x) - a)^2 \cdot (\varphi(x) - b)^2} \right] \cdot \nabla \varphi(x)$$

или, с учетом того, что  $K \ll \ll$ :

$$\frac{dS}{dx} \approx \begin{cases} 0, & \text{если } a < \varphi(x) < b, \\ (a - b) \cdot \nabla \varphi(x), & \text{если } \varphi(x) = a, \\ (b - a) \cdot \nabla \varphi(x), & \text{если } \varphi(x) = b, \\ 2 \cdot (2\varphi(x) - a - b) \cdot \nabla \varphi(x), & \text{если } \varphi(x) < a \text{ или } \varphi(x) > b. \end{cases}$$

3. Если

$$S(x) = (\varphi(x) - a)^2 \cdot (\varphi(x) - b)^2 \cdot \{1 + \text{sign}[(\varphi(x) - a)(\varphi(x) - b)]\} = 0,$$

то

$$S(x) \approx (\varphi(x) - a)^2 \cdot (\varphi(x) - b)^2 \cdot \left[ 1 + \frac{2}{\pi} \cdot \arctg \frac{(\varphi(x) - a)(\varphi(x) - b)}{K} \right].$$

Отсюда

$$\frac{dS}{dx} \approx 2(2\varphi(x) - a - b) \cdot (\varphi(x) - a) \cdot (\varphi(x) - b) \times \left[ 1 + \frac{2}{\pi} \cdot \arctg \frac{(\varphi(x) - a)(\varphi(x) - b)}{K} + \frac{2K}{\pi} \cdot \frac{(\varphi(x) - a)(\varphi(x) - b)}{K^2 + (\varphi(x) - a)^2 \cdot (\varphi(x) - b)^2} \right] \cdot \nabla \varphi(x)$$

или, с учетом того, что  $K \ll \ll$ :

$$\frac{dS}{dx} \approx \begin{cases} 0, & \text{если } a \leq \varphi(x) \leq b, \\ 4 \cdot (2\varphi(x) - a - b) \cdot (\varphi(x) - a) \cdot (\varphi(x) - b) \cdot \nabla \varphi(x), & \text{если } \varphi(x) < a \text{ или } \varphi(x) > b. \end{cases}$$

4. Если

$$S(x) = (\varphi(x) - a)^{p+q} \cdot (\varphi(x) - b)^{p+q} + \{1 + \text{sign}[(\varphi(x) - a)(\varphi(x) - b)]\}^q = 0,$$

то

$$S(x) \approx (\varphi(x) - a)^{p+q} \cdot (\varphi(x) - b)^{p+q} \cdot \left[ 1 + \frac{2}{\pi} \cdot \arctg \frac{(\varphi(x) - a)(\varphi(x) - b)}{K} \right]^q = 0.$$

Отсюда

$$\frac{dS}{dx} \approx (2\varphi(x) - a - b) \cdot (\varphi(x) - a)^{p+q-1} \cdot (\varphi(x) - b)^{p+q-1} \left[ 1 + \frac{2}{\pi} \cdot \arctg \frac{(\varphi(x) - a)(\varphi(x) - b)}{K} \right]^{q-1} \times \left\{ (p+q) \cdot \left[ 1 + \frac{2}{\pi} \cdot \arctg \frac{(\varphi(x) - a)(\varphi(x) - b)}{K} \right] + \frac{2}{\pi} \cdot q \cdot (\varphi(x) - a)(\varphi(x) - b) \cdot \frac{K}{K^2 + (\varphi(x) - a)^2 \cdot (\varphi(x) - b)^2} \right\} \cdot \nabla \varphi(x)$$

или, с учетом того, что  $K \ll \ll$ :

$$\frac{dS}{dx} \approx \begin{cases} 0, & \text{если } a \leq \varphi(x) \leq b, \\ 2^q \cdot (p+q) \cdot (2\varphi(x) - a - b) \cdot (\varphi(x) - a)^{p+q-1} \cdot (\varphi(x) - b)^{p+q-1} \cdot \nabla \varphi(x), & \text{если } \varphi(x) < a \text{ или } \varphi(x) > b. \end{cases}$$

Использование предложенных гладких эквивалентов — соотношений типа равенств для учета параллелепипедных ограничений, и их градиентов, позволяет избежать многих вычислительных "неприятностей", связанных с применением методов недифференцируемой оптимизации для решения различных оптимизационных задач.

Литература

1. Симонян С.О., Агаджанян К.С. Об одном методе решения линейных задач оптимального быстродействия // Изв. НАН РА и ГИУА, Серия Техн. наук 2001 (в печати).

2. Симонян С.О., Аветисян А.Г., Гюзальян Н.Г. Параллелепипедные ограничения и их негладкие эквиваленты в задачах оптимизации. Ереван, ГИУА, 2000 (см. настоящий сборник).

## ПАРАЛЛЕЛЕПИПЕДНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ И ИХ НЕГЛАДКИЕ ЭКВИВАЛЕНТЫ В ЗАДАЧАХ ОПТИМИЗАЦИИ

С. Симонян, А. Аветисян, Н. Гюзальян

Используя метод редуцированного фазового, для ограничений первого и второго типов в работе [2] предложены различные соотношения типа равенств, в которых основную роль играют знаковые функции

$$\text{sign}g(x) = \begin{cases} +1, & \text{если } g(x) > 0, \\ 0, & \text{если } g(x) = 0, \\ -1, & \text{если } g(x) < 0. \end{cases}$$

В частности, для ограничений типа

$$\varphi(x) \leq 0$$

(естественно, эти ограничения) полностью вписываются в схемы ограничений второго типа, ибо  $\varphi(x) \leq 0 \Leftrightarrow \varphi(x) - b = \varphi(x) \leq 0$  введены соотношения типа равенств

$$S(x) = \varphi(x) + |\varphi(x)| = \varphi(x) \cdot [1 + \text{sign}\varphi(x)] = 0,$$

откуда

$$S(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } \varphi(x) \leq 0, \\ 2 \cdot \varphi(x), & \text{если } \varphi(x) > 0. \end{cases}$$

Следовательно, при использовании негладких соотношений типа  $\text{sign}$  для учета параллелепипедных ограничений при решении той или иной оптимизационной задачи, в отличие от обычно используемых градиентов гладких соотношений, необходимо оперировать обобщенными градиентами (субградиентами), являющимися некоторыми множествами обычных градиентов [2]. В частности, для приведенной  $S(x)$  семейство градиентов определяется множеством

$$\partial S(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } \varphi(x) \leq 0, \\ \{\xi : \xi \in [0, 2 \cdot \nabla \varphi(x)]\}, & \text{если } \varphi(x) > 0, \\ 2 \cdot \nabla \varphi(x), & \text{если } \varphi(x) > 0, \end{cases}$$

ибо в точках  $x^*$ , для которых  $\varphi(x^*) = 0$ , существует бесконечное множество опорных гиперплоскостей, касательных функции  $S(x)$ , и, следовательно, бесконечное множество вектор-градиентов, ортогональных этим гиперплоскостям.

Математический аппарат. Теперь, на основе результатов [1], как наиболее общий случай, рассмотрим параллелепипедные ограничения, предложив для их учета несколько эквивалентных соотношений типа равенств.

1. Пусть

$$S(x) = 1 + \text{sign}[(\varphi(x) - a) \cdot (\varphi(x) - b)] = 0$$

или

$$S(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } a < \varphi(x) < b, \\ 1, & \text{если } \varphi(x) = a \text{ или } \varphi(x) = b, \\ 2, & \text{если } \varphi(x) < a \text{ или } \varphi(x) > b. \end{cases}$$

При этом

$$\partial S(x) = 0, \quad \forall x \in (-\infty, +\infty).$$

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ  
МОДЕЛИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА

С. Кюрегян, С. Агбарян, А. Мхитарян, А. Папикян

При описании модели внешнего дыхания был использован накопленный опыт по моделированию системы дыхания. Процессы газообмена (кислорода O<sub>2</sub> и углекислого газа CO<sub>2</sub>) в дыхательной системе описываются известными уравнениями газодинамики [1-3]:

$$\left. \begin{aligned} dx_1/dt &= (q_{01} - q_{11} - q_{21} + q_{31}) / V_{ал}, \\ dx_2/dt &= (q_{02} - q_{12} - q_{22} + q_{32}) / V_{ал}, \\ dx_3/dt &= (q_{21} - q_{31} - q_{41}) / V_{тк}, \\ dx_4/dt &= (q_{22} - q_{32} + q_{42}) / V_{тк}, \end{aligned} \right\} (1)$$

где x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub> и x<sub>3</sub>, x<sub>4</sub> — концентрации O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> соответственно в альвеолах легких и в венозной крови; q<sub>0</sub>, q<sub>1</sub> — потоки газов соответственно из внешней среды в легкие и обратно; q<sub>2</sub>, q<sub>3</sub> — потоки газов, переносимые кровотоком соответственно к O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub>; V<sub>ал</sub>, V<sub>тк</sub> — объемы альвеолярного и мышечного резервуаров. Потоки q<sub>0</sub>, q<sub>1</sub>, q<sub>2</sub>, q<sub>3</sub> определяются концентрациями газов в альвеолах и крови и прямо пропорциональны соответственно альвеолярной вентиляции Q<sub>а</sub> и сердечному кровотоку Q<sub>с</sub>. В [2] дыхательный коэффициент R принят, как отношение потока q<sub>42</sub> к q<sub>41</sub>. Однако из установившегося процесса (1), получаем с учетом концентраций газов:

$$q_{42}/q_{41} = (u_1 - x_1)(x_2 - u_2) = (c_{O_2}^{арт} - x_3)/(x_4 - c_{CO_2}^{арт}), \quad (2)$$

что не совпадает с известным дыхательным коэффициентом R, где u<sub>1</sub>, u<sub>2</sub> — концентрации O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub> в окружающем воздухе; c<sub>O<sub>2</sub></sub><sup>арт</sup>, c<sub>CO<sub>2</sub></sub><sup>арт</sup> — концентрации O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub> в артериальной крови. Принимая, что парциальные давления газов в альвеолах P<sup>ал</sup> и в артериальной крови у равны:

$$y_1 = P_{O_2}^{ал} = (P - 47)x_1, y_2 = P_{CO_2}^{ал} = (P - 47)x_2, \quad (3)$$

где y<sub>1</sub>, y<sub>2</sub> — парциальные давления соответственно O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub> в артериальной крови; P — атмосферное давление; 47 — давление водяных паров в мм.рт.ст. Концентрации c<sub>O<sub>2</sub></sub><sup>арт</sup> и c<sub>CO<sub>2</sub></sub><sup>арт</sup> определяются суммой двух компонентов — физически растворенного и химически связанного и являются, равно как и концентрация y<sub>3</sub> = c<sub>H</sub><sup>арт</sup> водородных ионов, нелинейными функциями парциальных давлений газов, концентраций оксигемоглобина c<sub>НВ</sub><sup>арт</sup> и бикарбонатов c<sub>НСО<sub>3</sub></sub><sup>арт</sup>, кислотности pH<sup>арт</sup> и кислородной емкости крови V<sub>O<sub>2</sub></sub>:

$$c_{O_2}^{арт} = f_1(y_1, pH^{арт}, V_{O_2}), c_{CO_2}^{арт} = f_2(y_2, c_{НВ}^{арт}, c_{НСО_3}^{арт}), c_H^{арт} = f_3(pH^{арт}) \quad (4)$$

В свою очередь pH<sup>арт</sup> также описывается нелинейной функцией:

$$pH^{арт} = f_4(y_1, y_2, c_{НСО_3}^{арт}, V_{O_2}). \quad (5)$$

Математические описания (4) заимствованы из [3]. Уравнение Грея для альвеолярной вентиляции в [3] справедливо преобразовано в тридинамические уравнения, однако в третьем уравнении нами принят показателя степени 5.0 вместо 4.9:

$$\left. \begin{aligned} dx_5/dt &= [1.1(y_3 - 38.8) - x_5] / T_1, \\ dx_6/dt &= [1.31(y_2 - 40) - x_6] / T_2, \\ dx_7/dt &= [23.6 \cdot 10^{-9} (104 - y_1)^5 - x_7] / T_3, \\ Q_a &= x_5 + x_6 + x_7 + Q_{a0}, \end{aligned} \right\} (6)$$

где T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> — постоянные времени; y<sub>10</sub> = 104, y<sub>20</sub> = 40, y<sub>30</sub> = 38.8 — оптимальные установки соответственно p<sub>O<sub>2</sub></sub><sup>арт</sup>, p<sub>CO<sub>2</sub></sub><sup>арт</sup> и c<sub>H</sub><sup>арт</sup>; Q<sub>a0</sub> — уровень альвеолярной вентиляции в по-

2. Пусть

$$S(x) = (\varphi(x) - a) \cdot (\varphi(x) - b) \cdot \{1 + \text{sign}[(\varphi(x) - a) \cdot (\varphi(x) - b)]\} - 0$$

или  $S(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } a \leq \varphi(x) \leq b, \\ 2 \cdot (\varphi(x) - a) \cdot (\varphi(x) - b), & \text{если } \varphi(x) < a \text{ или } \varphi(x) > b. \end{cases}$

При этом

$$\partial S(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } a < \varphi(x) < b, \\ (a - b) \cdot \nabla \varphi(x), & \text{если } \varphi(x) = a, \\ (b - a) \cdot \nabla \varphi(x), & \text{если } \varphi(x) = b, \\ 2 \cdot (2 \cdot \varphi(x) - a - b) \cdot \nabla \varphi(x), & \text{если } \varphi(x) < a \text{ или } \varphi(x) > b \end{cases}$$

или, что одно и то же:

$$\partial S(x) = [0, 2 \cdot (2 \cdot \varphi(x) - a - b) \cdot \nabla \varphi(x)].$$

3. Пусть

$$S(x) = (\varphi(x) - a)^2 \cdot (\varphi(x) - b)^2 \cdot \{1 + \text{sign}[(\varphi(x) - a) \cdot (\varphi(x) - b)]\} = 0$$

или

$$S(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } a \leq \varphi(x) \leq b, \\ 2 \cdot (\varphi(x) - a)^2 \cdot (\varphi(x) - b)^2, & \text{если } \varphi(x) < a \text{ или } \varphi(x) > b. \end{cases}$$

При этом:

$$\partial S(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } a \leq \varphi(x) \leq b, \\ 4 \cdot (\varphi(x) - a) \cdot (\varphi(x) - b) \cdot (2 \cdot \varphi(x) - a - b) \cdot \nabla \varphi(x), & \text{если } \varphi(x) < a \text{ или } \varphi(x) > b, \end{cases}$$

или, что одно и то же:

$$\partial S(x) = [0, 4 \cdot (\varphi(x) - a) \cdot (\varphi(x) - b) \cdot (2 \cdot \varphi(x) - a - b) \cdot \nabla \varphi(x)].$$

4. Пусть

$$S(x) = [(\varphi(x) - a) \cdot (\varphi(x) - b)]^p \cdot [(\varphi(x) - a) \cdot (\varphi(x) - b) + (\varphi(x) - a) \cdot (\varphi(x) - b)]^q = [(\varphi(x) - a) \cdot (\varphi(x) - b)]^{p+q} \cdot \{1 + \text{sign}[(\varphi(x) - a) \cdot (\varphi(x) - b)]\}^q = 0$$

или

$$S(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } a \leq \varphi(x) \leq b, \\ 2^q \cdot [(\varphi(x) - a) \cdot (\varphi(x) - b)]^{p+q}, & \text{если } \varphi(x) < a \text{ или } \varphi(x) > b. \end{cases}$$

При этом

$$\partial S(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } a \leq \varphi(x) \leq b, \\ 2^q \cdot (p+q) \cdot [(\varphi(x) - a) \cdot (\varphi(x) - b)]^{p+q-1} \cdot (2 \cdot \varphi(x) - a - b) \cdot \nabla \varphi(x), & \text{если } \varphi(x) < a \text{ или } \varphi(x) > b, \end{cases}$$

или, что одно и то же:

$$\partial S(x) = [0, 2^q \cdot (p+q) \cdot [(\varphi(x) - a) \cdot (\varphi(x) - b)]^{p+q-1} \cdot (2 \cdot \varphi(x) - a - b) \cdot \nabla \varphi(x)].$$

Использование предложенных соотношений типа равенств и их субградиентов позволяет предложить также математические модели с перестраиваемой структурой различных оптимизационных задач и разрабатывать эффективные вычислительные средства для их решения (алгоритмы, пакеты прикладных программ, специализированные вычислители и т.д.), обладающие более гибкими и широкими результативными вычислительными характеристиками, чем их традиционные аналоги.

Литература

1. Трухачев Р.Н., Хоменюк В.В. Теория неклассических вариационных задач. - Л.: Изд-во Ленинградского университета. 1971.-168с.
2. Кларк Ф. Оптимизация и негладкий анализ. М.:Наука,1988. 280с.

кое. Аналогично нами учтена динамика процесса потребления  $O_2$  при мышечном метаболизме и физической нагрузке и сердечного кровотока:

$$\begin{cases} dx_8/dt = (-x_8 + 0.0127u_3 + u_4)/T_4, \\ dx_9/dt = (-x_9 + 7x_8 + 3.759)/T_5, \end{cases} \quad (7)$$

где  $x_8 = Q_4$ ,  $x_9 = Q_c$ ;  $u_4$  — потребление  $O_2$  в покое;  $u_3$  — физическая нагрузка в вт;

$T_4, T_5$  — постоянные времени. Введем векторы состояния системы  $x = \{x_i\}$  ( $i = 1-9$ ), входных возмущений  $u = \{u_j\}$  ( $j = 1-4$ ), выходных параметров  $y = \{y_k\}$  ( $k = 1-3$ ) и уставок  $y = \{y_{k0}\}$  и представим модель дыхательной системы как замкнутую САУ со следующими нелинейными дифференциальными уравнениями:

$$dx/dt = f(x, \Delta y, u), \quad y = g(x, y), \quad \Delta y = y_0 - y,$$

где  $f$  и  $g$  соответственно 9-ти и 3-х мерные вектор-функции.

Численная реализация модели осуществлялась в среде MATLAB с помощью программы ODE 45. Для решения уравнения (5) использовалась подпрограмма Fzero. Имитировались режимы физической нагрузки, 5% содержания  $CO_2$  в воздухе и кислородное голодание. В целом результаты расчетов хорошо согласуются с имеющимися данными в литературных источниках.

#### Литература

1. Гроднев Ф. Теория регулирования и биологические системы. - М.: Мир, 1966. - 246с.
2. Инженерная физиология и моделирование систем организма /Под ред. В.Н. Новосельцева. - Новосибирск: Наука, 1987. - 236с.
3. Теоретические исследования физиологических систем. /Под общ. ред. Н. М. Амосова. - Киев: Наук. Думка, 1977. - 246с.

### К ОПРЕДЕЛЕНИЮ СУЩЕСТВЕННЫХ ПЕРЕМЕННЫХ МЕТОДОМ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

С. Абгарян, С. Кюрегян, Н. Варганян

При построении математических моделей технологических процессов используют статистику наблюдений, на основании которой строят регрессионную модель. Значимость переменных определяют на основании оценок остаточной дисперсии методами корреляционного анализа [1,2], что требует полный или сокращенный перебор переменных, большую статистику и сопряжен с объемными вычислительными процедурами.

Для определения существенных переменных используют метод экспертных оценок, что не требует предварительной статистики. Несмотря на субъективность, известно, что экспертные оценки являются источником информации при решении задач управления. Широкое распространение получил метод рангового порядка, суть которого заключается в следующем [3]. Составляется опросная анкета, содержащая перечень технологических параметров, влияющих на качество конечной продукции, которым независимыми экспертами приписываются соответствующие ранги (места), возрастающие по мере убывания степени значимости. нормальная экспертиза предполагает, что, что каждой переменной присваивается неповторяющийся ранг

Предположим, что  $n$  — количество представленных к экспертизе переменных,  $x_j$  — ранг  $j$ -ой переменной. Тогда сумма рангов каждого  $i$ -го эксперта будет равна:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = n(n+1)/2 \quad (1)$$

В случае, когда эксперт присваивает некоторым переменным одинаковые ранги, сумма рангов эксперта может не совпасть с (1). Тогда представленную ранжировку необходимо привести к условию (1) и построить нормированную таблицу для всех экспертов. В [3] предлагается пересчитать совпадающие ранги, равными среднему значению мест, которые переменные поделили между собой в ранжировке. Однако при этом искажается экспертная оценка, поскольку у экспертов, поставивших одним и тем же переменным повторяющиеся, но разные ранги, окажутся одинаковые ранжировки переменных. Во избежание этого нами предлагается нормировать ранги экспертов с учетом поставленных ими оценок введением нормирующих коэффициентов следующим образом:

$$x_{Nij} = 0.5n(n+1)x_{ij} / \sum_j x_{ij}$$

где  $x_{Nij}$ ,  $x_{ij}$  — соответственно нормированный и реальный ранг  $j$ -ой переменной, присвоенный  $i$ -ым экспертом. Далее расчеты производятся согласно методике [3]. По нормированной таблице определяются сумма рангов и коэффициент весо-

мости по каждой переменной:  $p_j = \sum_{i=1}^m x_{Nij}$ ;  $k_j = \frac{m(n+1) - p_j}{mn}$ , где  $m$  — количество экспертов. Значение  $k_j$  располагается в пределах  $1/n \leq k_j \leq 1$ . Определяется коэффициент согласованности по Кендаллу:

$$W = S / S_{\max} \cdot T_{\text{де}} \quad S = \sum_{j=1}^n [p_j - 0.5m(n+1)]^2;$$

$$S_{\max} = \begin{cases} m^2(n^3 - n)/12 - \text{для нормальной экспертизы, когда мнения} \\ \text{всех экспертов совпадают } (p_j = jm), \\ \left[ m^2(n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m T_i \right] / 12 - \text{для нормированной экспертизы,} \end{cases}$$

$$T_i = \sum_{j=1}^n (t_{ij}^3 - t_{ij}) \quad t_{ij} - \text{количество повторений каждого ранга в } i\text{-ой строке.}$$

Статистическая значимость коэффициента согласованности  $W$  определяется по критерию  $\chi^2$ . Для этого сравнивается расчетное значение  $\chi_p^2 = m(n-1)W$  с табличным  $\chi_{\text{таб}}^2$  при степенях свободы  $\nu = n-1$  и риска. Если  $\chi_{\text{таб}}^2 < \chi_p^2$ , то гипотеза о том, что между ранжировками экспертов существует согласованность, принимается. Тогда ранжировка переменных осуществляется по степени убывания  $k_j$  или возрастания  $p_j$ .

В качестве примера рассмотрено математическое описание флотационного процесса молибдена на Каджаранском обогатительном комбинате, характеризующегося  $n = 11$  переменными. Были учтены оценки  $m = 14$  экспертов, в ранжировках которых присутствовали кратные ранги. Результаты расчетов показали, что между ранжировками экспертов существует согласованность. Однако, нормирование рангов предложенным методом привело к некоторым перестановкам переменных в ранжировке по сравнению с известным методом.

Таким образом, экспертные оценки вносят определенную ясность в выборе значимых переменных при построении статистических моделей процессов.

#### Литература

1. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Статистика, 1973.
2. Hocking R.R., Leshe R.N. Selection of the best subset in regression analysis. Technometrics, 1967, 9, N4, 531-540.
3. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов. (Хартман К., Лецкий О., Шеффер В. И др.). М.: Мир, 1977.

# АНАЛИЗ ДИНАМИКИ АВТОГЕНЕРАТОРНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ МЕТОДОМ МАЛОГО ПАРАМЕТРА

Ю. Манукян

Автогенераторный преобразователь (АГП) представляет собой управляемый электронный автогенератор, который величину взаимоиндуктивности преобразует в величину постоянного тока. Это LC – генератор с трансформаторной положительной обратной связью. Усиленный элемент (УЭ) автогенератора работает с автосмещением по входному напряжению. Нелинейные свойства УЭ обеспечиваются изменением крутизны переходной характеристик и УЭ посредством автосмещения в зависимости от амплитуды колебаний. Изменение взаимоиндуктивности между обмотками трансформатора управляет амплитудой колебаний и соответственно автосмещением. Изменение величины постоянной составляющей выходного тока УЭ служит выходной величиной АГП.

Учитывая рассеяния обмоток трансформатора, получим нелинейные дифференциальные уравнения третьего порядка для замкнутой системы автогенератора

$$\sum a_m u^{(m)} = 0, \text{ где } 0 \leq m \leq 3. \quad (1)$$

Малый параметр находим в виде:

$$\xi = (a_1 a_2 / a_0 a_3) - 1. \quad (2)$$

тогда дифференциальное уравнение (1) с учетом выражения (2) запишем в форме:

$$a_3 u'''' + a_2 u'' + a_{11} u' + a_0 u = -\xi a_{11} u', \text{ где } a_{11} = a_0 a_3 / a_2. \quad (3)$$

В данной нелинейной системе амплитуда и форма колебаний переменны и считаются медленно изменяющимися. Поэтому из способов малого параметра здесь целесообразно применить метод вариации параметров, где варьируемыми параметрами являются амплитуда и фаза колебаний. На основе этого метода получаем дифференциальное уравнение для огибающей амплитуды напряжения в колебательном контуре. Из последнего дифференциального уравнения находим условия устойчивости почти гармонических колебаний.

Полученные дифференциальные уравнения позволяют определить также условия для различного вида релаксационных колебаний.

Передаточная функция АГП определяется динамической структурной схемой, где в цепи прямой передачи имеем зависимость амплитуды колебаний от взаимоиндуктивности. Зависимость автосмещения от амплитуды колебаний образует цепь жесткой отрицательной обратной связи.

Таким образом, получена передаточная функция АГП, выяснены условия устойчивых почти гармонических колебаний, а также релаксационных автоколебаний.

## Литература

1. Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Аналитические методы в теории нелинейных колебаний. Физматгиз, 1958г.

## ОСОБЕННОСТИ АЛГОРИТМОВ ЛИНЕЙНЫХ МОДЕЛЕЙ МНОГОМЕРНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

М. Саркисянц

В работе разработаны как общий подход к построению приближенных математических моделей, так и алгоритмы их реализации на основе экспериментальных данных (векторных временных рядов). Основным объектом исследования являются авторегрессивные системы, описываемые системой (AR) уравнений, которые в компактной форме имеют вид:  $R(s)w = 0$ , где:  $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$  – векторные временные ряды (экспериментальные данные),  $s$  – оператор левого сдвига,  $sw(t) = w(t+1)$ ,  $R(s)$  – полиномиальная матрица. Применяются только детерминированные системы, в которых не подразумевается стохастичность. Основными понятиями являются сложность и несогласованность между моделью и измере-

ниями. Сложность рассматривается как понятие, обратное силе модели, а несогласованность между наблюдаемым временным рядом и моделью показывает, насколько модель  $M$  далека от измерений  $Z$ .

Понятия сложности и несогласованности применяются в двух методах приближенного моделирования. В первом методе фиксируется максимально допустимая сложность. Это сводится к заданию числа (AR) уравнений и их запаздываний и ищется приближенная модель с максимально допустимой сложностью. При втором методе фиксируется максимально допустимая несогласованность, т.е. вычисляется минимально сложная модель, которая объясняет наблюдаемый временной ряд с точностью до максимально допустимой несогласованности, при этом регулируется в основном структура (сложность) выбранной модели так, чтобы достигалось требуемое согласование.

На основе этих методов разработаны два алгоритма приближенного моделирования на основе экспериментальных данных. В алгоритмах вводится оператор ковариации  $\Pi(w)$  временного ряда  $w$ . Берутся ограничения этой матрицы  $\Pi_t(w)$ ,  $t = 0, 1, 2, \dots$

$$\Pi(w) = \begin{bmatrix} ww & wsw & \dots & ws^t w \\ sww & swws & \dots & swws^t w \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s^t ww & s^t wsw & \dots & s^t ws^t w \end{bmatrix}$$

В первом алгоритме фиксируется максимально допустимая сложность, во втором – максимально приемлемая несогласованность и ищется наиболее точная модель из класса моделей. В алгоритмах вычисляются сингулярные значения последовательных ограниченных корреляционных матриц  $\Pi_t(w)$ ,  $t = 0, 1, 2, \dots$  и используются сингулярные векторы для вычисления (AR) соотношений и оптимальной приближенной (AR) – модели. (AR) – соотношения вычисляются поэтапно. Алгоритмы работают с любыми исходными данными  $w$  и опробованы на численном примере. Результаты представлены в табличной форме.

## Литература

1. Виллемс Я.К. Теория систем, математические методы и моделирование. М: Мир, 1989.
2. Карсян Э.В. Современные методы теории автоматического управления. Частотные методы анализа и синтеза многосвязных САУ. Ереван, 1991.

## ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՄԱՆ ՀԻՄՈՒՆԵՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ԱՂԵՏՆԵՐԻ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՈՒՄ Վ.Առուստամյան, Գ.Սարգսյան

Աղետների կառավարումը բավականին բարդ և բազմաթույք գործընթաց է. իր մեջ ներառում է մի շարք կազմակերպությունների գործունեության կառավարման խմբավորում և հետևաբար որոշումների կայացման գործընթացը կարող է լինել հակասական:

Կառավարման գործընթացի մաթեմատիկական մոդելավորման աշխատանքները բավականին աշխատատար են: Դիցուք նշանակենք  $j$ -րդ հիմնարկի ( $j=1, 2, \dots, m$ ), որը մասնակցում է աղետի կառավարման գործընթացին,  $i$ -րդ ( $i=1, \dots, n$ ) որոշումը  $a_{ij}$ , ապա  $m$  բանակի կազմակերպությունների, հիմնարկների կողմից ընդունած որոշումները կկազմեն այն  $A(n, m)$  որոշումների մատրիցը, որը կարող է ուսումնասիրվել միայն հայտնի որոշակի մաթեմատիկական մեթոդներով: Հաշվի առնելով նաև է ժամանակի գործոնը և  $A(n, m)$  որոշումների կախվածությունը է ժամանակից և այն ժամանակային սահմանափակումներից, որն ունի աղետների կառավարման գործընթացը և որոշումների ընդունման հիմնավորման և կատարման հնարավորությունները, խնդիրը կարող է ներկայացվել որպես մինիմիզացիայի խնդիր ըստ ժամանակի և օպտիմիզացիայի խնդիր ըստ գործընթացի:

Յետևաբար որոշման կայացման էֆեկտիվությունը ներկայացնում է մինիմալիստիկ խնդիրը և կարող է ունենալ հետևյալ տեսքը.

$$W(t) = W \left( \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m A_{ij}}{p}, t \right)$$

որտեղ $W(t)$ -ն	վերջնական որոշումն է, որը պետք է ընդունվի ժամանակի որոշակի սահմանում:
$A_{ij}$ -ն	մեկ որոշումն է
$n$ -ը	մեկ կազմակերպության կամ հիմնարկության կայացրած որոշումների քանակն է
$m$ -ը	աղետների կառավարման և հետևանքների վերացման աշխատանքներին մասնակցող կազմակերպությունների կամ հիմնարկությունների քանակն է:
$p$ -ը	ծախսերի քանակը
$t$ -ն	ժամանակը:

Յետևաբար բանաձևից երևում է, որ որոշումների կայացման համար անհրաժեշտ է մինիմացնել որոշումների այդ քանակը, ճիշտ որոշում կայացնելու և սխալների  $\varepsilon$  քանակի հավանականությունը պակասեցնելու համար, քանի որ սխալների  $\varepsilon$  քանակը ուղիղ համեմատական է  $W(t)$  որոշումների թվի մեծացմանը: Որոշումների էֆեկտիվության որոշման համար պետք է օպտիմացնել ծախսերի քանակը և մինիմացնել ժամանակի գործոնը:

*Առաջադրված խնդրի նպատակն է* աղետների կառավարման որոշումների կայացման գործընթացը իրականացնել մաթեմատիկական հիմնավորման ապահովմամբ, ապահովել որոշումների կայացման և իրականացման կառավարման համակարգ, որի հիմնական պահանջներն են՝

1. իրականացման աշխատանքների ինտերակտիվ ռեժիմը,
2. որոշումների կայացման և իրականացման նոր մեթոդների համակարգի ստեղծումն ու գիտական հիմնավորումը,
3. մեծ քանակությամբ տվյալների մշակումն ու բազմաբնույթ ցուցանիշների, սահմանափակումների, գործոնների հաշվառումն ու ներմուծումը,
4. ծրագրային համակարգի կիրառումը որոշումների կայացման գործընթացում և հիմնավորումը,
5. մաթեմատիկական մոդելների կիրառումը աղետների կառավարման իմիտացիոն համակարգի ստեղծման գործընթացում
6. փորձագիտական որոշումների գիտական հիմնավորումը,
7. փաստաթղթավորման աշխատանքների իրականացումը:

$W(t)$  որոշումների ստեղծման և կատարման չափանիշը մաթեմատիկական ներկայացմամբ  $W_{ij}$  վեկտոր է, որի բաղադրիչները ցույց են տալիս որոշումների բազմաբնույթությունը, հակասականության միասնությունը և ազդեցությունների տարբերությունը, որի մաթեմատիկական լուծումների ամբողջությունը կդառնա որոշումների այն փաթեթը, որը հնարավորություն կստեղծի իրականացման:

**ԲԱԶԱՅԻՆ ԿԱՌՈՒՅՎԱԾՔԻ ՏԱՐԻՐԻ ՏԵՂԱԴՐՄԱՆ ՏԵՂԻ ՕՊՏԻՄԱԼ ՄԱՏՐԻՑԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ**  
*Ղ. Դուսիկյան*

Դիտարվում է բազային կառուցվածքի ՏՓԷ-ում ինտեգրալ սխեմաների տեղաբաշխման օպտիմալ մատրիցի  $H$   $M$  որոշումը լարերի գումարային երկարություն (ԼԳԵ) մինիմումի տեսանկյունից:

Դիտարկենք բազային կոնստրուկցիայի տարբեր դեպքեր միա կողմ, երկկողմ և քառակողմ ելքերով:

ԼԳԵ-ն Տ.Փ.Է-ում ներկայացնենք երկու բաղադրիչով:

$$L_m = L_w + L_g \quad (1)$$

որտեղ  $L_w$ -ն արտաքին լարերի գումարային երկարությունն է (էլեմենտներից դեպի կցանին միացնող լարերի գումարը):

$L_g$  -ն ներքին լարերի գումարային երկարությունը, (էլեմենտները իրար միացնող ԼԳԵ-ը)

$$L_w = m(N) \cdot l(N) \quad (2)$$

որտեղ  $m(N) = m_0 \cdot N^p$  արտաքին կապերն են ըստ  $N$ -նտի օրենքի.

$$l(N) = \frac{1}{3} (a + \Delta a) \cdot H \quad \text{արտաքին լարերի միջին երկարությունն է:}$$

Ներքին լարերի գումարային երկարությունը կլինի

$$L_g = m(N) \cdot k(N) \quad (3)$$

որտեղ  $m(N) = m_0 \cdot t \cdot (N - N^p)$  - ներքին կապերի թիվն է, ըստ  $N$ -նտի օրենքի, իսկ

$$l(N) = \frac{1}{3} [(a + \Delta a)H + (b + \Delta b)M] \quad \text{- ներքին լարերի միջին երկարությունն է:}$$

Չափվի առնելով  $m(N)$ ,  $l(N)$  համապատասխան արժեքները միակողմ ելքերով Տ.Փ.Է.-ի համար ԼԳԵ-ն կլինի:

$$L = \frac{1}{3} m_0 [(a + \Delta a)M^p H^{p+1} + t(H \cdot M - H^p \cdot M^p) \{ (a + \Delta a)H + (b + \Delta b)M \}]$$

Օգտվելով  $H \cdot M = N = \text{const}$  պայմանից և Լ.Գ.Ե. ֆունկցիայից գտնենք նրա մինիմումը:

$$\frac{\partial L}{\partial H} = 0, \quad \frac{\partial L}{\partial M} = 0$$

արդյունքում կստանանք:

$$H_{opt} = \frac{t \cdot (b + \Delta b) (N^2 + N^{p+1})}{(a + \Delta a) N^p + t \cdot (N - N^p)} \quad (4)$$

$$M_{opt} = \frac{(a + \Delta a) (N^{p+1} + t \cdot N^2 - t \cdot N^{p+1})}{t \cdot (b + \Delta b) (N - N^p)} \quad (5)$$

Տ.Փ.Է-ի վրա տարրերի տեղադրման կոնֆիգուրացիան կարող ենք բնորոշել  $K = \frac{H}{M}$  հարաբերությամբ:

$$K = \frac{H_{opt}}{M_{opt}} = \frac{t \cdot (b + \Delta b) (N - N^p)}{(a + \Delta a) N^p + t \cdot (N - N^p)} \quad (6)$$

Օգտվելով (6) բանաձևից (4)-ը և (5)-ը արտահայտենք հետևյալ տեսքով.

$$H_{opt} = \sqrt{K \cdot N}, \quad M_{opt} = \frac{N}{\sqrt{K}} \quad (7)$$

Օրինակ 1:

Չափվենք Տ.Փ.Է.-ի տարբեր տեղաբաշխման տեղի մատրիցը երբ  $t=0.5$ , ( $a = b = 1$ ),  $N=100$ ,  $p=0.7$  գտնում ենք (6)  $K_T=0.9$ : Այնուհետև  $H \cdot M=100$  գտնում ենք  $H_{opt}=7.7$ ,  $M_{opt}=13$ : Ընտրում ենք օպտիմալ կոնֆիգուրացիա  $H \cdot M=8 \cdot 13$ :

Օրինակ 2:

$p=0.6$ ,  $N=80$  ըստ (6)-ի, գտնենք  $K_m=0.7$ : Այնուհետև  $H \cdot M=80$  որոշենք  $H=7$ ,  $M=11$  ըստ (7) բանաձևի:

2. երբ բազային կոնստրուկցիան ունի երկկողմանի ելքեր, բազային կոնստրուկցիայի համար Լ.Գ.Ե.

$$L = \frac{1}{3} m_0 [0.5(a + \Delta a) M^p H^{p+1} + t \cdot (H \cdot M - H^p \cdot M^p) \{ (a + \Delta a) H + (b + \Delta b) M \}]$$

Չանգունորեն կստանանք

$$K_T(2) = \frac{H_{opt}}{M_{opt}} = \frac{(b + \Delta b)(N - N^p) \cdot t}{(a + \Delta a)(0.5N^p - t \cdot N^p + N \cdot t)} \quad (8)$$

$$H_{opt} = \sqrt{K_T(2) \cdot N}, \quad M_{opt} = \sqrt{\frac{N}{K_T(2)}} \quad (9)$$

3. Երբ ունենք քառակողմ կցանով բազային կառուցվածք: Լ.Գ.Ե. Տ.Փ.Է. -ում

$$L = \frac{1}{3} m_0 0.2 \{ [(a + \Delta a) H + (b + \Delta b) M] H^p M^p + t \cdot (H \cdot M - H^p M^p) \{ (a + \Delta a) H + (b + \Delta b) M \} \}$$

1-ինին Չանգուն, կստանանք

$$K_T(4) = \frac{H_{opt}}{M_{opt}} = \frac{b + \Delta b}{a + \Delta a}, \quad H_{opt} = \sqrt{K_T(4) \cdot N}, \quad M_{opt} = \sqrt{\frac{N}{K_T(4)}}$$

Ստացված բանաձևերը ճիշտ են տարբեր կառուցվածքային մակարդակների համար նաև (միկրոսխեմա, ինտեգրալ սխեմա, մատրիցային ինտեգրալ սխեմա):

1) Վերլուծության  $\frac{H}{M}$  հարաբերությունը ցույց է տալիս որ  $N$  -ի մեծ արժեքների

դեպքում բազային կոնստուկցիայի չափերը կախված են ինտեգրալ սխեմայի  $a, b$  չափերից և ՏՓԷ-ում նրանց տեղաբաշխման  $a, b$  քայլերից:

2) Երբ  $a=b$ , ապա ցանկալի է  $H = M = \sqrt{N}$  արժեքը:

3) Ընդհանուր դեպքում օգտվում ենք հետևյալ բանաձևից՝

$$\frac{H}{M} = \frac{b + \Delta b}{a + \Delta a}$$

այսպիսով, ստացված բանաձևերը և ֆունկցիոնալ առնչությունները հնարավորություն են տալիս նախագծման վաղ փուլում զնահատելու կառուցվածքի հիմնական պարամետրերը լարերի գումարային երկարության միմիմունի տեսանկյունից:

#### Գրականություն

1. Усикян А. О. Инженерная методика выбора параметров базовых конструкций ЭВМ. Сб. ст. // Информационные технологии и управление 2. Ереван: Поля Тапан. 1998. С. 60-73.

### ՇՐՋԱՆԱԿՈՒՄ ՏՊԱՍԱԼԵՐԻ ՕՊՏԻՄԱԼ ԲԱՆԱԿԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

#### 7. Յուսիկյան

Ենթադրենք դիտարկվում է մեկ տիպաչափի ՏՓԷ-ով իրագործվող ԷՅՍ-ի կոնստրուկցիա, որի ՏՓԷ -ի արտաքին կապերը նկարագրվում են Ռենտի օրենքով, և բոլոր ՏՓԷ-երը ունեն միևնույն  $m_0$ -քանակությամբ էլքեր:

Մոնտաժային լարերի գումարային երկարությունը շրջանակում ներկայացվում է որպես երկու մեծությունների գումար. բոլոր տպասալերի երկարությունների և շրջանակում ՏՓԷ-ի միջև եղած լարերի գումար [1]:

$$L = \frac{2}{3} m_0 \cdot t \cdot N_0 \left[ \sqrt{S \cdot N_0} \cdot Q^{-1/2} + \sqrt{S \cdot N_0} \cdot N_0^{p-1.5} \cdot Q^{1.5-p} \right] \quad (1)$$

որտեղ  $S_{in} = (a + \Delta a)(b + \Delta b)$ ,  $S_{out} = (h + \Delta h)(v + \Delta v)$

Ստացված (1) արտահայտության վերլուծությունը ցույց է տալիս լարերի գումարային երկարության (Լ.Գ.Ե.) կախումը տարրերի  $Q$  քանակից, որն ունի միմիմունի արժեք, Այն որոշվում է

$$\frac{dL}{dQ} = 0 \quad \text{հավասարումից}$$

$$Q_{opt} = \left[ (3 - 2p) \sqrt{\frac{S_{out}}{S_{in}}} \cdot N_0^{p-1.5} \right]^{-1/2} \quad (2)$$

Այժմ օգտվելով շրջանակում մոնտաժային լարերի միջին երկարության հայտնի բանաձևից,

$$L = \frac{1}{3} [(v + \Delta v) \cdot H_{in} + (h + \Delta h) \cdot M_{in}] \quad (3)$$

որոշենք շրջանակում տեղաբաշխված ՏՓԷ-երի հորիզոնական ( $H_0$ ) և ուղղահայաց ( $M_0$ ) շարքերի թիվը:

Օգտվել (3) բանաձևերից և

$$H_0 \cdot M_0 = Q = \frac{N_0}{N} = const$$

պայմանից, որոշենք այն  $H_0$ -ն և  $M_0$ -ն, որոնք կնպաստեն  $L_{opt}$  -ի մինիմացմանը

$$\frac{\partial L}{\partial N_0} = 0, \quad \frac{\partial L}{\partial M_0} = 0$$

Լուծելով այս հավասարումները կստանանք

$$M_{opt} = \sqrt{\frac{(v + \Delta v) \cdot Q}{(h + \Delta h)}} \cdot H_{opt} = \sqrt{\frac{(h + \Delta h)}{(v + \Delta v)}} \cdot Q \quad (4)$$

Շրջանակում Տ.Փ.Է-երի տեղադրման կոնֆիգուրացիան բնութագրվում է  $K = \frac{M_0}{N_0}$

հարաբերությամբ

$$K = \frac{H_{opt}}{M_{opt}} = \frac{v + \Delta v}{h + \Delta h} \quad (5)$$

օգտվելով (5) արտահայտությունից և Ռենտի օրենքից (4) բանաձևերն արտահայտենք հետևյալ բանաձևերով:

$$M_{opt} = \sqrt{K \cdot Q}, \quad H_{opt} = \sqrt{\frac{Q}{K}}, \quad M_{opt} = \sqrt{\frac{N_0}{K \cdot N}}, \quad H_{opt} = \sqrt{\frac{K \cdot N_0}{N}}$$

$$H_{opt} = \sqrt{\frac{N_0}{K \cdot \left(\frac{m}{m_0}\right)^2}}, \quad M_{opt} = \sqrt{\frac{N_0 \cdot K}{\left(\frac{m}{m_0}\right)^2}}$$

Շրջանակում ՏՓԷ-երի շարքերի  $N_0, M_0$  թիվը ֆունկցիոնալ կախվածության մեջ է գտնվում համակարգի  $N_0$  մասշտաբայնությունից, ՏՓԷ ինտեգրացիայի  $N$  աստիճանից, ՏՓԷ-ի  $V, h$  չափերից, ՏՓԷ-ի  $Q$  քանակից, Ռենտի  $P$  ցուցիչից էլեմենտային բազայի էլքերի միջին ( $m_0$ ) թվից:

Օրինակ 1.

EC-1045 ԷՅՍ-ի շրջանակի համար

$$\frac{M_0}{H_0} = \frac{6}{48} = 0,125$$

Ըստ (5)-ի

$$K = \frac{v + \Delta v}{h + \Delta h} = \frac{1,8}{18} = 0,1$$

$K_{20\%} = 0,1$

ուսաստիների քանակը շրջանակում  $Q = 288$  (EC-1045) օգտվելով (4) բանաձևից կստա-

ճանր  $H_{\text{օպտիմ}}=53,66$ ,  $M_{\text{օպտիմ}}=5,3666$  ընտրում են օպտիմալ կոնֆիգուրացիան  $H_0 M_0=48$  6, որպեսզի տեղի ունենա  $H_0 M_0=Q=\text{const}$  պայմանը:

Օրինակ 2.  
 ЕС-1045 էՅԱ-ի պանելի հարաբերությունը  $M_0/H_0=2/24=0,083$   
 Օպտիմալ հարաբերությունը այս մեթոդով

$$\frac{M_{\text{օպտիմ}}}{H_{\text{օպտիմ}}} = \frac{v + \Delta v}{h + \Delta h} = 0,1$$

Պանելում տպասալերի քանակը  $Q=48$   
 Օգտվելով (4) բանաձևերից  $H_{\text{օպտիմ}}=22,543$ ,  $M_{\text{օպտիմ}}=2,17$ : Ընտրում ենք պանելի օպտիմալ կոնֆիգուրացիան  $H_{\text{օպտիմ}} M_{\text{օպտիմ}}=24$  2, որպեսզի բավարարվի  $H_{\text{օպտիմ}} M_{\text{օպտիմ}}=48=\text{const}$  պայմանը:

#### Գրականություն

1. Усикян, Д. О. Инженерная методика выбора параметров базовых конструкций ЭВМ. Сб. ст. // Информационные технологии и Управление 2. - Ереван: Ноян Тапан, 1998. С. 60-73.

### АЛГОРИТМ ПОИСКА КРАТЧАЙШИХ ПУТЕЙ

А. Овасянян

Задача о кратчайшем пути, будучи классической в теории графов, имеет большое прикладное значение в процессе проектирования и функционирования коммуникационных сетей. Обобщением классической задачи о кратчайшем пути является задача определения кратчайшего пути между двумя вершинами графа.

Постановка задачи следующая. Задан неориентированный граф  $\Gamma = (A, W)$ , где  $A$  - множество вершин,  $W$  - множество дуг, которым приписаны некоторые веса, задаваемые матрицей  $C = [c_{sd}]$ ;  $c_{sd} = c_{ds}$ ;  $s, d \in A$ . Требуется определить кратчайший путь  $R_{ij}$  между заданными  $i$ -й и  $j$ -й вершинами при условии, что такой путь существует. Если  $R_{ij}^{(n)} (R_{ij} \subseteq R_{ij}^{(n)} \subseteq A)$  определить как множество вершин, достижимых из  $i$ -й вершины, то условие существования пути  $R_{ij}$  можно записать как  $j \in R_{ij}^{(n)}$ . Предполагается, что  $c_{sd} > 0$  и что в  $R_{ij}$  отсутствуют циклы.

Предполагаемое решение давней задачи основано на методе расстановки меток. Вершинам графа приписываются временные пометки, которые определяют для текущей вершины верхнюю границу длины пути - от  $i$ -й вершины к данной ( $c_{sd}$  интерпретируется как длина пути между  $s$ -й и  $d$ -й вершинами). На каждой итерации алгоритма значения этих пометок постепенно уменьшаются и только одна из временных пометок становится постоянной, т.е. она из верхней границы превращается в точную оценку длины кратчайшего пути из  $i$ -й вершины в рассматриваемую.

Для описания работы алгоритма введем следующие обозначения:  $\alpha_s$  - пометка  $s$ -й вершины ( $s \in A$ ),  $V(s)$  - множество дуг, входящих или выходящих из  $s$ -й вершины ( $V(s) \subseteq W$ ),  $B$  - множество вершин, имеющих постоянные пометки.

Алгоритм поиска кратчайшего пути из  $i$ -й вершины в  $j$ -ю работает следующим образом.

Присвоение начальных значений.

Шаг 1. Установить  $\alpha_i = 0$  и считать эту пометку постоянной. Установить  $\alpha_s = \infty$  для всех несмежных с текущей вершиной, для которых  $s \neq i$ , и считать эти пометки временными. Установить  $d = i$ ;  $B = \{i\}$ .

Обновление меток.

Шаг 2. Для всех вершин  $s \in V(d)$ , пометки которых временные, изменить пометки в соответствии со следующим выражением:

$$\alpha_s = \min[\alpha_s, (\alpha_d + c_{ds})].$$

Превращение метки в постоянную.

Шаг 3. Среди всех вершин с временными пометками найти такую  $k$ -ю вершину, для которой

$$\alpha_k = \min_{s \in A \setminus B} \alpha_s.$$

Шаг 4. Считать пометку  $\alpha_k$  постоянной и установить  $d = k$ ;  $B = B \cup k$ .

Шаг 5. Если  $d = j$ , т.е. все вершины отмечены как постоянные ( $B = A$ ), то  $\alpha_d$  - длина кратчайшего пути  $R_{ij}$ .

Останов.

Если  $d \neq j$ , т.е. еще имеются временные пометки, то перейти к шагу 2.

В процессе работы описанного выше алгоритма выполняется  $n(n-1)/2$  операций сложения и сравнения на шаге 2 и столько же операций сравнения на шаге 3. То же количество операций сравнения на шагах 2 и 3 требуется для определения временных пометок. С целью сделать алгоритм более оптимальным в шаге 3 используется сортировка по методу шелла, что позволяет уменьшить число операций сравнения. Основная идея сортировки по шеллу заключается в том, что сначала сравниваются удаленные элементы, а не смежные, как в обычных методах сортировки. Это приводит к быстрому устранению большей части неупорядоченности и сокращает дальнейшую работу. Интервал между элементами постепенно сокращается до единицы и тогда сортировка фактически превращается в метод перестановки соседних элементов.

Как только будут определены длины кратчайших путей от  $i$ -й вершины, сами пути легко вычислить с помощью рекурсивной процедуры в соответствии с формулой

$$\alpha_s + c_{sd} = \alpha_d,$$

где предполагается, что  $s$ -я вершина непосредственно предшествует  $d$ -й в кратчайшем пути  $R_{ij}$ ; при этом вычисления начинаются с  $d = j$ , а заканчиваются, когда  $s = i$ .

Если кратчайший путь от  $i$ -й вершины до любой другой является единственным из множества возможных кратчайших путей, то дуги этого пути образуют ориентированное дерево с корнем в  $i$ -й вершине. Если существует несколько путей (которые ранжированы по возрастанию: 1-й кратчайший путь, 2-й кратчайший путь и т.д.), то указанное выше соотношение будет выполняться более чем для одной вершины  $s$ . В этом случае имеется возможность определить все и выбрать  $k$  наиболее коротких путей.

#### Литература

1. Berge C. The theory of graphs and its applications. Wiley, New York, 1962.
2. Harary F. Graph theory, Addison Wesley, Reading, Mass., 1969.
3. Дэвис Д., Барбер Д., Прайс У., Соломоновичес С., Вычислительные сети и сетевые протоколы.-М: Мир, 1982.
4. Ялбых Г. Ф., Столяров Б. А. Оптимизация информационно-вычислительных сетей.-М.: Радио и связь, 1987.

СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РАЗГРУЗОЧНЫХ УСТРОЙСТВ

Э. Мхитарян, М. Яхшибекян

Анализ оптимальной структуры системы автоматического регулирования (САР) определяет выбор ее элементов, их взаимосвязи и параметров таким образом, чтобы обеспечить максимальную производительность разгрузчика при заданных значениях надежности системы управления, либо максимальное значение надежности САР при заданной производительности. Из теории оптимального управления вытекает эквивалентность обоих условий, поэтому критериями оптимальности являются производительность и надежность.

При создании САР целесообразно обеспечить минимум приведенных затрат путем оптимального выбора схемы управления, аппаратов и режимов работы. Основная трудность, при выполнении расчетов, представляющие собой поиск оптимума в пространстве нескольких переменных, заключается в метризации этих переменных и последующем отыскании зависимости составляющих приведенных затрат от метризованных переменных.

Решение многофакторных задач оптимизации может быть выполнено по одному из существующих алгоритмов, однако, отразить в составляющих приведенных затрат различные варианты построения структуры системы, возможности выбора аппаратов в пределах одной структуры системы, различные режимы работы, которые должны быть описаны в пространстве нескольких параметров - чрезвычайно затруднительно. Решение задачи оптимизации разбивается на несколько ступеней: сначала отыскивается оптимальная структура, затем для найденной структуры выбирается наилучшая аппаратура и, наконец, для уже полученной схемы отыскиваются оптимальные режимы работы. В каждом случае необходимо принимать такую методическую схему расчета, которая наиболее полно соответствует реальным условиям задачи. В работе принят в качестве основного критерия - критерий надежности.

Вопрос о надежности самонастраивающихся систем в определенной зоне показателя сложности решается исходя из функций выгода и ущерба, где функция ущерба рассмотрена как сумма двух составляющих: зависящую от капиталаложений и интенсивности отказов системы. При рассмотрении интенсивности отказов системы последовательность операций должна быть следующей: 1. оценка зависимости ущерба от интенсивности отказов; 2. оценка зависимости интенсивности отказов от настройки системы; 3. оценка зависимости настройки от сложности системы; 4. совместное решение полученных уравнений.

Имея коэффициент внешнего простоя и среднее время ремонта, можем оценить первую зависимость.

Для определения второй оценки следует рассчитать зависимости основного параметра распределения мощности при использовании САР от среднеквадратической погрешности нагрузки без САР и установить его взаимосвязь с интенсивностью отказов.

Для определения третьей оценки необходимо установить зависимость сложности системы от заданного настроечного параметра - точности системы, где сложность системы включает в себе сумму двух составляющих: число элементов системы и число связей между ними. Выписывая совместно полученные выражения для трех видов оценок, производим выбор эксплуатационной надежности самонастраивающейся системы на этапе проектирования, т.е. определяем величину  $\lambda_{опт}$ , удовлетворяющую совокупности поставленных выше условий. Значение  $\lambda_{опт}$  позволяет произвести выбор аппаратов и машин таким образом, чтобы расчетное значение интенсивности отказов удовлетворяло условию  $\lambda_{р.с} \leq \lambda_{опт}$ .

Таким образом, регулирование частоты вращения вспомогательных двигателей с целью стабилизации нагрузки на валу главного двигателя приводит не только

ко к увеличению производительности и надежности, но и к снижению уставовленной мощности двигателя и сокращению затрат на электрооборудование. Такая стабилизация осуществляется тем сложнее, чем точнее необходимо стабилизировать нагрузку.

ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԱՅԻՆ ՏՐՈՂՈՒՄԸ ՀԻԵՐԱՐԻՆԻԿ ԲԱԶՄԱՄԱԿԱՐԳԱԿ ՍՈՂԵԼԱՎՈՐՄԱՆ ԴԵՊՈՒՄ

Ս. Բալասանյան, Վ. Բալասանյան, Ս. Համբարձումյան

Հուսալիության հաշվառմամբ բարդ տեխնիկական համակարգերի գործունեության արդյունավետության հետազոտման նպատակով նմանակային մոդելավորման լայն կիրառությանը խոչընդոտող կարևոր հիմնահարցերից է համակարգերի հնարավոր վիճակների անջափ աճի հաղթահարումը: Այս հիմնահարցի արդյունավետ լուծման գործնական ուղիներից է համակարգի նմանակային մոդելի հիմքում հիերարխիկ բազմամակարդակ (ստրատիֆիկացված) նկարագրության հայեցակարգի վրա հիմնված պրոբեմակոմբինոշիված մաթեմատիկական սխեմայի [1, 2] կիրառումը:

Հիշյալ հայեցակարգի էությունը այն է, որ հետազոտվող համակարգի գործունեությունը նկարագրվում է  $n$  թե մեկ բարդ մոդելով, այլ համեմատաբար պարզ մոդելների հիերարխիայով  $\{S^{\mu} : \mu = \overline{1, k}\}$ , որոնցից յուրաքանչյուրը նկարագրում է մոդելավորվող համակարգի գործունեությունը վերացարկման կամ մանրամասնման որոշակի մակարդակի վրա:

Նկարագրման յուրաքանչյուր  $\mu$ -րդ մակարդակի վրա մոդելավորվող համակարգը, որը ներկայացվում է միմյանց հետ փոխկապված  $(\mu - 1)$ -րդ մակարդակի  $E_i^{\mu-1}, i \in \{1, 2, \dots, p_{\mu-1}\} = I^{\mu-1}$  ենթահամակարգերի համախմբության տեսքով, տրոհվում է  $\mu$ -րդ մակարդակի, ավելի խոշոր  $E_i^{\mu}, i \in \{1, 2, \dots, p_{\mu}\} = I^{\mu}$  ենթահամակարգերի, որոնք նկարագրության հաջորդ մակարդակի վրա դիտվում են որպես համակարգի նոր բաղադրամասեր:

Գործնականում մեծ հետաքրքրություն է ներկայացնում նկարագրության յուրաքանչյուր մակարդակի վրա համակարգի տրոհման խնդիրը: Որոշ դեպքերում համակարգի կազմակերպման եղանակը կամ մոդելավորման նպատակը որոշում են համակարգի տրոհման ձևը: Սակայն շատ դեպքերում դա բավականին դժվար խնդիր է, որը նկարագրման յուրաքանչյուր  $\mu$ -րդ մակարդակում կարելի է ձևակերպել այսպես.  $(\mu - 1)$ -րդ մակարդակի միմյանց հետ փոխկապված ենթահամակարգերի համախմբության տեսքով տրված համակարգը անհրաժեշտ է տրոհել ավելի խոշոր  $\mu$ -րդ մակարդակի ենթահամակարգերի այնպես, որ առավելագույնս պարզեցվի  $\mu$ -րդ մակարդակի վրա ողջ համակարգի մաթեմատիկական նկարագրությունը:

Որպես ընդհատ գործունեության համակարգի նկարագրության բարդության չափանիշ հաճախ օգտագործում են նկարագրման ենթակա հնարավոր վիճակների քանակը: Այդ չափանիշի կիրառության դեպքում համակարգի օպտիմալ տրոհման խնդիրը կարելի է ձևակերպել այսպես:

Պիցուք համակարգը  $\mu$ -րդ մակարդակում տրված է  $G^{\mu}(E^{\mu-1}, I^{\mu-1})$  գրաֆի տեսքով, որտեղ  $E^{\mu-1} = \{E_i^{\mu-1} : i \in I^{\mu-1}\}$ , գրաֆի գագաթների բազմությունն է, իսկ  $I^{\mu-1}$ -ը այդ գագաթները միացնող աղեղների բազմությունն է: Յուրաքանչյուր  $I^{\mu-1}$  աղեղին, որը դուրս է գալիս  $E_i^{\mu-1}$  գագաթից, համապատասխանության մեջ դնենք  $E_j^{\mu}$  ենթահամակարգի հնարավոր վիճակների  $p_j \geq 2$  քանակը:

Ֆիքսենք  $E_i^{\mu}$  գագաթների բազմության որևէ  $\theta$  տրոհում  $\theta = \{E_i^{\mu(\theta)} : i \in I^{\mu}\}$ : Յուրաքանչյուր  $E_i^{\mu(\theta)}$  ենթահամակարգի հնարավոր վիճակների թիվը  $\rho_i^{\mu}$  որոշվում է որպես այդ ենթահամակարգում ընդգրկված  $E_i^{\mu-1} \in E_k^{\mu(\theta)}, (k = \overline{1, m_i^{\theta}})$  ենթահամակարգերի հնարավոր

վիճակների թվերի և  $(\mu-1)$ -րդ մակարդակի այն  $E_j^{\mu-1}$  ենթահամակարգերի վիճակների արտադրյալ, որոնք չեն պատկանում տվյալ ենթահամակարգին  $E_j^{\mu-1} \notin E_k^{(\mu)}$ ,  $(j = \overline{1, q_k^\mu})$ , բայց որոնցից աղեղներ են ուղղված  $E_k^{(\mu)}$  զագաթին.

$$\rho_k^\theta = \prod_{i \in C_k^\theta} \rho_i \prod_{j \in D_k^\theta} \rho_k \quad (1)$$

որտեղ  $C_k^\theta = \{i: E_i^{\mu-1} \in E_k^{(\mu)}\}$ ,  $D_k^\theta = \{j: E_j^{\mu-1} \in E_k^{(\mu)} \& E_j^{\mu-1} \notin E_k^{(\mu-1)}\}$ .

Քանի որ նման տրոհման ժամանակ  $M$ -րդ մակարդակում համակարգի հնարավոր վիճակների թիվը որոշվում է որպես նրա կազմի մեջ ընդգրկված ենթահամակարգերի վիճակների թվի գումար, ապա տրամաբանական է պահանջել, որ տրոհումը լինի հետևյալ խնդրի լուծումը.

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{k=1}^{\mu} \rho_k^\theta \rightarrow \min_{\theta \in \Theta} \\ 1 < P_\mu < P_{\mu-1} \end{array} \right. \quad (2)$$

որտեղ  $\theta$ -ն համակարգի հնարավոր տրոհումների բազմությունն է:

Ընդհանուր դեպքում դրված (2) ամբողջաթիվ ոչ գծային ծրագրավորման խնդրի անալիտիկական լուծումը, որը պատկանում է կոմբինատորային խնդիրների դասին, կապված է լուրջ դժվարությունների հետ:

Չաչվի առեղծված այդ հանգամանքը ներկա շախատանքում քննարկվել են վերոհիշյալ խնդրի մասնավոր դեպքեր, որոնց համար մաթեմատիկորեն ձևակերպվել են օպտիմալ տրոհման խնդիրները և ստացվել են անալիտիկական լուծումները: Այդ լուծումների վերլուծության, քննարկման և ընդհանրացման արդյունքում մշակվել են գործնական հանձնարարականներ, որոնք կարող են օգտակար լինել համակարգերի ստրատիֆիկացված նկարագրման դեպքում:

Մշակված հանձնարարականները օգտագործվել են լեռնահարստացման արտադրական գործընթացի հիերարխիկ մոդելի կառուցման ժամանակ:

#### ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Balasanian S.Sh. Hierarchical simulation model for the analysis of functioning efficiency of complex systems. - In Proceedings European Simulation Symposium. Dresden, 1992, P.78-83.
2. Баласаян С.Ш., Гадевосян Г.В. Эвристический алгоритм структурной декомпозиции дискретных систем при стратифицированном моделировании. Известия НАН РА и ГИУА, серия техн. наук, том L, №3, 1997, Ереван с.226-232.

#### НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАГНИТОУПРУГОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА

С. Манукян, А. Бабян

Акселерометры широко используются для измерения ускорения на кораблях, самолётах, ракетах, автомобилях при их испытаниях и эксплуатации, а также служат чувствительным элементом автопилотов и гироскопов. Интегрированием выходного сигнала акселерометра определяют другие параметры движения - скорость и перемещение.

Параметры движения - векторные величины. Поэтому их определяют путем измерения составляющих векторов по осям выбранной системы отсчета.

В настоящее время используются однокоординатные магнитоупругие акселерометры. В этих акселерометрах с помощью инерционной массы ускорение преобразуется в усилие, которое измеряется магнитоупругим датчиком усилия. Одна-

ко, однокоординатные магнитоупругие акселерометры измеряют только одну составляющую вектора ускорения, следовательно не обеспечивают высокую точность измерения. Высокую точность измерения имеют двухкоординатные акселерометры, которые дают информацию о двух составляющих вектора ускорения.

В двухкоординатных акселерометрах используются два однокоординатных акселерометра, установленных во взаимно перпендикулярных плоскостях.

Акселерометры измеряют две составляющие вектора ускорения, выходные сигналы которых подаются на счетно-решающее устройство. С помощью последнего определяются угол  $\alpha$  и модуль вектора ускорения, согласно следующим выражениям

$$\alpha = \arctg \frac{U_1}{U_2}; \quad U_B = k \sqrt{U_1^2 + U_2^2},$$

где  $U_1, U_2, U_B$  - выходные сигналы акселерометров,

$\alpha$  - угол между составляющими вектора ускорения,

$k$  - масштабный коэффициент.

Рассмотренный двухкоординатный акселерометр имеет сложную конструкцию и большие габариты. Это обусловлено с применением двух однокоординатных акселерометров и устройства для их установки во взаимно перпендикулярных плоскостях.

С целью упрощения конструкции и повышения точности измерения, авторами доклада разработана и исследована двухкоординатный силоизмерительный магнитоупругий датчик, обеспечивающий измерение двух составляющих вектора ускорения. Применение этого датчика упрощает конструкцию и повышает точность измерения.

В докладе приводятся функциональная схема двухкоординатного акселерометра, принципиальная схема двухкоординатного силоизмерительного магнитоупругого датчика и схема замещения магнитной цепи датчика. Магнитная цепь имеет дифференциальную схему, что обеспечивает высокую точность.

Проведены теоретические исследования магнитной цепи датчика.

Получены основные теоретические соотношения.

При исследованиях магнитной цепи использовалась компьютерная программа, разработанная в математической лаборатории ГИУА. Применение этой программы позволяет без проведения многочисленных и дорогостоящих опытов выбрать оптимальные размеры магнитопровода датчика, размеры инерционной массы груза и величину тока возбуждения обмотки при заданных пределах измерения.

#### Литература

1. Манукян С.А., Манукян И.Р. Двухкоординатный измеритель натяжения. Патент РФ №1377631, 1993. - 4 с.
2. Манукян С.А., Гамбарян А.А., Исследование двухкоординатного магнитоупругого измерителя натяжения //Изв.НАН РА и ГИУА, сер. ТН. 2000. Т.53, №2, С.206-211:
3. Левшина Е.С., Новицкий П.В. Электрические измерения физических величин, измерительные преобразователи. -М: Энергоатомиздат, 1983. 320с
4. Спектор С.А., Электрические измерения физических величин, методы измерения. -М: Энергоатомиздат, 1987. 320с
5. Шишкинский В.И. Магнитоанизотропные монолитные силоизмерители. -М: Машиностроение, 1981. 80с.

#### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕРВАЛОВ ЭКГ

М. Мурадян, В. Мовсесян, Р. Мовсесян

Анализ ЭКГ во временной области в основном предполагает определение амплитуд зубцов и длительности сегментов. Определение продолжительности от-

дельных интервалов сводится к выявлению моментов времени, где происходит излом временной функции сигнала. Для решения проблемы автоматизированного измерения интервалов электрокардиограммы в постоянное время применяют различные математические методы, из которых наибольшее распространение получили методы второй производной, минимума средних квадратов (МСК) и максимума остаточного квадрата (МОК).

Суть метода второй производной заключается в том, что в точках излома сигнала вторая производная имеет максимальное значение. Для применения этого метода при цифровой обработке сигналов вторая производная заменяется второй разностью, которая вычисляется во всех точках ЭКГ по следующему алгоритму:

$$y(n) = \sum_{i=0}^2 h(i)x(n-i) = x(n) - 2x(n-1) + x(n-2) \quad (1)$$

где  $x$ ,  $y$  - оцифрованный кардиосигнал и его вторая разность фильтра,  $n$  - дискретное время,  $h = [1 \ -2 \ 1]$  - импульсная функция цифрового фильтра, который называется также 2 диф. фильтром. Непрерывное время  $t = nT$ , где  $T$  - шаг дискретизации сигнала по времени.

В методе МСК сигнал на длине скользящего интервала длиной  $N$  точек аппроксимируется параболой  $ai^2 + bi + c$ . Утверждается, что в точках излома коэффициент  $a$  имеет максимальное абсолютное значение. Коэффициенты параболы определяются из следующего условия:

$$F(n) = \sum_{i=0}^{N-1} (x(n-i) - a(n) \cdot (n-i)^2 - b(n) \cdot (n-i) - c(n))^2 = \min \quad (2)$$

решение которого дает оценки  $a(n)$  в виде алгоритма соответствующего следующему линейному цифровому фильтру:

$$\hat{a}(n) = \frac{\sum_{i=-N/2}^{N/2-1} x(n-i) \cdot i^2 - \sum_{i=-N/2}^{N/2-1} x(n-i) \sum_{i=-N/2}^{N/2-1} i^2}{\sum_{i=-N/2}^{N/2-1} i^4 - \frac{1}{N} \left( \sum_{i=-N/2}^{N/2-1} i^2 \right)^2} \quad (3)$$

В методе МОК ЭКГ на скользящих интервалах аппроксимируется отрезками прямой  $ai + b$ . Коэффициенты  $a$  и  $b$  определяются из (2) заменяя параболу на прямую. Максимуму ошибки аппроксимации (2) соответствует точка излома сигнала. Этому алгоритму соответствует нелинейное разностное уравнение:

$$F(n) = \sum_{i=-N/2}^{N/2} x^2(n-i) - \frac{\left( \sum_{i=-N/2}^{N/2} x(n-i) \cdot i \right)^2}{\sum_{i=-N/2}^{N/2} i^2} - \frac{\left( \sum_{i=-N/2}^{N/2} x(n-i) \right)^2}{N} \quad (4)$$

Обычно, сигнал, который измеряется и подвергается аналого-цифровому преобразованию для ввода в компьютер, сопровождается шумами измерения и помехами. На выходе фильтра трудно отличить моменты излома сигнала от ложных переходов. Для подавления шумов и достижения большей шумовой устойчивости в методах МСК и МОК можно расширить базу скользящего интервала, а в методе второй производной применить дополнительный сглаживающий фильтр. Полученные оценки сравниваются с некоторым порогом, который определяется из требуемой достоверности оценок. При этом вместе со сглаживанием шумов сглаживается и полезный сигнал, что может привести к потерям некоторых точек излома сигнала. Поэтому с расширением базы необходимо увеличивать частоту дискретизации сигнала.

Для оценки и сравнения шумовой устойчивости разных методов можно использовать единый испытательный сигнал, например, сигнал типа "угол" или типовая ЭКГ. Помехи можно представить как сумму сетевых помех (50 и 100 Гц) и широкополос-

ного некоррелированного шума. Разные методы следует сравнивать и по сложности реализации вычислительного алгоритма, что весьма существенно при построении цифровых электрокардиографов на базе однокристальных микроконтроллеров.

Исследование шумовой устойчивости методов определения точек излома кардиосигнала, проводилось с использованием средства языка программирования МАТЛАБ. В качестве критерия характеризующего шумовую устойчивость, использовалось отношение минимального значения параметра, характеризующего наличие излома к среднеквадратичному отклонению шума. Результаты проведенного моделирования показывают, что с точки зрения выделения точек излома и по шумовой устойчивости рассмотренные три метода имеют схожие свойства.

Однако, при использовании комбинированных цифровых фильтров, состоящих из 2 диф. фильтра и сглаживающего перекурсивного фильтра с прямоугольной импульсной функцией, достигается полное подавление сетевых помех и фильтр имеет только нулевые и единичные весовые коэффициенты. Последнее обстоятельство существенно упрощает реализацию вычислительного алгоритма.

Исходя из вышеприведенного анализа, наш выбор остановился на методе комбинированного 2 диф. фильтра и сглаживающего фильтра с прямоугольной импульсной функцией.

## ԻՆՏԵԳՐԱԼ ՍԻՆԵՄԱՆԵՐԻ ՊԱՏՐԱՍՏԱՆԸ ԺԱՄԱՆԱԿԱԿԻՑ ՄԵԹՈԴՆԵՐՆ ՈՒ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԸ

### Կ. Նազարյան

ԻՍ-երի մշակման գործընթացի հիմնական քայլերը

Ժամանակակից ԻՍ-երի մշակման գործընթացը կարելի է բաժանել հետևյալ քայլերի [1, 2, 3]՝

Առաջին քայլը կարող է թվալ տրիվիալ, բայց այն կարևոր է և պետք է հաշվի առնել: Այս քայլում ճարտարագետը պետք է կարողանա պարզել, թե օգտագործողի ինչ կարիքների ԻՍ-ն պետք է բավարարի, համակարգի որ հատկություններն են անհրաժեշտ ապահովել, տվյալ համակարգի պատրաստման ինչ հնարավորություններ կան, ինչ կարծենա այն և այլն:

Մշակման գործընթացի երկրորդ քայլը մշակման ստրատեգիայի ընտրությունն է: Այս քայլում պետք է որոշվի, օրինակ, անալոգային, թե՛ թվային ԻՍ-երն են նախընտրելի, երկրե՛ն թե՛ դաշտային տրանզիստորներով սխեմաները կարողարացնեն, ինչ սնուցման լարում է պահանջվում և այլն: Բարդ համակարգերի դեպքում ԻՍ-ի իրականացումը բաժանվում է առանձին մասերի կամ մոդուլների: Այդ մոդուլները մշակվում են այնպես, որ հնարավոր լինի առանձին-առանձին ստուգել դրանց աշխատանքը: Խնդրի լուծման կազմակերպումը այս եղանակով հեշտացնում է ԻՍ-երի սինթեզը, մոդելավորումը, թեսթավորումը և աշխատանքի գնահատումը:

Այնուհետև անհրաժեշտ է զբաղվել կոնկրետ մոդուլների իրականացմամբ: Այս քայլում է, որ մշակվում է ԻՍ-երի հիմնական ֆունկցիոնալ բովանդակը: Ժամանակակից տեխնոլոգիան ջունկիտիթերային ծրագրային փաթեթների կիրառմամբ հնարավորություն է տալիս անհամեմատ հեշտացնել նույնիսկ գեր մեծ ԻՍ-երի մշակումը [2, 3]: Օրինակ կան բազմաթիվ մեղ-մասնագիտացված ծրագրային փաթեթներ, որոնք նախատեսված են ԻՍ-երի սինթեզի (համադրյցների ֆունկցիոնալ կամ կառուցվածքային նկարագրմամբ), մոդելավորման, թեսթավորման, փափեթավորման համար: Դրանցից են օրինակ VHDL, Verilog HDL (նախատեսված են միայն թվային սխեմաների համար), Spice (կարող է մոդելավորել թե անալոգային թե թվային ԻՍ-եր տրանզիստորային մակարդակով): Մշակելով ԻՍ-ի մոդելը այդ ծրագրերի օգնությամբ հնարավոր է լինում այն մոդելավորել առանց սխեմայի պատրաստման: Այս քայլում է, որ ուսումնասիրվում և դիտարկվում է սխեմայի աշխատանքային բնութագրերն ու անհրաժեշտ պարամետրերը:

Հաջորդ քայլում իրականացվում են բազմաթիվ ստուգումներ և ուղղումներ: Այստեղ ի հայտ են գալիս ճարտարագետ մշակողի հիմնական հմտություններն ու ընդունակությունները:

Վերջին քայլում պատրաստվում և ստուգվում է տվյալ սխեման կամ համակարգը (իհարկե, կրկին քոմպիլոբերի կիրառմամբ): Առանձին մոդուլները միացվում են, ձևավորելով ամբողջական համակարգը: Այնուհետև տվյալ ԻՍ-ն ամրացվում է տպասալիկի վրա: Վերջում, իհարկե կրկին ստուգվում է սխեմայի աշխատանքը:

*Ղաշտային ծրագրավորումով տրամաբանական տարրերի մատրիցը և հատուկ նշանակության ինտեգրալ սխեմաներ*

ԻՍ-երի պատրաստման ժամանակակց տեխնոլոգիան հնարավորություն է տալիս քոմպիլոբերային զանազան փափեթների օգնությամբ կարծ ժամանակում մշակել ու քես-բավորել քվային ՊՄԻՍ: Ներկայումս ԻՍ-երի մշակման գործընթացում իր մեծ դերն ունի ղաշտային ծրագրավորումով տրամաբանական էլեմենտների մատրիցը (ԴՕՏԷՍ) [4]: Ապարատային նկարագրումով գրված կոդերը ծրագրավորում են ԴՕՏԷՍ-ն այնպես, որ այն իրականացնի՝ համապատասխան ապարատային ֆունկցիան: Այսպես հնարավոր է լինում պատրաստել ցանկացած քվային ԻՍ, քանի որ դրա համար անհրաժեշտ բոլոր տրամաբանական էլեմենտներն ու տրիգերները ընդգրկված են ԴՕՏԷՍ-ում: Սինտույն ԴՕՏԷՍ-ն կարող է վերածրագրավորվել բազմաթիվ անգամ:

Ի տարբերություն ԴՕՏԷՍ-ի, հատուկ նշանակության ինտեգրալ սխեմաները (ՅՆԻՍ) [5] կիսաֆաբրիկատ ԻՍ-եր են, որոնցում բացակայում են տրանզիստորների և այլ կիսահաղորդչային էլեմենտների միացումները, այսինքն մնում է իրականացնել միայն վերջին լիտոգրաֆիան, որը արտաքին մետաղական շերտի քայքայումից հետո կմիացնի համապատասխան էլեմենտները և բնականաբար ԻՍ-ն կիրականացնի անհրաժեշտ ֆունկցիա: Այս առումով ՅՆԻՍ-երը ավելի ճկուն են, քանի որ կարելի է գործ ունենալ ոչ միայն տրամաբանական էլեմենտների հետ այլև՝ տրանզիստորների հետ, այսինքն կարելի է նաև իրականացնել անալոգային ԻՍ-եր: Չնայած ակնհայտ է, որ այս եղանակով ԻՍ-երի մշակումը ավելի շատ պատասխանատվություն է պահանջում, սակայն այն ավելի էժան է մեծաքանակ ԻՍ-երի, քան ԴՕՏԷՍ-ի պատվիրման դեպքում: Այդ պատճառով ժամանակակից ԻՍ-երի մակետը պատրաստվում է ԴՕՏԷՍ-ով (ուսենալով միայն մեկ հատ), հետագոտվում, այնուհետև անցում է կատարվում ՅՆԻՍ-երին: Թե ԴՕՏԷՍ-երի և քե ՅՆԻՍ-երի դեպքում ապարատային նկարագրման լեզուները համադրելի են: Այդ պատճառով հնարավոր է լինում հեշտությամբ անցում կատարել մի դեպքից մյուսին: Ամեն մի ԻՍ-եր արտադրող ձեռնարկություն մշակողներին տրամադրում է իր արտադրական տեխնոլոգիային համապատասխան էլեմենտների ծրագրային գրադարաններ [2], որոնք իրենց հերթին հեշտացնում են մշակման պրոցեսը:

Այսպիսով, կարելի է պնդել, որ ժամանակակից ԻՍ-երի մշակումն ու հետագոտումը հնարավոր չէ պատկերացնել առանց մասնագիտացված ծրագրային փաթեթների կիրառման, որոնք կատարելագործվում ու զարգանում են ժամանակակից տեխնոլոգիայի զարգացմանը զուգընթաց:

- [1]. Keating, Michael, and Bricaud, Pierre, *Reuse Methodology Manual for System-on-a-Chip Designs*, Kluwer Academic Publishers, MA, 1998.
- [2]. Alfred L. Crouch, *Design-For-Test For Digital IC's and Embedded Core Systems*, Prentice Hall, MA, 1999.
- [3]. Cilelli, Michael D., *Modelling, Synthesis and Rapid Prototyping with the Verilog HDL*, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1999.
- [4]. Ingo Cyliax, *Designing With Fpga/Cpld*, Prentice Hall, MA, 2000.
- [5]. Smith, Michael J. S. *Application Specific Integrated Circuit*, Addison Wesley, MA, 1997.

**ԻԶԳ-ի ԱՆԱՈՒԳԱՅԻՆ ՑՈՒՑԱՌԻՆՔԱՅԻՆ ՀԱՆԳՈՒՅՑ ԸՆԴՀԱՏՈՒՄ  
ՍԱՆԴՂԱԿԱՅԻՆ ՑՈՒՑԱՍԱՐՔԵՐՈՎ  
Ա.Շաղգամյան, Խ.Սամիկոնյան, Ն.Ստեփանյան**

Ընդհատում սանդղակային ցուցասարքերը (ԸՍՑ) լայն տարածում են ստանում չափիչ սարքերում շնորհիվ փոքր չափսերի, մեխանիկական ազդեցությունների նկատմամբ

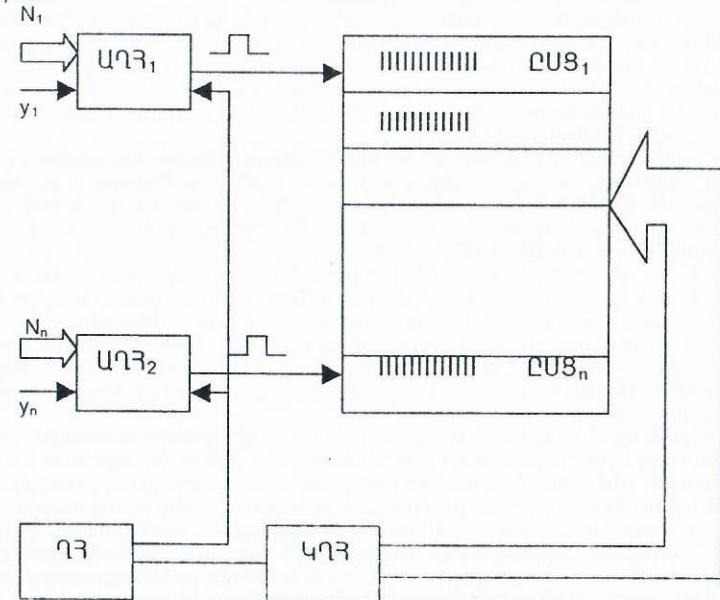
կայունության և սարքերի հավաքման ու ստուգման գործընթացների ավտոմատացման հնարավորության [1]: Այդպիսի սարքերի շահագործումը ապացուցել է չափիչ ինֆորմացիայի բնկալման արդյունավետությունը: Դրանց կառուցվածքը հնարավորություն է տալիս պատրաստել հարթ ցուցմունքային հանգույց մի քանի ԸՍՑ-ներով, որի վրա կարելի է պարզորոշ տեսնել հսկվող պարամետրերի փոփոխությունների պատկերը: Լայն տարածում են ստացել գազային ԸՍՑ, որոնց գործողության սկզբունքը նկարագրված է [2]-ում, նշենք միայն, որ այն իրենից ներկայացնում է գծային դեկատորն, որում տեղի է ունենում գազային պարպման տեղափոխում մի էլեկտրոդային բջջից հաջորդը: Էլեկտրոդները (կատոդները) միացված են միմյանց 3 կամ 5 ֆազային սխեմայով, որոնց պարբերաբար տրվում են իմպուլսային լարումներ: Սանդղակի լուսարձակող մասի երկարությունը կախված է անոդի լարման տևողությունից, որը պետք է տրվի պարբերաբար Բ-60Յց հաճախությամբ, որպեսզի բացառվի լուսարձակման թրթռումը:

Անոդային լարման հաճախությունը ( $f_m$ ) կախված է ընդհատում բաժանմունքների քվից ( $N_m$ ) և կատոդի առկայծման լարման տևողությունից ( $T_k$ )

$$f_m = (1/N_m) T_k$$

Արտադրվող ՍՄ-33, ՍՄ-34 տիպերի ԸՍՑ-ների համար 75(Մ165)մկվկ, հետևաբար կստանանք 60(Մ130)Յց:

Նկատի ունենալով, որ ԻԶԳ-ում հիմնականում օգտագործվում է մեկ անալոգաթվային կերպափոխիչ, ապա անհրաժեշտ է յուրաքանչյուր ԸՍՑ-ի անոդի դեկավարման համար օգտագործել չափվող մեծության կողավորված սարքերի հիշման ռեգիստր: Անոդի դեկավարման հանգույցում գրանցված թիվը պետք է  $f_m$  հաճախությամբ կերպափոխել ժամանակային տևողության: Բոլոր ԸՍՑ-ի համար համաժամացնելով այդ կերպափոխումը, կարելի է դրանց կատոդների դեկավարումն իրականացնել դեկավարման ընդհանուր հանգույցից, որի աշխատանքը նույնպես պետք է համաժամացվի անոդների դեկավարման հանգույցի հետ: Ցուցմունքային հանգույցի կառուցվածքային սխեման բերված է նկարում:



Չափվող մեծությունների կողավորված արժեքները ( $N_i$ ) գրվում են յուրաքանչյուր կապուղու ԸՍՑ-ի անոդի դեկավարման հանգույցի (ԱՂԳ) հիշման ռեգիստրում գրանցման