

СЕКЦИЯ

ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Руководитель – д.т.н., профессор ПОСТНИКОВ И.И.

СИСТЕМНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Митихин В.Г.

Московский гуманитарно-экономический институт, каф. математики и информатики.

В последние годы наблюдается стремительный рост инвестиций и применения информационных технологий (ИТ). По некоторым оценкам [1,2], например, в США около 50% капитала вкладывается в ИТ. Сегодня фирмы и организации оценивают инвестиции в ИТ как способ ведения конкурентной борьбы, позволяющий одновременно повысить производительность, рентабельность и качество работы. В то же время в работах (см., например, [1-3]) в области оценки эффективности отдачи от ИТ обсуждается «парадокс продуктивности ИТ». Так, в работе [1] продемонстрировано отсутствие взаимосвязи между затратами на ИТ и прибыли для 468 крупнейших фирм США, Европы и Канады.

Действительно, сам по себе факт, что организация вкладывает капитал в ИТ, не может гарантировать ощутимого влияния на эффективность функционирования ИТ. Процесс оценки традиционно состоит в определении денежного потока, затрат капитала и воздействия на совокупный риск деятельности организации на протяжении всего жизненного цикла применения ИТ. Оценка ИТ обычно требует определенных предположений об организации информационной службы. Известны различные типовые модели бизнес-процессов информационной службы (см., например, [3]) и соответствующие методы управленческого учета затрат на разработку, эксплуатацию и развитие ИТ. Так модель совокупной стоимости владения основана на максимально полном учете явных и скрытых затрат на эксплуатацию информационной инфраструктуры организации. Стандартом определения затрат на реализацию бизнес-процессов является метод функционально-стоимостного анализа. Гораздо большую значимость может иметь воздействие ИТ на показатели, характеризующие эффективность деятельности организации на рынке, - так называемая сбалансированная система показателей. Последняя модель – сбалансированная система показателей после выхода основополагающей работы [4] приобрела широкую известность в мире менеджмента, но процедуры построения системы показателей, соответствующей изучаемой проблеме, являются плохо формализуемыми, если не используется системный анализ исходной информации.

В настоящей работе предлагается макромодель оценки эффективности ИТ на основе системного подхода. Эта модель может рассматриваться как минимальная система сбалансированных показателей функционирования ИТ на макроуровне. С системной точки зрения естественно предположить, что расходы на ИТ по истечении некоторого (иногда значительного) времени должны превращаться в соответствующие информационные активы. Надлежащее использование таких активов приводит к тому, что ИТ начинают работать. С этой точки зрения вложение средств в ИТ и в образование человека (в интеллектуальный капитал) аналогичны.

Анализ указанных выше работ позволяет отметить, что инвестиции в ИТ имеют ряд особенностей, отличающих их от других видов инвестиций:

1. Отдача от инвестиций в ИТ непосредственно зависит от «срока жизни» соответствующих информационных активов.
2. Накопление информационных активов осуществляется в процессе всего жизненного цикла ИТ.
3. Вложения в ИТ следует рассматривать как одну из форм вложений в производство информационного продукта. При этом информационный продукт обладает таким свойством, которым не обладает ни один «традиционно производящийся» товар или услуга, а именно – свойством интегральной ценности (то есть, полезности и ценности, как для пользователя, так и для всего общества в целом).

Применение методики, изложенной в работе [5] (схемы анализа размерности и системных рассуждений) позволяет получить базовую концептуальную модель задачи:

$$F(X_0, X_1, X_2, X_3, X_4) = 0, \quad (1)$$

где X_i – следующие характеристики:

$X_0 = W$ – годовой эффект, (S/T);

$X_1 = A$ – «возраст» информационных активов, (T);

$X_2 = C$ – характерная скорость обмена информацией (транзакция в единицу времени), (I/T);

$X_3 = K$ – объем информационных активов, (I);

$X_4 = P$ – стоимость вложений в ИТ, (S)

Символами S, T, I – обозначены единицы размерности: денежная, временная и информационная (бит) соответственно. В скобках (после наименования характеристики) указаны формулы размерности.

В результате анализа модели (1) получаем две основные безразмерные характеристики:

$$P_0 = X_0 / (X_4 / X_1) = W / ((P) / (A)), \quad P_1 = X_2 / (X_3 / X_1) = C / ((K) / (A)), \quad (2)$$

которые можно интерпретировать следующим образом:

P_0 – относительная эффективность инвестиций в ИТ;

P_1 – относительная интенсивность обмена информацией.

Соотношение (1) на основе пи-теоремы анализа размерностей переходит в :

$$P_0 = H(P_1), \quad (3)$$

Функция H в соотношении (3) обладает определенными асимптотическими свойствами и допускает содержательную интерпретацию, опирающуюся на смысл полученных безразмерных характеристик P_0 и P_1 .

Из анализа зависимости (3) на основе асимптотических свойств функции H следует, что существуют оптимальные режимы формирования информационных активов, достигаемые за счет разных вариантов сочетания рассматриваемых исходных размерных характеристик A, K, C и P.

Создание информационных активов и их последующее использование следует рассматривать как перевод прибыли от ИТ на следующий этап процесса создания стоимости организации.

Такая методика нацеливает сбор статистических данных в области оценки отдачи ИТ на модель (3), идентификация которой позволит понять важность и своевременность дополнительных инвестиций, обеспечивающих эффективность ИТ. Интересно отметить, что из общих асимптотических свойств функции H вытекает важная роль безразмерного параметра P_1 – (относительная интенсивность обмена информацией). Именно, значения параметра P_1 позволяют выделять периоды развития рассматриваемой технологии, которые могут быть охарактеризованы (используя терминологию работы [2]) как протяженные, передовые и просачивающиеся. Возраст протяженных ИТ обычно превышает 4-5 лет (например, системы управления запасами). Эти ИТ жизнеспособны, но их поддержание и реорганизация может потребовать больших расходов. Передовые технологии сравнительно новые, их возраст 2-4 года. Для эффективного функционирования организации большинство технологий должны относиться к категории передовых. Наконец, просачивающиеся технологии – это новейшие механизмы, находящиеся в стадии развития. Краткосрочная прибыль от них может отсутствовать, но они могут обеспечить выживание организации в будущем.

Отметим, что предлагаемая макро модель оценки отдачи ИТ естественно адаптируется к ситуации оценки эффективности электронной коммерции, с развитием которой появились такие показатели, как пропускная способность, поток информации, число обращений, время соединения и стабильность работы сайтов. Электронная коммерция представляет пример разрушительной технологии и навязывает модернизацию существующего программного и аппаратного обеспечения.

В заключение отметим, что на основе отмеченной выше аналогии процедур оценки отдачи от ИТ и оценки отдачи от образования (известная проблема [6] оценки инвестиций в «интеллектуальный капитал»), предложенная макро модель позволяет оценивать эффективность различных информационных образовательных систем.

Литература

1. Strassmann P. A. Will Big Spendings on Computers Guarantee Profitability? // Datamation, 2, 1997.
2. Devaraj S., Kohli R. The IT payoff. – Prentice Hall PTR. Prentice-Hall, Inc., 2002
3. Скрипкин К.Г. Экономическая эффективность информационных систем. – М.: ДМК, 2002.
4. Kaplan R.S., Norton D.P. The Balanced Scorecard: Translation Strategy into Action. Boston, 1996.
5. Митихин В.Г. Безразмерные параметры моделей эффективности компьютерных систем. //Тез. докл. ЛIII научной сессии РНТОРЭС им. А.С. Попова. – М.: РНТОРЭС, 1998, - с. 156.
6. Беккер Г. Человеческое поведение: экономический подход. Пер. с англ. – М.: ГУ ВШЭ, 2003.

SYSTEM ESTIMATION OF EFFICIENCY OF INFORMATION TECHNOLOGIES

Mitihin V.

The Moscow humanitarian-economic institute

Last years prompt growth of investments and applications of information technologies (IT) is observed. However, in itself the fact that the organization invests in IT cannot guarantee appreciable influence on efficiency of functioning IT. Process of estimation will traditionally consist in definition of a monetary stream, expenses of the capital and influence on overall risk of activity of the organization during all life cycle of application IT. Estimation IT usually demands the certain assumptions of the organization of information service. Various typical models of business - processes of information service and corresponding methods of the administrative account of expenses for development, operation and development IT are known

In the present work the macro model of an estimation of efficiency IT is offered on the basis of the system approach. This model can be considered {examined} as the minimal system of the balanced parameters of functioning IT at a macro level. From the system point of view it is natural to assume, that charges on IT after the some (sometimes significant) time should turn to corresponding information actives. Appropriate use of such actives results to that IT start to work. From this point of view an investment of means in IT and in formation {education} of the person (in the intellectual capital) are similar.

In summary we shall note, that on the basis of analogy of procedures of an estimation of feedback from IT and estimations of feedback from education the suggested macro model allows to estimate efficiency of various information educational systems.

ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Клочко А.Б., Турута Е.Н.

Московский технический университет связи и информатики

Одной из основных задач при проектировании современных высокопроизводительных вычислительных систем (ВС) является достижение их высокой надежности, в основном, за счет повышения отказоустойчивости. Для построения отказоустойчивых ВС разработано большое число частных методов, которые на данном этапе трудно укладываются в общую схему выбора основного направления проектирования при конкретном наборе исходных данных. Решение проблемы выбора метода обеспечения отказоустойчивости, наиболее приемлемого для конкретной проектируемой ВС, может быть существенно продвинуто с помощью применения современных интеллектуальных технологий, в частности, экспертных систем и средств поддержки принятия решений.

Цель данной работы – разработка принципов построения (*подхода к построению*) архитектуры и программных средств интеллектуальной системы, предназначенной для принятия решений при проектировании отказоустойчивых ВС и позволяющей получать близкие к оптимальным проектные решения на основе учета типа ВС, требований к ней и возможности применения разнообразных методов обеспечения отказоустойчивости.

Предлагаемая *система поддержки проектирования отказоустойчивых ВС (СПП/ОУ)* представляет собой экспертную систему (ЭС), позволяющую на основе определенных входных данных, получать список методов повышения отказоустойчивости, наиболее подходящих для проектируемой ВС. Эти входные данные должны включать как требования к ВС, обусловленные областью ее применения и условиями функционирования, так и описание предполагаемой архитектуры ВС и структуры ее программных средств, а также другие характеристики, определяемые решениями, принятыми на предыдущих этапах проектирования.

Данная СПП/ОУ реализуется на основе инструментального комплекса CLIPS, предназначенного для разработки ЭС и являющегося свободно распространяемым программным продуктом [1]. Составляющими этого комплекса являются интерактивная среда (экспертная оболочка со своим способом представления знаний), гибкий и мощный язык и несколько вспомогательных инструментов. Первоначально CLIPS использовал только методологию обработки данных посредством правил. В версии 5.0 введены две новые парадигмы программирования: процедурное программирование (подобное используемому в языке C) и объектно-ориентированное программирование (язык COOL - CLIPS Object Oriented Language). Данные представляются с помощью трех абстракций: факты, объекты и глобальные переменные. Поддерживается как эвристическая, так и процедурная парадигма представления знаний. Объектно-ориентированное программирование комбинирует обе эти парадигмы.

Основной метод представления знаний в CLIPS – продукционные правила, используемые для представления эвристик или эмпирических правил, определяющих действия, которые необходимо выполнить в случае возникновения некоторой ситуации. Объектно-ориентированные возможности CLIPS также отличаются от других языков. В CLIPS объектами являются только объекты классов, определенных пользователем, и

объекты, представляющие данные примитивных типов CLIPS. И с теми и с другими можно манипулировать с помощью сообщений, причем для объектов первого типа этот способ является единственно возможным.

Предлагаемая СПП/ОУ выходит за рамки CLIPS, в ней реализована собственная объектно-ориентированная архитектура базы знаний и имеется модуль визуального представления данных для пользователя, что упрощает пополнение системы знаниями и позволяет легко масштабировать систему в целом. Для описания структур данных в СПП/ОУ имеется менеджер классов, менеджер объектов и каталог методов.

Менеджер классов – это средство для визуального конструирования *дерева классов*, которые характеризуются различными свойствами. Одни классы могут наследовать другие. В этом случае они наследуют все свойства родительского класса. В класс разрешено добавлять только либо свойства, для которых может быть задан тип данных, выбранный из стандартных, либо ссылку на другой класс, выбранный из существующих. Для связи объектов, образованных от классов, существуют два типа данных Link и MultiLink, представляющие собой, соответственно, указатель и список указателей на другие объекты. Визуально классы для их упорядочивания можно располагать в разных ветвях дерева.

Менеджер объектов служит средством, с помощью которого пользователь создает первоначальную структуру проектируемой ВС и задает значения свойств ее элементов. Все объекты могут быть образованы только от классов, находящихся в менеджере классов. Пользователь может добавлять объекты и связывать их между собой.

Каталог методов содержит базу данных методов повышения отказоустойчивости, где методы располагаются в виде древовидной структуры. Для каждого из них имеется информационный раздел для написания комментариев и раздел характеристик для указания области применения данного метода, требований к нему и т.д. Специальная *подсистема характеристик*, имеющаяся в каталоге методов, позволяет пользователю вводить необходимые характеристики с указанием их возможных значений и затем добавлять их к своим методам. Для каждого метода имеется набор подпрограмм, включающий подпрограмму преобразования структуры ВС в соответствии с данным методом и подпрограммы расчета или оценки вероятностных характеристик надежности и показателей стоимости преобразованной ВС. В качестве исходных данных, представляющих проектируемую ВС, можно использовать не только логическую схему аппаратной части ВС, но и, например, логическую схему ее программной части. Это зависит от того, какими классами оперируют подпрограммы методов.

Каждый из методов обеспечения отказоустойчивости, вносимый в описываемую среду, определяется *основными характеристиками и подпрограммой внедрения данного метода в обрабатываемую ВС*. Данная СПП/ОУС может оценить влияние изменений в структуре и функционировании ВС, вызванных применением данного метода (т.е. реализацией указанной подпрограммы), на отказоустойчивость ВС, а также на показатели ее стоимости, эффективности и др. при учете ограничений на использование каждого из методов.

Перед добавлением нового метода, необходимо проанализировать базу классов на наличие тех классов, которые могут быть использованы в описании данного метода, и при их полном или частичном отсутствии добавить соответствующие классы в менеджер классов.

Для большого числа методов обеспечения отказоустойчивости не представляется возможным сразу определить единую систему объектов, т.к. они делятся на совершенно различные классы, оперирующие с разными компонентами ВС. Поэтому в нашей системе предусмотрена возможность наращивания не только базы данных методов повышения отказоустойчивости, но и множества классов, с объектами которых оперируют подпрограммы методов. Поэтому при появлении, например, нового класса методов можно всего лишь добавить классы, необходимые для формализации метода, и описать сам метод в терминах нашей системы, т.е. СПП/ОУ.

Выбор метода выполняется с помощью ядра системы CLIPS, которое наполняется объектно-ориентированными данными, первоначально представленными в терминах нашей СПП/ОУ и затем преобразованными к виду, соответствующему синтаксису объектно-ориентированного языка CLIPS. Затем *модуль выбора*, отбросив заведомо неудовлетворительные методы (например, не отвечающие заданным ограничениям), выполняет процедуру определения методов, наиболее подходящих для данной ВС. В ходе этой процедуры используются не только правила, но и процедурные возможности CLIPS. При удовлетворении всех условий *подпрограмма внедрения* каждого из методов может попытаться внедрить этот метод в заданную ВС и оценить полученную на выходе преобразованную ВС с точки зрения ее эффективности при учете влияния данного метода на основные показатели качества функционирования ВС. Степень детализации метода зависит лишь от целесообразности усложнения системы СПП/ОУ и эффективности таких действий и не имеет никаких программных ограничений. Важно, что СПП/ОУ не производит сложных математических вычислений вероятностных характеристик надежности ВС при различных условиях и не перебирает все методы для определения оптимального. Она лишь опирается на базу знаний, созданную экспертом, а подпрограммы здесь служат лишь инструментом более гибкого анализа.

В качестве промежуточного решения задачи создания СПП/ОУ разработана программа выбора метода из набора заданных путем последовательного опроса пользователя и выполнения определенных правил. Эта программа опробована для круга методов обеспечения отказоустойчивости ВС, основанных на рациональном отказоустойчивом размещении задач в модулях ВС и их перераспределении при отказах модулей [2, 3]. Для каждого из методов этого класса определены набор значений обязательных характеристик и набор ограничений. Обязательные характеристики: число процессоров (известно или не известно), класс задания (фиксированное множество несвязанных задач, фиксированное множество взаимосвязанных задач при допустимости или недопустимости временной и функциональной деградации), временная упорядоченность задач (модели: ациклический граф, ациклическая сеть Петри, стохастическая сеть Петри, взаимодействующие последовательные процессы, случайные заявки), методы решения задач оптимизации (градиентный метод, аддитивный метод, метод ветвей и границ, генетические алгоритмы). Наборы ограничений включают ограничения на ресурсы вычислительных модулей, на временные параметры функционирования ВС, ее показатели стоимости и отказоустойчивости. Были созданы основные классы и сформулированы их свойства, необходимые для пополнения каталога методов, после чего стало возможным запрограммировать выбранные методы на основе новых классов, что и было сделано. Данная версия СПП/ОУ позволяет задать начальную структуру проектируемой ВС и выполнить программу, реализующую правила системы CLIPS с целью выбора метода из данного набора и оценки параметров проектируемой отказоустойчивой ВС. Диалог с пользователем осуществляется с помощью специальной программы, написанной на Delphi и взаимодействующей с комплексом CLIPS, что оказалось более удобным, чем непосредственное использование CLIPS.

Литература

1. Частиков А.П., Гаврилова Т.А., Белов Д.Л. Разработка экспертных систем. Среда CLIPS.- СПб. "БХВ-Петербург", 2003.
2. Tourouta E.N. The methods for ensuring fault-tolerance of distributed control systems // IFAC Symp. SAFEPROCESS' 94. 1994, Helsinki, Finland. Preprints, v. 2, pp.772-777
3. Турута Е.Н. Комплекс методов обеспечения отказоустойчивости многопроцессорных систем на основе рационального перераспределения задач // V Собрание по распределенным вычислительным системам и сетям (CDS-92), 7-11 сент. 1992 г., Калининград. Тезисы докладов.М.:1992.

THE PRINCIPLES FOR DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR DESIGN SUPPORT OF FAULT-TOLERANT COMPUTING SYSTEMS

Abstract. The paper deals with the problem of choosing the most appropriate method of fault-tolerance (FT) achievement for a computing system on the stage of its design. The problem is very difficult because of large variety of the FT-methods developed and great number of different factors which must be taken into account. We examine the principles for development of an *intellectual system for* FT-computing systems design support (SDS/FT). The system have to permit for designer to gain the FT-method (or small set of methods) which is the most advantageous to use for designing the particular FT-system. This goal is achieved on the base of input data which include the requirements which are attributed to hypothesized architecture of the FT- system, its application area and functioning conditions. The proposed design support system is based on the instrumental complex CLIPS with some considerable modifications.

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРОВЕДЕНИЯ INTERNET-ОБУЧЕНИЯ

Аляева Ю.В.¹, Киров А.Н.², Мелихов В.О.¹

¹ФГУ НИИ Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы,

²Московский технический университет связи и информатики

Модель Интернет-обучения по условиям ее создания обеспечивает единый тип интерфейса всех категорий пользователей, универсальную структуру пользователей и их прав, единые форматы хранения информации, технологии работы и многое другое, что позволяет простыми средствами интегрировать накопленные в системе образования научно-методический, кадровый и производственный потенциалы, информационные ресурсы и технологии.

Существующие варианты Дистанционного Internet-обучения организуются как оффлайновые (off-line) или онлайнные (on-line) формы реализации образовательного процесса, очевидно, что последняя форма обучения является наиболее близкой к традиционной форме очного образования.

Онлайновые (синхронные, проходящие по расписанию) лекции, семинары предполагают следующую схему работы: к назначенному времени учащиеся обращаются на соответствующий образовательный портал, где регистрируются, после чего в назначенный период проводятся занятия. Занятие ведет преподаватель, отвечая на вопросы "слушателей" в онлайн-режиме – либо в чате, либо с помощью звуковых приложений. При этом возможно применение технологий теле- или видео-конференций, хотя это накладывает определенные требования на пропускную способность каналов связи.

С информационных позиций при проведении онлайн-форм дистанционного образования (ДО) качество работы сети является более критичным для передачи звука, чем изображения, в том смысле, что потеря нескольких кадров подчас совсем незаметна. Потеря же пакетов при передаче звука более заметна, особенно при диалоге. Любые повреждения пакетов становятся наиболее ощутимыми когда используется сжатие и приводят к потере целых блоков данных. Для проведения видеоконференции необходимо иметь цифровой канал с пропускной способностью не менее 56-128 Кбит/с. Приемлемое качество видео получается при скорости передачи около 200 Кбит/с, а для достижения высокого качества изображения нужна скорость свыше 300 Кбит/с. [1] Соответствующие рекомендации (стандарт H.323) для видеоконференций по IP сетям, были приняты ITU-T в 1996г.

Требования при передаче звука определяются необходимым качеством. Так для получения полосы 6 КГц нужно 64 Кбит/с, а для уровня, сопоставимого с CD - 1,4 Мбит/с. Применение сжатия информации позволяет снизить эти требования в 4-8 раз. Общепринятыми стандартами для сжатия изображения при видеоконференциях являются JPEG, MPEG, H.261.

При всей важности стандартов на аудио- и видеокодеки не меньшее значение для передачи мультимедийной информации имеет и подгруппа стандартов для контроля вызовов, в том числе для установления соединения, управления потоками, контроля доступа, передачи служебных сообщений и т. п. Ключевым компонентом этой подгруппы является так называемый протокол управляющего канала H.245 для передачи служебной информации во время сеансов H.323. Он применяется для согласования взаимоприемлемых параметров конечными точками, открытия и закрытия логических каналов, передачи сообщений для управления потоками и других необходимых команд и запросов.

Различные виды трафика приложений реального времени (трафик с аудио и видеoinформацией), транзакций (рабочие сессии приложений баз данных (БД) проявляют повышенную чувствительность к задержкам времени доставки, либо к доступной/реальной пропускной способности каналов связи. Для приложений теле- и видеоконференций (интерактивного потокового видеорежима) одинаково важны и требования к времени задержки и к пропускной способности [2].

Характерный для ДО трафик можно условно разделить на три категории, отличающиеся друг от друга уровнем требований к задержке при передаче [3].

- **Трафик реального времени** включает в себя аудио- и видеoinформацию, критичную к задержкам при передаче. Допустимые значения задержек обычно не превышают 0,1 с. (сюда входит время на обработку пакетов конечной станцией). Кроме того, задержка должна иметь малые флуктуации (с ними связан эффект "дрожания"). При сжатии информации трафик данной категории становится очень чувствительным к ошибкам при передаче, а из-за жестких требований к задержкам при передаче потоков в режиме реального времени возникающие ошибки не могут быть исправлены с помощью повторной отправки.

- **Трафик транзакций.** При передаче этого вида трафика задержки не должны превышать 1 с. В противном случае пользователи будут вынуждены прерывать работу и ждать ответа на свои сообщения, потому что только после получения ответа они могут продолжить отправлять свои данные. Такая схема обмена информацией снижает производительность труда, а разброс в значениях задержек может привести к возникновению чувства дискомфорта у пользователей. В некоторых случаях превышение допустимого времени задержек приводит к сбою рабочей сессии.

- **Трафик данных.** Задержки при передаче трафика этой категории могут иметь практически любые значения и достигать даже нескольких секунд. Для такого трафика полоса пропускания более важна, чем время задержек: увеличение пропускной способности сети влечет за собой уменьшение времени передачи. Приложения, передающие большие объемы данных, разработаны, в основном, так, что захватывают всю доступную полосу пропускания сети. Редкими исключениями являются приложения потокового видео. Для них важны и пропускная способность и минимизация времени задержки.

На практике реальная скорость передачи данных всегда будет ниже номинальной потому, что, во-первых, часть полосы пропускания канала уходит на передачу служебных данных, а во-вторых, скорость при передаче данных существенно зависит от расстояния и уровня помех. Многочисленные исследования показывают, что реальная пропускная способность сети составляет 30% - 60% от максимальной; после этого наступает насыщение и неминуемы заторы. Например, реальная пропускная способность 10-мегабитного Ethernet – около 3 Мбит/с.

Исходя из количества пользователей, участвующих в сеансе связи ДО, при расчете следует учитывать факторы:

1. допустимой скорости доступа к информации с каждого рабочего места;
2. планируемой почасовой нагрузки на одно рабочее место;
3. типы Интернет-сервисов, доступ к которым будет осуществляться с каждого рабочего места.

При этом необходимо помнить, что различные сервисы Интернет обеспечивают различную эффективную нагрузку на канал, так, например, пользование почтовым сервисом нагрузка составляет порядка 5%, а организация видео/аудио конференции через Интернет даже с одного рабочего места обеспечит загрузку канала на 100%.

Большинство фирм-поставщиков решений для видео- и телеконференций рекомендуют пропускную способность одного потока от 8-ми Кбит/с. Для нормальной работы рекомендуется обеспечить реальную пропускную способность одного потока в канале от 20Кбит/с [5].

Перечисленные особенности функционирования сети позволяют приступить к определению характеристик сопутствующего ДО обменного процесса.

На практике пропускная способность IP-канала связи $V_{\text{канала}}$ рассчитывается по формуле [4, 6]:

$$V_{\text{канала}} = V_{\text{нд}} \times N_{\text{аб}},$$

где $V_{\text{нд}}$ – скорость одного потока (для одного абонента); $N_{\text{аб}}$ – количество одновременно передаваемых потоков.

Например, для передачи 60 потоков по 20 Кбит/с необходим канал 1.2 Мбит/с, а для передачи 2000 потоков по 20 Кбит/с необходим канал 40 Мбит/с. Примеры расчетов пропускной способности канала приведены в таблице 1.

Таблица 1. Примеры расчетов пропускной способности канала

Скорость потока	Максимальная аудитория	Требуемая пропускная способность	Пример типа канала
20 кбит/с	60	1.2 Мбит/с	T1
60% 20 кбит/с, 40% 80 кбит/с	100	4.4 Мбит/с	Fractional T3
80 кбит/с	100	8 Мбит/с	10 Мб/с fractional T3
20 кбит/с	2000	40 Мбит/с	T3

Таким образом, можно выделить характеристики технических средств ДО в глобальной сети, которые в наибольшей степени влияют на обменные операции образовательного процесса:

- Реальная скорость канала связи;
- Количество потоков в канале – количество участников аудио- или телеконференции;
- Скорость одного потока;
- Качество передачи данных/представления информации
 - Для видеоконференции разрешение видео и качество звука;
 - Для аудиоконференции качество передачи голоса;
 - Для обмена файлами (почта, просмотр web-страниц) – скорость передачи и объем передаваемых данных.

Для видео- и аудиоконференций качество передачи данных можно задавать и требуемой скоростью передачи данных, т.к. эти характеристики жестко связаны.

Если предусматривается двусторонняя (обратная) связь при проведении конференции, то должно быть образовано два потока – в одну сторону и в обратную. В этом случае количество потоков в канале будет определяться суммой $N_{\text{аб}} = N_{\text{аб}}^1 + N_{\text{аб}}^2$, где $N_{\text{аб}}^1$ – общее количество участников конференции, $N_{\text{аб}}^2$ – количество участников, которым будет доступна обратная связь. В зависимости от технической реализации

$$N_{\text{аб}}^1 = \begin{cases} 1, & \text{если где-то имеется прокси-сервер, который распределяет поток} \\ n, & \text{если связь установлена многоточечная связь} \end{cases}$$

При проведении одновременно нескольких независимых конференций, использующих один канал связи, то $N_{\text{аб}}$ – суммарное количество образуемых потоков в канале. При этом, должно соблюдаться условие

$$\sum_{i=1}^I V_{\text{нд}i} \cdot N_{\text{аб}i} \leq V_{\text{канала}}, \quad I – \text{количество конференций, проводимых одновременно, } V_{\text{нд}i} – \text{скорость передачи данных, определяемая качеством вещания конференции } i, N_{\text{аб}i} = N_{\text{аб}i}^1 + N_{\text{аб}i}^2.$$

Если при заданных качестве передачи данных $V_{\text{пд}}$ и реальной пропускной способности $V_{\text{канала}}$ требуемое количество абонентов не сможет быть обслужено, в этом случае надо либо уменьшить качество передачи данных, либо использовать более высокую $V_{\text{канала}}$.

В случае, когда для проведения видео- и/или телеконференций выделяется не вся ширина канала или в ОП участвует не максимально возможное количество обучаемых, канал связи загружен не полностью и параллельно с поведением интерактивных занятий можно проводить файловую рассылку учебных данных и почтовый обмен.

Литература

1. <http://www.setevoi.ru/cgi-bin/text.pl/magazines/2001/1/62> Сетевой журнал №1.2001
2. Абросимов Л.И., Трущенко М.А. Исследование характеристик видеотрафика. Электронный журнал Вычислительные сети. Теория и практика / NETWORK-JOURNAL. Theory and practice <http://network-journal.mpei.ac.ru/cgi-bin/main.pl?l=ru&n=1>
3. Качество обслуживания (QoS) в современных сетях <http://www.3ka.mipt.ru/~lucifer/QoS.htm>
4. Доклад на совещании представителей Омских вузов. Омский региональный центр информатизации. <http://www.oric.omskreg.ru/works/doclad.phtml>
5. Клэр Тристрам Видеоконференции: работа продолжается LAN журнал сетевых решений №5 1998
6. Технологии трансляции теле-радиовещания в TCP/IP сетях. <http://lisolog.narod.ru/bc/sod.html>

THE ANALYSIS OF INTERNET-TRAINING MEANS CHARACTERISTICS

Abstract. On-line form of remote education using Internet is considered.

Traffic of real time applications typical to remote educational system is analyzed. Formulas of calculation of transmitted data quality and participants quantity of educational on-line sessions are shown.

Characteristics of remote education means which render the greatest influence on educational process are defined.

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННЫХ РЕСУРСОВ И ВЫСОКОЙ СТЕПЕНИ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ

Невзоров В.П.

Московская медицинская академия имени И.М.Сеченова

Любой результат измерения (наблюдения) осуществляется автономно (случайно), хотя и преднамеренно, и он всегда принадлежит некоторому множеству, распределённому в соответствующем ограниченном диапазоне получаемых значений. Эти результаты наблюдений отражают набор уникальных сведений о контролируемых явлениях. Диапазон полученных результатов всегда имеет границы (верхний и нижний предел) интересующих наблюдателя характеристик. Эти характеристики могут быть выражены разными способами. Для этого используют количественное (счётные, измеренные и другие цифровые), качественное (описательно, с экспертными и бальными и другими смешанными оценками) или эталонное (сравнительное, относительное и т.д.) выражение этих характеристик. Во всех этих случаях получаем отдельное распределение значения наблюдаемых характеристик, попадающих в некоторый ограниченный диапазон. Распределение значений в нём может оказаться частью другого более ёмкого вида распределений, в том числе и генеральной совокупности явлений.

Поиск оценки полученных результатов при усечённых (в ограниченном диапазоне) распределениях исследователи ведут давно. Так, например, известен метод Неймана, описанный С.Л. Чернышевым [1]. В соответствии с этим методом сначала генерируют в заданном интервале две равномерно распределённые переменные, принимающие значения от нуля до единицы. Затем по ним рассчитывают две новые переменные с поиском максимального значения распределения плотности вероятности в заданном интервале. Затем в качестве искомой реализации случайной переменной принимают некую реализацию новой переменной, удовлетворяющей задаваемому неравенству. Таким образом, получаемые результаты, ограниченные соответствующими рамками, оказываются либо существенно искажёнными известными условностями, либо оказываются перемешанными с вынужденными ошибками, возникающими при генерации распределений и расчёте новых переменных.

Известен вариант рассмотрения усечённого распределения, описанный М.Б. Славиним [2]. Его пример с усечёнными распределениями сводится к предположению, что получаемые данные соответствуют нормальному распределению и дальнейший расчёт ориентирован на соответствующие правила.

В реальных условиях исследователь с первого наблюдения не может знать к какому участку внутри генеральной совокупности рассматриваемых признаков относятся получаемые данные. Это может быть как центральный участок, так и любой участок вне центра. То есть исходно не может быть оправдания тому, что верно априорное предположение о принадлежности зарегистрированного факта к распределению Гаусса (или иному известному), как и остаётся ложной уверенность в том, что набранные сведения обязательно относятся к центральной (максимальной) части искомого распределения. По этому поводу см., например, работу А. Вальда [3].

Фактически экспериментальные данные всегда ограничены как по объёму характеристик, так и по числу наблюдений. Кроме того, они всегда остаются в зоне неизвестных распределений и лишь иногда по мере увеличения количества наблюдений и при расширении диапазона их регистрации могут быть отнесены или приближены к одному или нескольким видам известных распределений.

При организации и проведении исследований в условиях ограниченных ресурсов и высокой степени неопределённости, особенно на первых порах, возможность ошибиться в выборе предполагаемой принадлежности данного факта к тому или иному распределению остаётся очень высокой. Если рассматриваемый факт является результатом высокотехнологичного, дорогостоящего эксперимента при ограниченных ресурсах исполнителя, то это существенно повышает ответственность за такой эксперимент. Поэтому особенно важно в этих условиях учитывать ограничения как по объёму характеристик, так и по количеству наблюдений при исследовании новых или недостаточно изученных явлений в окружающем нас мире.

Реально исследователь в начале работы не имеет сведений о средних величинах генеральной совокупности наблюдаемого явления и потому не может знать в какую сторону и насколько проведенные наблюдения отклонены от средних величин этой совокупности, с каким видом распределения предположительно он работает как в теоретическом, так и в практическом плане. Часто остаётся открытым вопрос и о правильности выбора диапазона исследования контролируемой характеристики.

Всё изложенное побудило разработать методику обработки исходных экспериментальных сведений, содержащую ответы на эти и некоторые другие стоящие перед исследователем вопросы.

Условия ограниченных ресурсов и исходно высокая степень неопределённости при получении практически любых экспериментальных сведений способствуют тому, что всегда приходится иметь дело со случайно наблюдаемой величиной x , располагающейся внутри диапазона от a до b и отражающей плотность распределения $\rho(x)$ наблюдаемых величин в этом диапазоне. На практике плотность распределения наблюдаемых величин представляет собой конкретный материал наблюдателя (экспериментатора) и потому фактическая характеристика этой плотности всегда известна. Отсюда всегда можно найти вид распределения наблюдаемой характеристики и сопоставить полученное распределение с любыми известными. Это распределение $f(x)$ можно представить как $f(x)=c\rho(x)$, где c – коэффициент пропорциональности. В пределах от a до b

интегрирование функции $f(x)$ даёт единицу. Поэтому:
$$c \int_a^b \rho(x) dx = 1.$$
 При интегрировании

коэффициент пропорциональности находят из выражения:

$$c = \frac{1}{F(b) - F(a)}.$$

Теперь легко найти функцию распределения $V(x)$, соответствующую плотности распределения $f(x)$ при нижней границе распределения a и верхней границе b :

$$V(x) = \int_a^x f(x) dx = c \int_a^x \rho(x) dx = c [F(x) - F(a)] = \frac{F(x) - F(a)}{F(b) - F(a)},$$

где $F(x)$ – функция распределения, соответствующая плотности распределения $\rho(x)$.

Полученные сведения служат основанием для отыскания средних величин регистрируемой характеристики и величин отклонений от средней как в сторону уменьшения, так и в сторону повышения цифровых значений этой характеристики. При существенном увеличении количества наблюдений (до бесконечности) и расширении границ диапазона (нижнего до 0 или до $-\infty$ и верхнего до бесконечности) можно получить различные виды описанных распределений (Гаусса, Пуассона, Вейбулла, Релея и т.д.). Но полученные фактические данные могут и не соответствовать законам или правилам этих распределений.

Средние величины полученных данных могут быть рассчитаны как из отдельных измерений (наблюдений), так и определённым образом сгруппированных. Результаты эксперимента A_i и их фактическая плотность распределения в интервале от минимального A_{min} до максимального A_{max} зарегистрированного значения представляют собой функцию распределения контролируемого явления в реально обнаруженном диапазоне. Это распределение может оказаться линейным или нелинейным, равномерным или неравномерным, симметричным или несимметричным, непрерывным или дискретным и т.д. Диапазон зарегистрированных

значений может оказаться в центре генеральной совокупности контролируемого явления или с любым отклонением от него. Кроме того, среди зарегистрированных данных могут быть единичные измерения, существенно отклоняющиеся от остальных контролируемых явлений. Их часто называют «выскакивающими» или «ошибочными».

В рассматриваемых условиях получения исходных данных в любом случае всегда будет некоторая величина M , отражающая промежуточное положение контролируемого явления в интервале минимального A_{min} и максимального A_{max} результата наблюдений. Приняв эту величину M за среднюю для полученной совокупности явлений и сопоставив с ней средние результаты от $M - A_{min}$ и $A_{max} - M$, получим общую характеристику плотности распределения исходных данных и величины отклонения в обе стороны от средней, то есть $-m$ и $+m$. В общем случае величины $-m$ и $+m$ всегда могут оказаться разновеликими. Именно это обстоятельство и является индикатором характеристики вида распределения исходной совокупности данных. Более того, сравнение их модульных и цифровых значений является ключом к решению специфики функции распределения контролируемого явления в пределах выявленного диапазона. Эти же характеристики являются индикатором наличия «выскакивающих» или «ошибочных» величин, так как при их выведении из общей совокупности наблюдений специфика функции распределения контролируемого явления может существенно измениться. Эти изменения и отразят весомость проверяемого результата.

Количество наблюдений n_i каждой контролируемой характеристики A_i отражает значимость этих наблюдений среди всей совокупности проведенных исследований и эта характеристика не изменится от количества общих наблюдений при сохранении функции распределения контролируемого явления. Отсюда, имеет смысл увеличивать общее количество наблюдений тогда и только тогда, когда есть основания ожидать изменения функции распределения контролируемого явления.

Если рассмотреть ситуацию, когда за одним и тем же контролируемым явлением и по одному и тому же принципу ведут наблюдение два или более исследователя, то у них могут совпасть многие исходные данные, кроме количества зарегистрированных фактов. Этот вариант представляет особую значимость в связи с тем, что у этих исследователей как минимум может оказаться разный диапазон зарегистрированных характеристик. Уже этого вполне достаточно для получения разным итоговых результатов. Кроме того, могут возникнуть сложности для объединения полученных сведений в один массив, если будут отсутствовать сведения о суммарном количестве наблюдений или специфике функции распределения контролируемого явления. В этом случае даже простое сравнение полученных разными исследователями данных принципиальной ценности не имеет, поскольку любое изменение количества наблюдений с изменением специфики функции распределения контролируемого явления исключает возможность логического вывода. Примеров для иллюстрации описанной ситуации в литературе более чем достаточно. Ярчайшим примером этого может служить публикация конкретных экспериментальных данных. Например, Аринчин Н.И. и Сенько Ф.Н. в своей книге [4] приводят результаты однотипных наблюдений одних и тех же величин более десятка авторов, исследовавших фазы и периоды сердечного цикла, которые отличаются между собой у всех авторов. Это и не удивительно, поскольку отсутствуют сведения о диапазонах изменения контролируемой величины и характеристика функции распределения этих величин в пределах исследований авторов. Кроме того, отсутствует количество наблюдений, выполненных каждым из авторов.

Величина отклонения $-m$ и $+m$ как в одну, так и в другую сторону будет существенно зависеть от распределения наблюдаемых характеристик A_i в пределах рассматриваемого диапазона. Более того, их модульное значение $|-m|$ и $|+m|$ отражает интенсивность процесса смещения контролируемого явления в соответствующую сторону. Так, если $|-m| = |+m|$, то полученные сведения могут отражать линейное распределение A_i по всему диапазону вне зависимости от того, будет ли линейность на одном уровне или будет пропорционально возрастающей или снижающейся. Кроме того, $|-m| = |+m|$ соответствует любому симметричному распределению A_i относительно M .

В случае $|-m| > |+m|$ или $|-m| < |+m|$ полученные данные содержат сведения о снижении значения A_i в пределах диапазона от A_{min} до A_{max} или возрастания соответственно. Отсюда очевидно, что в случае, например, симметричного распределения генеральной совокупности при движении диапазона наблюдения небольшим интервалом от меньших к большим значениям совокупности экспериментально получим следующую картину. Сначала получим $|-m| > |+m|$ с соответствующей M , затем будет постепенный переход к $|-m| = |+m|$, когда будет достигнут максимальный уровень функции распределения контролируемого параметра. Это не является гарантией соответствия этой величины средней характеристике генеральной совокупности, а лишь отражает наличие экстремальной точки в распределении полученных результатов. В последующем используемый диапазон наблюдения отразит изменения через $|-m| < |+m|$, что соответствует снижению частоты встречаемости параметра по мере увеличения контролируемой характеристики. Этот вариант, рассмотренный на примере симметричного распределения, может встретиться при любом распределении, которое имеет максимум в функции распределения плотности наблюдений. Следовательно, при минимуме наблюдений в виде, например, трёх более или менее равномерно распределённых по

ожидаемому диапазону контролируемых явлений можно предварительно ориентироваться в специфике функции исходного распределения. Это отвечает требованиям использования ограниченных ресурсов и условиям значительной неопределённости исходного положения исследователя.

Иллюстрацией применения описанной методики и некоторых возможностей её использования может служить рассмотрение результатов обработки исходных сведений, полученных на нашей базе в сравнении с представленными в литературе [5]. Результаты представлены в таблице.

Результаты обследования мужчин в возрасте от 25 до 29 лет
по максимальному артериальному давлению

$AD_{max}(cp)$	75	85	95	105	115	125	135	145	155	165	175	185	195	205	Σ
$N_{опубл}$	12	46	366	1623	4795	5361	1818	543	212	70	25	12	4	4	14892
Традиц.	$x_M = 121,4$ мм.рт.ст.					$\sigma = 12,2$ мм.рт.ст.					$m_x = 0,1$ мм.рт.ст.				
Предлож.	$M = 121,5$ мм.рт.ст.					$-m = 10,2$ мм.рт.ст.					$+m = 8,7$ мм.рт.ст.				
$n_{обсл}$			1	7	23	31	12	2			①				77(76)
Предлож.	$M = 122,5$ мм.рт.ст.					$-m = 10,4$ мм.рт.ст.					$+m = 7,0$ мм.рт.ст.				
Коррект.	$M = 121,8$ мм.рт.ст.					$-m = 10,3$ мм.рт.ст.					$+m = 7,1$ мм.рт.ст.				

В таблице $AD_{max}(cp)$ отражает средину диапазона давления с отклонением ± 5 мм.рт.ст., $N_{опубл}$ – количество обследованных в опубликованной работе, $n_{обсл}$ – количество обследованных для проверки рассматриваемой методики, Традиц. – опубликованные показатели традиционной обработки данных по нормальному распределению, Предлож. – показатели, полученные по рассматриваемой методике, Коррект. – показатели по рассматриваемой методике после удаления «выскакивающего» измерения (175 мм.рт.ст.), отстоящего от ближайшего результата на два интервала $AD_{max}(cp)$.

Полученные результаты отражают практически одинаковые величины средней в выборках, но предлагаемый подход показал перекося $|-m| > |+m|$ в обеих группах. Он вызван более выраженным снижением функции распределения AD_{max} относительно M при более высоких уровнях давления, что нельзя уловить традиционным способом. Кроме того, удаление одного «выскакивающего» наблюдения (175 мм.рт.ст.) несколько приближает экспериментальные данные к симметричному распределению ($3,4 > 3,2$). Здесь важнее другое, насколько эта симметричность приближает исследователя к физическому (физиологическому) закону распределения изучаемого природного явления. Поэтому здесь целесообразно увеличить количество наблюдений.

Таким образом, разработанная методика содержит базовые элементы организации и планирования исследований в условиях ограниченных ресурсов и высокого уровня неопределённости. Основой методики служат средние величины усечённых распределений. Это в предельно простой форме без использования специальных средств вычислительной техники обеспечивает практику проведения исследований в современной ситуации и открывает большие возможности для существенного уменьшения объёма средств, прежде всего необходимых для проведения на начальных стадиях разработок, где, как правило, отмечаются наиболее высокие непроизводительные затраты.

Проверки изложенной методики были осуществлены при многочисленных исследованиях медицинского, биологического, технического, экономического направления и особенно широко в процессе контрольных испытаний по радиотехнике и электронике. Кроме того, методика проверена на экспериментальных учебных занятиях. Во всех случаях получены ожидаемые результаты и, таким образом, удалось приблизиться к решению задачи планирования и прогнозирования при проведении экспериментальных исследований, связанных с большими затратами на их организацию и проведение, особенно в условиях высокой неопределённости на начальных этапах. Однако детали этой части работы выходят за рамки данной методики и поэтому здесь не представлены.

Литература

1. Чернышев С.Л. Моделирование экономических систем и прогнозирование их развития. – М.: МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2003. – 231 с.
2. Славин М.Б. Методы системного анализа в медицинских исследованиях. – М.: Медицина, 1989. – 304 с.
3. Вальд А. Последовательный анализ. Пер. с англ. – М.: Наука, 1960. – 342 с.
4. Аринчин Н.И., Сенько Ф.Н. Фазы и периоды сердечного цикла. – М.: Медицина, 1970. – 186 с.
5. Максимов Г.К., Сеницын А.Н. Статистическое моделирование многомерных систем в медицине. – М.: Медицина, 1983. – С.21.



ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АНАЛОГО-ЦИФРОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ

Селуянов М.Н., Постников И.И.

Московский Государственный Открытый университет

В настоящее время возникло новое направление в метрологии - интеллектуальные средства измерений (ИСИ), предпосылками которых явились: компьютеризация измерений; переход к модульному принципу построения средств измерений; создание развитого математического обеспечения измерений. Отличительной особенностью ИСИ является способность определять и использовать наилучший из числа возможных алгоритмов измерения, способность трансформации алгоритма измерений в процессе его выполнения. Важным элементом таких ИСИ является аналого-цифровой преобразователь (АЦП), к которому предъявляются высокие требования по точности и надежности. Поэтому для работы в ИСИ АЦП должны обладать в том числе и надлежащим запасом отказоустойчивости, т.е. способностью продолжать функционирование при наличии отказавших компонентов. Широкое распространение находят АЦП на основе активной отказоустойчивости, когда при помощи средств самоконтроля (ССК) осуществляется автоматическое обнаружение неисправностей, происходящих в АЦП, с последующим их устранением за счет реконфигурации устройства или за счет замены отказавших АЦП на резервные. С одной стороны, ССК позволяют сократить период скрытого отказа, уменьшают количество таких отказов и повышают эффективность структурного резервирования. С другой стороны, реализация функций самоконтроля и самодиагностики требует определенных затрат ресурсов, что приводит к росту суммарной интенсивности отказов и времени выполнения измерений, т.е. к снижению безотказности. В связи с этим весьма актуальной является разработка функциональных схем высокоточных, отказоустойчивых АЦП, имеющих высокие значения достоверности самоконтроля, самодиагностики и обладающих способностью производить автокоррекцию погрешностей измерения. Поэтому рассмотрим функциональные схемы таких АЦП.

Оригинальной разработкой фирмы Maxim является так называемый "умный" 16-разрядный АЦП MAX1460, который представляет собой законченную измерительную систему с цифровой коррекцией параметров [1]. Кроме собственно 16-разрядного АЦП (интегральная нелинейность 0,006%, частота преобразования 15Гц), устройство содержит аналоговую входную часть – программируемый усилитель (ПУ), совмещенный с 3-разрядным вспомогательным ЦАП для подстройки напряжения смещения, датчик температуры и коммутатор. Цифровая часть устройства содержит набор специализированных регистров: конфигурации, коэффициентов коррекции, данных о параметрах сигнала и температуре. Имеются также энергонезависимое ЭСПЗУ, в которое управляющий микропроцессор загружает данные о конфигурации и коэффициенты коррекции; ПЗУ команд для встроенного сигнального процессора с 12-разрядным параллельным выходным интерфейсом; тактовый генератор; управляющая логика и 16-разрядный интерфейс сигнального процессора.

Сигнал от датчика поступает на вход ПУ, в 5-разрядный регистр конфигурации которого записаны данные о коэффициенте передачи и коррекции смещения. Правильная конфигурация ПУ позволяет полностью реализовать динамический диапазон АЦП. Оцифрованный сигнал датчика сохраняется в регистре сигнального процессора. Встроенный датчик температуры также снабжен 3-разрядным ЦАП для компенсации смещения, чтобы совместить выходной сигнал датчика с рабочим диапазоном АЦП. Значение температуры кристалла сохраняется в соответствующем регистре сигнального процессора. Используя данные о входном напряжении, температуре и коэффициенты коррекции сигнальный процессор вычисляет истинный код выходного сигнала, а пропорциональная ему аналоговая величина присутствует на выходе дополнительного ЦАП.

Рассмотрим функциональную схему двухканального отказоустойчивого последовательного АЦП (ДОАЦП), построенного на основе замещения одного неисправного АЦП на работоспособный по результатам самоконтроля с последующим использованием принципа последовательного опроса датчика неисправного канала [2]. Устройство содержит основные узлы: два АЦП, первые входы которых подсоединены к выходам соответствующих датчиков, а вторые входы – к выходам противоположных датчиков, устройство управления УУ и два одинаковых цифровых коммутатора (ЦК-1 и ЦК-2).

Устройство работает следующим образом. По сигналу «сброс», формируемому при включении электропитания устройства, производится установка в «0» триггеров АЦП и УУ. Сигнал «начало преобразования» (НП), поступающий на входы двух АЦП и УУ, устанавливает в последнем параллельный режим опроса датчиков, и в АЦП начинается процесс преобразования измеряемого сигнала в двоичный код с сокращенным циклом кодирования и самоконтролем в процессе его функционирования. По окончании преобразования коды от АЦП через соответствующие коммутаторы ЦК-1 и ЦК-2 поступают в буферные регистры двух внешних устройств (ВУ-1 и ВУ-2). В случае, если в процессе преобразования, например в АЦП-1, сформируется сигнал «не годен» (НГ-1), то по этому сигналу при помощи УУ АЦП-2 перейдет в режим последова-

тельного опроса датчика Д-1. Так как сигнал НГ-1 в АЦП-1 блокирует сигнал НП, то сигнал от датчика Д-1 поступит на второй вход АЦП-2. После преобразования этого сигнала в код он записывается при помощи ЦК-1 в буферный регистр ВУ-1. Аналогично работает в режиме последовательного опроса датчика Д-2 первый преобразователь АЦП-1 в случае формирования в АЦП-2 сигнала «не годен» (НГ-2).

Предложенную функциональную схему ДООАЦП можно применять при компоновке различных n – канальных отказоустойчивых АЦП, при этом выход из строя одного любого АЦП в каждом входящем в состав устройства ДООАЦП не нарушает работоспособность и самоконтроль всего устройства.

Применение предложенного ДООАЦП по сравнению с использованием двух самоконтролирующихся резервированных АЦП с замещением (четыре АЦП с двумя ЦК) при параллельном опросе датчиков позволяет получить выигрыш в оборудовании в 1,6..1,8 раза (с учетом усложнения АЦП и введения УУ). ДООАЦП весьма оперативно производит реконфигурацию устройства при отказах по результатам самоконтроля каждого АЦП, что существенно увеличивает среднее время наработки на отказ и снижает затраты на техническое обслуживание.

Рассматривается другой отказоустойчивый АЦП, в котором при возникновении неисправности производится реконфигурация устройства, позволяющая сохранить работоспособность АЦП и его встроенных средств самоконтроля, но с уменьшенной разрядностью выходного кода [3]. В докладе приводится функциональная схема такого АЦП, в котором в случае неисправности или случайных погрешностей аналоговых узлов проводится самоконтроль, по отрицательному результату которого производится реконфигурация, при этом разрядность АЦП уменьшается на один разряд, но самоконтроль устройства сохраняется. Для этой цели вводится дополнительный $(n+1)$ -й контрольный такт, где n – число разрядов АЦП.

Для оценки различных вариантов построения средств самоконтроля указанных АЦП целесообразно использовать обобщенный показатель достоверности самоконтроля, например, [4]. Использование обобщенного показателя достоверности самоконтроля или критерия «достоверность – стоимость» позволяет выбрать рациональный вариант средств самоконтроля и автокоррекции погрешностей АЦП.

Литература

1. Данилов А. Микросхемы инструментальных АЦП.// Электронные компоненты.-2004.-Вып.2.-С.15-26.
2. Селуянов М.Н. Реализации одного метода построения многоканальных отказоустойчивых средств сбора и обработки аналоговой информации.//Радиоэлектронные системы. Сер. Общетеchnическая.-1994.-Вып.2.-С.124-139.
3. Патент №2020751 (Российская Федерация). Устройство аналого-цифрового преобразования./М.Н. Селуянов. Б.И., 1994, №18.
4. Селуянов М.Н. Применение критерия «достоверность-стоимость» к проектированию средств самоконтроля последовательных аналого-цифровых преобразователей.// Радиоэлектронные системы. Сер. Общетеchnическая.-1994. –Вып.2. –с. 101-124.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ИХ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ СРЕДСТВАМИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Борзунов Г.И., Буцких Е.В., Войнов А.Е., Фирсов А.В.

Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина

Далее в данной работе в качестве основной цели обработки изображений рассматривается: изменение изображения с целью обеспечения максимально высокого качества его воспроизведения с использованием технологии ремизного ткачества. В современной практике проектирования художественного оформления ткани исходное точечное изображение тканого рисунка чаще всего создается диссинатором (художником) в среде графического редактора или получается в результате сканирования. Это изображение должно быть преобразовано к виду, отвечающему требованиям указанной технологии. Технология ремизного ткачества накладывает ограничения на возможное разрешение и на допустимую глубину цвета тканого изображения (узора). Разрешение тканого изображения в основном определяется линейной плотностью (толщиной) нитей, используемых для выработки ткани. Расчет и выбор рациональной линейной плотности используемых нитей осуществляется с учетом требуемого масштаба тканого узора, исходных требований к свойствам ткани и технологических ограничений. Ввиду того, что для выработки каждой группы тканей используются нити, линейная плотность которых может выбираться только из сравнительно небольшого набора стандартных величин, расчет и выбор рациональной линейной плотности может быть основан на прямом переборе допустимых для данной группы тканей стандартных значений линейной плотности.

Значительные трудности возникают при переходе от, как правило, большой глубины цвета исходного изображения к допустимой палитре тканого узора, содержащей 10 – 20 цветов. Для выполнения указанного преобразования исходного изображения предлагается автоматизированная процедура графической среды ткацкого рисования. Эта процедура состоит из двух этапов. На первом этапе над исходным изображением выполняются известные операции препарирования, логические и арифметические операции, а также операции фильтрации /1/. Цель применения этих операций заключается в преобразовании исходного изображения в изображение, содержащее допустимое число цветов и сохраняющее существенные с точки зрения художественного проектирования особенности исходного изображения. Назовем такое изображение потенциально допустимым. Графическая среда ткацкого рисования предоставляет диссинатору возможность выбрать в интерактивном режиме соответствующую операцию и её параметры, а также визуализировать на экране монитора результат выполнения выбранной операции. После оценки полученного результата диссинатором выбирается следующая операция или принимается решение о переходе ко второму этапу. Оценка соответствия полученного изображения задуманному художником образу проектируемой ткани выполняется самим художником на основе его эстетических предпочтений, предыдущего опыта и интуиции, т. е. экспертным путём.

Второй этап преобразования теперь уже потенциально допустимого изображения в технологически допустимое изображение основывается на ранее полученных теоретических результатах в области анализа тканых узоров /2/. Как показано в работе /3/ допустимое изображение может иметь структуру, которая: 1) делает невозможной выработку его в виде тканого узора на ткацком станке с использованием однослойных ткацких переплетений; 2) допускает выработку соответствующего тканого узора с использованием единственного ткацкого переплетения и нескольких вариантов раскраски нитей (раппортов цвета по основе и утку); 3) допускает выработку соответствующего тканого узора с использованием множества (может быть достаточно большой мощности) ткацких переплетений, каждое из которых может сочетаться с одним или несколькими вариантами раскраски нитей. Из теоретического анализа цветных рисунков следует, что выработку цветных рисунков в виде тканых узоров делают невозможной циклы нечетной длины в специальных графах, названных графами структуры цветных рисунков./2,3/. Таким образом, преобразование потенциально допустимого изображения в технологически допустимое сводится к удалению из графа структуры указанных циклов (запрещённых фигур). Для удаления запрещённой фигуры необходимо и достаточно изменить цвет одной из вершин графа структуры, принадлежащей этой запрещённой фигуре. Эта операция приводит к изменению цвета одной точки (пиксели) изображения, поэтому оптимальное преобразование предполагает изменение цвета минимального или близкого к минимальному числа точек изображения. Для решения описанной задачи второго этапа в графическую систему ткацкого рисования включен специальный фильтр, основанный на описанных выше положениях теории цветных тканых узоров и представляющий собой оригинальную разработку авторов данного доклада.

Простейшим переплетением, широко применяющимся для изготовления трикотажа, является *гладь*. Гладью называют одинарный кулирный трикотаж, состоящий из петель, одинаковых по форме и величине /4/.

Наряду с рельефными и ажурными рисунками в трикотаже часто применяют цветные рисунки, получаемые за счет периодической смены цвета нити. При этом можно использовать как несколько нитей разных цветов, так и одну нить, предварительно окрашенную в нужные цвета по заданному алгоритму.

В цветном трикотаже, получаемом путем окрашивания одной нити, помимо таких дефектов как обрыв нити или сброс петли, которые мы не будем рассматривать, могут возникнуть сбои рисунка. Причиной тому могут быть: малое растяжение нити при петлеобразовании; неисправность какого-либо механизма вязальной машины; неправильно отрегулированы отдельные механизмы машины. Если последние два пункта вполне устранимы путем ремонта или наладки механизмов, то растяжение нити в большинстве случаев неизбежно и носит случайный характер.

Очевидно, что при растяжении нити соответственно наблюдается и увеличение длин ее цветных отрезков. Чтобы охарактеризовать данное сравнительно небольшое изменение длин цветных отрезков нити, введем последовательность случайных величин. Пусть длина цветных отрезков постоянна и равна dlc . Наибольшую растяжимость цветного отрезка примем за Δdlc_{max} . Следовательно, изменение длины цветного отрезка Δdlc может принимать значения от 0 до Δdlc_{max} .

1. Для моделирования значений растяжений цветных отрезков выбран нормальный закон распределения. Это можно объяснить тем, что в основном все цветные отрезки нити растягиваются приблизительно одинаково, а именно на величину математического ожидания $\Delta dlc_{max} / 2$ и количество отрезков, чье растяжение близко к 0 или Δdlc_{max} сравнительно мало. Кривая плотности распределения растяжений цветных отрезков нити находится в интервале от 0 до Δdlc_{max} , а σ равна 1/6 части от максимального растяжения цветных отрезков нити Δdlc_{max} .

2. Предотвратить возможные искажения в узоре из-за малых растяжений нити при производстве цветного трикотажа из нити переменной окраски возможно лишь на стадии окраски нити, изменив алгоритм окраски. Необходимо предугадать растяжения нити и окрасить ее таким образом, чтобы с учетом растяжения получить правильный узор. Предположив, что примерные растяжения нити на каждом цветном отрезке будут иметь некоторые значения в пределах (0; Δdlc_{max}), мы можем использовать эти значения растяжений при окраске нити. Если некоторый цветной отрезок уже окрашенной нити при получении трикотажа удлинится на случайную величину Δdlc , для предотвращения искажения узора необходимо при окраске протяженность окрашивания данного отрезка уменьшить на величину Δdlc . Значения растяжений моделируются по выбранному закону распределения, в данном случае по нормальному закону. Затем из начальных величин отрезков dlc вычитаются предполагаемые значения растяжения этих отрезков. В итоге при получении трикотажа должен получиться правильный узор, но с учетом растяжения нити.

Литература

1. Павлидис Е. Алгоритмы машинной графики и обработки изображений.-М.: Радио и связь, 1986.-400 с.
2. Борзунов Г.И. Синтез ткацких переплетений по заданному цветному рисунку. Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.-1981, №5. С.42...45.
3. Борзунов Г.И. Анализ цветных ткацких рисунков при помощи ЭВМ. Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.-1985, №5. С. 35...41.
4. Лабораторный практикум по технологии трикотажного производства/Под. ред. проф. Л.А. Кудрявина.-М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2002.

The method of computer images processing for their reproduction with the use of weaving looms is proposed. The method consists of the two parts. In the beginning the usual operations of digital image processing and filtering are used. After that we are using the original filter, which based on the removal of the cycles of odd length from the special graphs that are describing image structure.

The method of updating of algorithm of coloring segment is offered at formation of a color knitted pattern for minimization of distortions at his fabrication.

СИСТЕМНОЕ УТОЧНЕНИЕ ЭМПИРИЧЕСКИХ СООТНОШЕНИЙ ТИПА «ЗАКОНА МУРА»

Митихин В.Г.

Московский гуманитарно-экономический институт, каф. математики и информатики.

Как известно, например [1, 2], современные технологии производства СБИС позволяют разместить на одном кристалле логические схемы всех компонентов процессора. Основной интерес представляет увеличение количества логических элементов на кристалле, что открывает возможности для реализации новых архитектурных решений и улучшения характеристик как однопроцессорных, так и многопроцессорных вычислительных систем.

Плотность упаковки логических элементов в процессорных СБИС принято оценивать количеством транзисторов (N), из которых собственно, и строятся логические схемы. Классическая формулировка «закона Мура» и последующие ее уточнения (на протяжении почти 4-х десятилетий с 1965 г.) содержат утверждение об экспоненциальном характере изменения N во времени (точнее, речь идет об удваивании N за период 1 – 2 года на отрезках времени, соответствующих определенным технологиям производства СБИС). Как выглядит «закон Мура» на примере линейки микропроцессоров фирмы Intel, показывает приведенная ниже таблица 1 (на основе материалов фирмы Intel [3]):

Таблица 1. Рост числа транзисторов в процессорах Intel.

Процессоры Intel	Год выпуска	N (тыс. транзисторов)
4004	1971	2.25
8008	1972	2.5
8080	1974	5
8086	1978	29
286	1982	120
386	1986	275
486DX	1989	1 180
Pentium	1993	3 100
Pentium PRO	1995	5 500

Pentium 2	1997	7 500
Pentium 3	1999	24 000
Pentium 4	2000	42 000
Pentium 4M	2001	75 000
Itanium II	2002	120 000

Формальная аппроксимация данных табл. 1 по модели : $N(t) = N(0) \cdot 2^{t/T}$, где время t отсчитывается от некоторого заданного года выпуска, которому соответствует значение $N(0)$, T – период удвоения числа N . Отметим, что на основе всей таблицы 1. аппроксимация по МНК дает для T значение 2 года, т.е., на отрезке времени 1971-2002, хотя на отрезке 1999-2002 просматривается явное ускорение роста N и сокращение значения T практически вдвое. Прогнозирование по этой модели дает для 2010 года значение N порядка 1.7 млрд., а для 2020 года фантастическое значение порядка 180 миллиардов транзисторов.

Подобная методика оценки параметров «закона Мура» и последующее прогнозирование используется для оценки числа транзисторов на различных типах больших интегральных схем и других вычислительных и телекоммуникационных устройств, для оценки роста их рабочих частот, снижения потребления электро-энергии и стоимости.

Однако из этой методики ясно, что соотношения типа «закона Мура» являются эмпирико-статистическими соотношениями. Такие соотношения лишь аппроксимируют на отдельных периодах времени (причем на основе бедной и нечеткой статистики) соответствующие, пока неизвестные законоподобные тенденции развития элементной базы процессорных устройств, характеристики которых из соображений физико-технологического и экономического порядка не могут в будущем возрастать по экспоненте. Главная физическая причина ограничения роста – это все большая степень миниатюризации, которая неминуемо приведет к конфликту «закона Мура» с фундаментальными законами физики, в частности, с законами квантовой механики и термодинамики, что практически не оспаривается и самими разработчиками [3]. Помимо прочего, в настоящее время со стороны фирмы Intel [4] имеется признание того факта, что продолжая "тянуть" «закон Мура» в его современном виде изо всех сил, полупроводниковое производство рискует перестать быть выгодным, так как инвестиции, необходимые для реализации каждого нового шага в этой области составляют миллиарды долларов. То есть, в связи с тем, что новые полупроводниковые технологии с уменьшением норм процессов становятся все более сложными, индустрия, по мнению Intel, идет к новой парадигме, во главе которой стоит не уменьшение норм технологического процесса любой ценой, а экономическая эффективность.

В настоящей работе на основе системных представлений о тенденциях развития элементной базы процессорных устройств предлагается математическая модель для «закона Мура», в которой учитывается взаимодействие технологических и экономических факторов для описания роста N с насыщением. В теории математического моделирования изучение процессов роста с насыщением начато достаточно давно, в частности в 1838 г. Ферхюльстом был впервые описан системный эффект, ограничивающий рост популяции, на основе дифференциального логистического уравнения (см., например, [5, 6]).

Для нашей задачи с учетом приведенных выше соображений наряду с величиной $N(t)$, вообще говоря, следует рассматривать величины $I(t)$ и $S(t)$, описывающие соответственно научно-технологический уровень производства и уровень инвестиций в производство. Если учесть тот факт, что величину $I(t)$ можно измерять некоторыми объемами информации, которые очевидно связаны с определенными материальными носителями, то для указанных величин $N(t)$, $I(t)$ и $S(t)$ имеем в отдельности ситуацию роста с насыщением, при этом следует учитывать и взаимодействие этих величин, и соответствующие ресурсные ограничения. Динамика изменения рассматриваемых величин может быть описана системой дифференциальных уравнений вида:

$$\begin{aligned} \frac{dN}{dt} &= f(N, I, S) \\ \frac{dI}{dt} &= g(N, I, S) \\ \frac{dS}{dt} &= h(N, I, S) \end{aligned} \quad , \quad (1)$$

дополненной соответствующими начальными значениями и ресурсными ограничениями.

Решение задачи (1) возможно при наличии соответствующей информации о свойствах правых частей системы (1) и ресурсных ограничениях экономического порядка. К сожалению, к настоящему моменту эта информация отсутствует и возможны лишь гипотетические оценки по этому поводу. Отметим лишь, что с одной стороны существенная часть информации относительно порядка величин I и S относится к разряду государственных и коммерческих тайн, а с другой стороны следует учитывать диффузный характер научно-

технических знаний в рамках мирового научно-технического прогресса. Из соображений системного порядка (см., например, [7]) можно предположить, что разложения в ряд правых частей уравнений (1) по величинам N , I , S начинаются со степеней не ниже первой.

В связи с отмеченными трудностями решения задачи (1), рассмотрим усеченную модель на основе первого уравнения системы (1), исключив из рассмотрения величины I и S . При этом с учетом изложенных выше системных и эмпирических фактов относительно изменения величины $N(t)$ дифференциальное уравнение принимает следующий вид:

$$\frac{dN}{dt} = aN - bN^2, \quad (2)$$

с начальным условием: $N(t_0) = N_0$ и некоторыми постоянными параметрами a и b ,

Задача (2) соответствует логистической модели, в рамках которой первое слагаемое в правой части уравнения (2) описывает процесс «размножения» элементов на основе достигнутого уровня N с коэффициентом «размножения» a , величина которого зависит от научно-технологического уровня и финансирования производства, а второе слагаемое описывает процесс «конкуренции за ресурсы (энергетика и пространство)» между элементами в процессоре, так как число возможных связей между элементами пропорционально величине N^2 . Решение уравнения (2) обладает двумя важными свойствами: 1) при сравнительно малых N величина N экспоненциально возрастает, 2) при больших стремится к предельному значению, равному $K = (a / b)$.

Эти факты следуют из аналитического решения задачи (2), имеющего следующий вид:

$$N(t) = \frac{N_0 K \exp(a(t-t_0))}{N_0 (\exp(a(t-t_0)) - 1) + K}, \quad (3)$$

Далее для зависимости (3) в момент времени:

$$t = t_0 + \ln((K - N_0) / N_0) / a, \quad (4)$$

достигается максимальная скорость роста $N(t)$, и в этот момент (4) значение N равно $K / 2$.

Отметим сложности, связанные с определением параметров для зависимости (3):

- 1) зависимость (3) является существенно нелинейной по параметрам K и a ;
- 2) значения N в табл.1. соответствуют различным экономико-технологическим уровням производства, т.е., эти значения имеют разный вес. Для оценки научно-экономической весомости этих значений полезно было бы знать объемы финансирования соответствующих проектов, а для оценки научно-технологического уровня необходимо сопоставить линейки процессоров разных фирм-производителей. Так, например, Pentium 4 содержит 42 млн. транзисторов, а аналогичный процессор Athlon XL фирмы AMD – 37 млн.
- 3) наконец, значения N в табл.1 и соответствующие моменты времени (относительно начального момента) имеют относительную погрешность порядка 0.1-0.2, а количество данных, имеющихся в табл.1. классифицируется как «бедная» статистика.

Информация, связанная с пунктом 2, может существенно повысить качество прогнозирования на основе модели (3), но к настоящему моменту существуют лишь разрозненные неявные оценки по этому поводу.

При подборе параметров для модели (3) по модифицированному (с учетом пункта 1) методу МНК список параметров (с учетом пункта 3) был расширен за счет N_0 и t_0 .

Были получены следующие результаты на основе данных всей таблицы 1.:

- начальное значение $N_0 = 2.15$ тыс. (т.е. в пределах исходной погрешности совпадает с табличным значением 2.25 тыс.);
- значение параметра $a = 0.350$;
- предельное значение $K = 2.40$ млрд. транзисторов, при этом прогноз на 2010 г. составляет 1.04 млрд., а на 2020г. – 2.39 млрд.;
- максимальная скорость роста N будет достигнута к 2011г (на этот момент само значение $N = 1.2$ млрд.);

Из полученных результатов и системных соображений ясно, что период времени в окрестности 2011г. может стать критическим для рассматриваемой проблемы в связи с развитием новых технологий, связанных с квантовой информатикой и распределенными вычислительными системами.

Литература

7. Таненбаум Э. Архитектура компьютера, 4-е изд. // Пер. с англ. – СПб., Питер, 2003.
8. Цилькер Б.Я., Орлов С.А. Организация ЭВМ и систем. – СПб.: Питер, 2004.
9. <http://www.intel.com/research/silicon>.
10. <http://www.intel.ru/Intel/museum/history/hof/moore.htm>.
11. Арнольд В.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения. – М.: Наука, 1971.

12. Арнольд В.И. «Жесткие и мягкие» математические модели. – М.: МЦНМО, 2000.
13. Капица С.П. и др. Синергетика и прогнозы будущего. – М.: Наука, 1997.

System SPECIFICATION of EMPIRICAL CORRELATIONS SUCH AS « the MOORE'S LAW »

Mitihin V.

The Moscow humanitarian-economic institute

The density of packing of logic elements in processor can be estimated quantity of transistors (N). The classical formulation « Moore's law » and its subsequent specifications (on an extent almost 4 decades since 1965) contain the statement about exponential character of change N in time (more precisely, the question is doubling N for the period 1 - 2 years on the intervals of time corresponding to certain "know-how").

Correlations such as « Moore's law » are statistical correlations and reflect while unknown tendencies of development of element base of processor devices which characteristics from reasons of the physic, technological and economic order cannot grow boundless in the future.

In the present work on the basis of system representations about tendencies of development of element base of processor devices the mathematical model for « Moore's law » in which interaction technological and economic forces for the description of growth N with saturation is taken into account is offered.

On the basis of the suggested model and the data on processors Intel for the period of time with 1971-2002 the following results are received:

- Limiting value $N = 2.40$ billion transistors, thus the forecast for 2010 makes 1.04 billion, and on 2020r. - 2.39 billion;
- Maximal growth rate N will be achieved to 2011 year (for this moment value $N = 1.2$ billion);

From the received results and system reasons clearly, that the period of time in a vicinity 2011r. can become critical for a considered problem in connection with development of the new technologies connected to quantum computer science and distributed computing systems.

ЛОГИЧЕСКИЙ КАЛЬКУЛЯТОР

Поповский А.С., Кузнецов А.А., Сидоров М.И., Григорьев А.Ф.

Московский государственный университет геодезии и картографии

Разработана программа, позволяющая вычислять истинность логических выражений любой сложности в зависимости от истинностных значений входящих в них элементарных высказываний. Данная программа строит диаграммы Венна [1] для сложных высказываний, зависящих от одного, двух или трех элементарных.

НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛОГИКИ

Всем хорошо известно, что математическая логика изучает **высказывания** – повествовательные предложения, являющиеся либо **истинными**, либо **ложными**. Принято говорить, что высказывание имеет соответствующее **истинностное значение** [2, 3]. В дальнейшем будем обозначать истинное значение с помощью цифры 1, а ложное – 0.

В том случае, когда имеются некоторые, может быть совпадающие, высказывания, из них можно построить другие высказывания. При этом исходные высказывания называют **простыми**, а образованные из них высказывания – **сложными** [3]. Зависимость истинности сложных высказываний от истинностных значений входящих в них простых высказываний принято представлять в виде **таблиц истинности** [2-4].

Часто зависимость истинности сложных высказываний от истинностных значений входящих в них простых рассматривают в виде **булевых функций** [2-4]. Наиболее важными считаются булевы функции от одной и двух переменных. Все остальные функции можно представить с их помощью.

Существует четыре булевы функции от одной переменной [2, 4]. Они представлены в следующей таблице:

Таблица 1. Логические функции одной переменной

x	$f_1(x) = 0$	$f_2(x) = \bar{x}$	$f_3(x) = x$	$f_4(x) = 1$
	0	0	1	1
0	0	1	0	1

$f_1(x)$ и $f_4(x)$ являются **функциями-константами**, функция $f_3(x)$ совпадает со значением переменной, а функция $f_2(x)$ называется **отрицанием** [2, 4].

Существует шестнадцать булевых функций, зависящих от двух переменных (таблица 2). Их названия и обозначения приведены в соответствии с книгами [3, 4] и используются в разработанном логическом калькуляторе.

В логике высказываний существует графический способ представления истинности логических выражений, называемый **диаграммами Венна** [1]. Диаграммы Венна показывают истинность булевых функций в зависимости от истинностных значений их аргументов. Каждое простое предложение, являющееся аргументом булевой функции, изображается в виде замкнутой фигуры. Считается, что внутри этой фигуры простое высказывание истинно, а вне - ложно. В том случае, когда на диаграммах Венна изображаются несколько простых высказываний, соответствующие им фигуры должны пересекаться. По этой причине диаграммы Венна строят для одной, двух и трех составляющих. Связано это с тем, что, начиная с четырех простых высказываний, нельзя показать все возможные варианты истинности простых составляющих, сохраняя одну замкнутую фигуру любой формы для каждого из простых высказываний. Истинность рассматриваемой булевой функции можно отметить любым значком (например, точкой, штриховкой или закраской).

При решении задач, связанных с построением сложных высказываний, важным фактором является соглашение о порядке действий. Однако в литературе по математической логике можно встретить разные варианты подобных соглашений. Согласно наиболее употребительным соглашениям принят следующий порядок действий:

1. Скобки
2. Отрицание
3. Конъюнкция
4. Дизъюнкция

Далее следуют импликация и эквиваленция, их приоритет зависит от взгляда автора. Однако даже такой короткий перечень логических операций не является общепризнанным. Пример другого порядка следования операций предложил, например, Давид Гильберт в работе [5]. В учебнике [3] приведен вариант наиболее употребительного в настоящее время следования операций.

Таблица 2. Логические функции двух переменных

x	y	$g_1(x, y) = 0$	$g_2(x, y) = x \downarrow y$	$g_3(x, y) = x \leftarrow y$	$g_4(x, y) = \bar{x}$
Наз-вание		Константа	Функция Даггера (стрелка Пирса)	Запрет	Отрицание
1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	1
0	0	0	1	0	1

X	y	$g_5(x, y) = y \leftarrow x$	$g_6(x, y) = \bar{y}$	$g_7(x, y) = x \oplus y$	$g_8(x, y) = x \mid y$
Наз-вание		Запрет	Отрицание	Исключенное ИЛИ (сложение по модулю 2)	Штрих Шеффера
1	1	0	0	0	0
1	0	1	1	1	1
0	1	0	0	1	1
0	0	0	1	0	1

x	y	$g_9(x, y) = x \wedge y$	$g_{10}(x, y) = x \leftrightarrow y$	$g_{11}(x, y) = y$	$g_{12}(x, y) = x \rightarrow y$
Наз-вание		Конъюнкция	Эквиваленция	Функция повторения	Импликация
1	1	1	1	1	1

1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	1
0	0	0	1	0	1

x	y	$g_{13}(x, y) = x$	$g_{14}(x, y) = y \rightarrow x$	$g_{15}(x, y) = x \vee y$	$g_{16}(x, y) = 1$
Наз- вание		Функция повторения	Импликация	Дизъюнкция	Константа
1	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1
0	1	0	0	1	1
0	0	0	1	0	1

Перед разработчиками логического калькулятора встает задача последовательности выполнения логических операций. Нами в качестве рабочей версии было принято, что среди логических операций нет равноправных: мы проверяем жестко заданную последовательность выполнения логических операций.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЛОГИЧЕСКОГО ВЫСКАЗЫВАНИЯ В ПРОГРАММЕ

Программа «Логический калькулятор» написана на языке Object Pascal в оболочке разработчика Delphi. Используемый в программе оконный графический интерфейс Microsoft Windows позволяет формировать начальную строку логического выражения в удобном для обработки виде. В начале разработки алгоритма нами было принято решение о замене логических операций числовым кодом в соответствии с приоритетом выполнения операции: чем больше номер операции, тем раньше она выполняется. Был принят следующий порядок выполнения логических операций:

1. Скобки,
2. Отрицание,
3. Штрих Шеффера,
4. Конъюнкция,
5. Стрелка Пирса,
6. Дизъюнкция,
7. Запрет,
8. Импликация,
9. Исключенное ИЛИ,
10. Эквиваленция.

Предложенный порядок был выбран из-за того, что сначала идут логические операции, имеющие противоположное логическое значение по отношению к общеизвестным логическим операциям.

На рис. 1 представлена блок-схема алгоритма вычисления истинностного значения заданного пользователем логического высказывания (или соответствующей ему булевой функции). Представление функции создается пользователем в соответствии с соглашением о порядке выполнения логических операций.

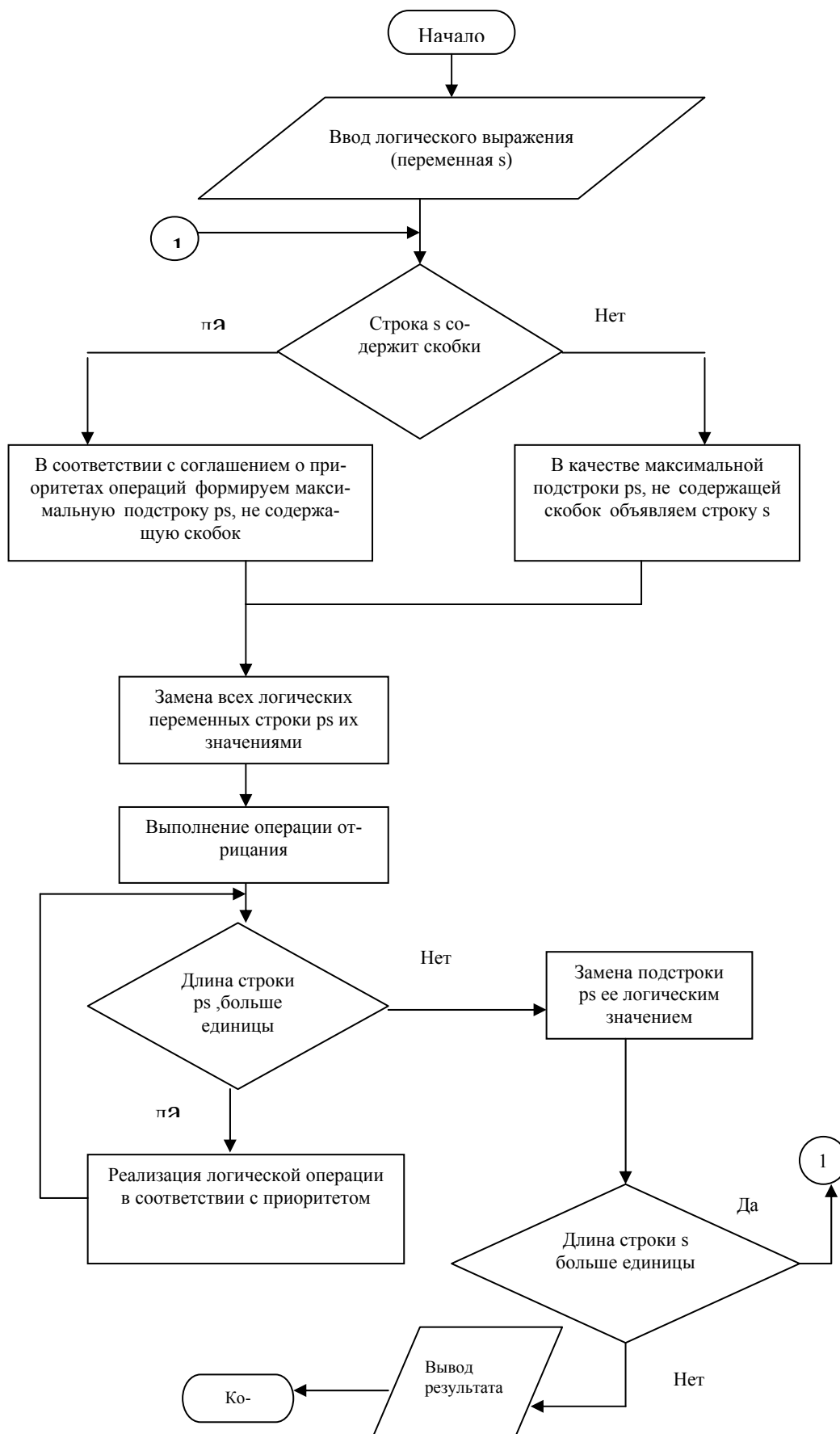


Рис. 1. Блок-схема алгоритма вычисления истинностных значений логических высказываний

По своей сути предложенный алгоритм является алгоритмом обработки и преобразования текстовой информации. Выполнение любой логической функции приводит к замене ее обозначения соответствующим логическим значением (нулем или единицей).

Программа может вычислять логическое значение функции при заданных значениях простых высказываний, строить таблицу истинности и выводить диаграммы Венна для сложных высказываний, построенных с помощью одного, двух или трех элементарных.

ВОЗМОЖНЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННОЙ ПРОГРАММЫ

Вычисление логических значений логических высказываний (булевых функций) осуществляется во многих областях знаний, например, при разработке программ, баз данных [6] и экспертных систем [7] различного назначения, включая методы распознавания образов [8]. Особенно важна с точки зрения приложений связь логики высказываний и теории множеств [2-5]. Она позволяет предположить практически неограниченные возможности для непосредственного применения созданной программы при разработке различных моделей.

Таким образом, разработанная программа может использоваться как самостоятельно, так и при разработке других программных продуктов.

Литература

1. Кузичев А.С. Венна диаграммы. Кн. Математическая энциклопедия, т.1. М.: Советская энциклопедия, 1977, с.563-564
2. Нефедов В.Н., Осипова В.А. Курс дискретной математики. М.: МАИ, 1992
3. Судоплатов С.В., Овчинникова Е.В. Элементы дискретной математики. М.: Инфра-М, 2003
4. Айзерман М.А., Гусев Л.А., Розоноэр Л.И., Смирнова И.М., Таль А.А. Логика. Автоматы. Алгоритмы. М.: Физматгиз, 1963
5. Гильберт Д., Аккерман В. Основы теоретической логики. М.: Госиздат иностранной литературы, 1947
6. Карпова Т.С. Базы данных: модели, разработка, реализация. СПб: Питер, 2002
7. Рыков А.С. Методы системного анализа: многокритериальная и нечеткая оптимизация, моделирование и экспертные оценки. М.: Экономика, 1999
8. Вапник В.Н. Восстановление зависимостей по эмпирическим данным. М.: Наука, 1979

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ЦИФРО-АНАЛОГОВЫХ И АНАЛОГО-ЦИФРОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ

Селуянов М.Н.

Московский Государственный Открытый университет

При изучении курса «Измерительные информационные системы» используются знания многих общенаучных и технических дисциплин, при этом уделяется серьезное внимание изучению принципов построения основных типов выпускаемых промышленностью измерительных, контрольных, диагностических и распознающих систем. Однако отдаленность современного дорогостоящего промышленного оборудования от учебного заведения и невозможность в некоторых случаях его приобретения для студентов диктует необходимость создания лабораторных работ с использованием виртуальных приборов. Под виртуальным измерительным прибором (ВИП) понимается средство измерений, построенные на базе персонального компьютера, встраиваемых в него многофункциональных и многоканальных аналого-цифровых ячеек, внешних программно-управляемых модулей предварительной обработки сигналов и специализированных измерительных интегрированных программных оболочек для сбора, обработки и визуального представления измерительной информации.

В отличие от традиционных средств, их функции, пользовательский интерфейс, алгоритмы сбора и обработки информации определяются пользователем, а не производителем.

Управление такими приборами, как правило, осуществляется через графический пользовательский интерфейс с использованием манипулирования мышью через виртуальные элементы управления.

ВИП обладают следующими возможностями: восприятием и активным использованием априорной и текущей информации об измеряемом объекте в процессе измерения величины; выполнением предварительной идентификации объекта, процесса или величины с целью выбора адекватной измерительной процедуры и соответствующих аппаратных и программных средств; сжатием информации, содержащейся в результатах измерений и представление её пользователю в компактном и наглядном виде.

Необходимо отметить, что большим недостатком ВИП является то, что эти приборы не оценивают погрешности. Проблема метрологического сопровождения не решена на сегодняшний день, но может быть реализована при помощи программных средств.

Для построения ВИП в лабораторном практикуме используется инструментальный пакет **LabVIEW** фирмы National Instruments[1].

LabVIEW - универсальная система программирования, но также включает библиотеки функций и средств проектирования, разработанных для сбора данных и инструментов управления и обработки данных. Программы LabVIEW названы виртуальными приборами (ВИП), потому что их действия и внешний вид может имитировать реальные приборы. В тоже время, ВИП подобны функциям стандартных языков программирования. Однако, ВИП имеют ряд преимуществ перед функциями стандартных языков программирования: более наглядны, просты для конструирования измерительных модулей и взаимодействия с оператором.

ВИП состоит из интерактивного интерфейса пользователя, диаграммы прохождения данных, которая служит исходным текстом, и пиктограммы соединения (входы и выходы), которые позволяют ВИП быть вызванными из ВИП более высокого уровня.

Более определенно, проектируемый ВИП структурирован следующим образом.

Интерактивный интерфейс пользователя ВИП назван **Передней Панелью**, потому что он моделирует панель реального прибора. Передняя панель может содержать кнопки, переключатели, индикаторы, диаграммы, графики, и другие средства отображения и управления. Студент вводит данные, используя мышь и клавиатуру (имитируя действия с реальной передней панелью), и затем просматривает результаты на экране компьютера.

ВИП получает команды от блок-схемы, которую студент создает в языке визуального проектирования "G". **Блок-схема** - это иллюстрированный алгоритм действий ВИП, одновременно являющийся исходным текстом ВИП.

- **Пиктограммы соединений ВИП** и связи между ними работают подобно разъёмам и соединяющей шине в реальных приборах, и необходимы для того, чтобы ВИП могли обмениваться данными друг с другом.

Большое разнообразие логических и числовых индикаторов, управляющих элементов, структур и функций программирования пакета LabVIEW позволяют осуществить визуализацию и демонстрацию фундаментальных принципов цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей.

Например, построив виртуальный прибор, моделирующий следящий АЦП (см рис.1), можно увидеть следящий алгоритм в действии (рис.2). Построив модель АЦП последовательного приближения можно получить точную временную диаграмму этого процесса (рис.3).

Таким образом, с помощью LabVIEW можно создать необходимый тип ВИП (например, АЦП с самоконтролем) при очень малых затратах по сравнению с реальными микросхемами. Благодаря своей графической природе LabVIEW – это пакет эффективного отображения и представления данных. Выходные данные могут быть показаны в любой форме: диаграммы, графики и т.д.

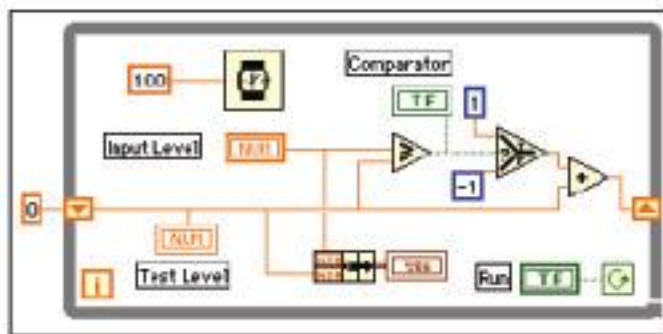


Рис.1. Виртуальный прибор, моделирующий следящий АЦП

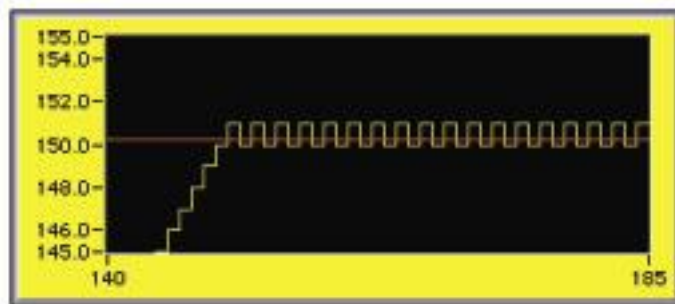


Рис.2. Выходное напряжение следящего АЦП при постоянном входном сигнале

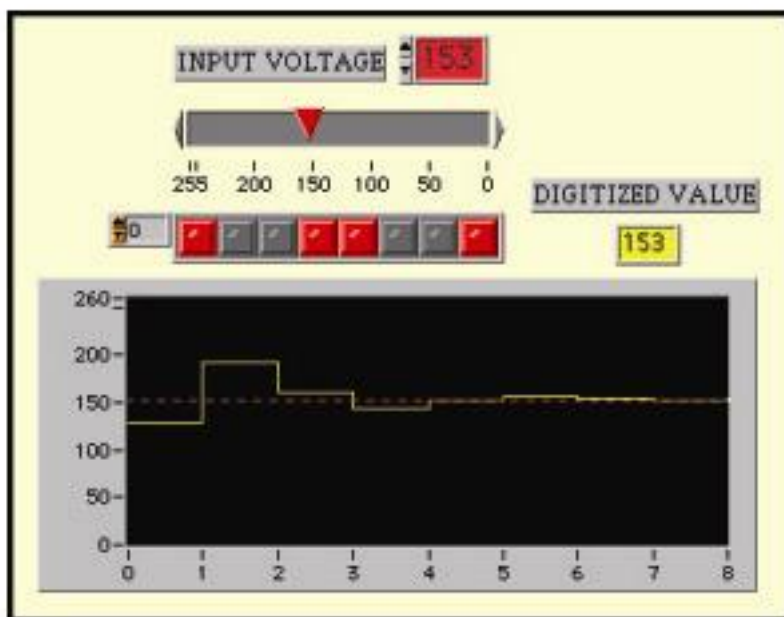


Рис.3. Временная диаграмма АЦП последовательного приближения

Литература

1. Патон Б. LabVIEW: Основы цифровой электроники. National Instruments. 1998. -С.190.



РАСПОЗНАВАНИЕ СТАЦИОНАРНЫХ СЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ С ПРОПУСКАМИ НАБЛЮДЕНИЙ

Егоров А.В., Паршин В.С.

Рязанская государственная радиотехническая академия.

Распознавание случайных сигналов часто приходится производить при наличии импульсных помех. Рассмотрим случайный процесс

$$y(t)=x(t)+P(t),$$

где $x(t)$ -распознаваемый стационарный случайный процесс, $P(t)$ - импульсная помеха.

Допустим, что помеха представляет собой импульсное воздействие с крутизной фронтов менее чем интервал дискретизации, используемый при регистрации процесса $x(t)$, возникает в случайные моменты времени. Предположим, что импульсная помеха может превышать динамический диапазон устройства обработки и обнаруживается с вероятностью единица. Поэтому возможно осуществить режекцию помехи, что приводит к распознаванию случайных сигналов с пропусками наблюдений. То есть от аддитивной импульсной помехи можно перейти к мультипликативной:

$$y(t)= x(t)*P_m,$$

где $P_m=1$ при отсутствии помехи; $P_m=0$ во время действия помехи.

Данного вида процесс можно также наблюдать в случае пропуска наблюдений, вызванного какими-либо нарушениями в тракте приема сигнала, в работе измерительных датчиков и регистрирующей аппаратуры, прерываниями выполнения работы программы регистрации.

Анализу статистических свойств сигнала при наличии импульсной помехи посвящено достаточно много работ, но в них отсутствуют четкие рекомендации по построению решающего правила в таких условиях.

При синтезе устройства распознавания способы борьбы с пропусками наблюдений должны оцениваться исключительно с точки зрения получения минимальной ошибки распознавания при некоторых разумных ограничениях на вычислительные ресурсы и длительность обработки.

Предположим, что случайные процессы гипотезы и альтернативы отличаются спектральными свойствами, или формой спектральных плотностей мощности (СПМ) $G_1(\omega)$ и $G_2(\omega)$.

В случае заданного классификатора, т.е. при вычислении параметров решающего правила на основе априорно известных СПМ гипотезы $G_1(\omega)$ и альтернативы $G_2(\omega)$ решающее правило на основе критерия максимума апостериорной вероятности имеет вид [1]:

$$\varphi_1\{\mathcal{E}(\omega)\} = \sum_{i=1}^{N/2-1} \mathcal{E}(\omega_i) \left[\frac{1}{G_2(\omega_i)} - \frac{1}{G_1(\omega_i)} \right] - \sum_{i=1}^{N/2-1} \ln \frac{G_1(\omega_i)}{G_2(\omega_i)} > 0 \quad (1)$$

где $\mathcal{E}(\omega)$ – оценка СПМ, полученная по экзаменуемой реализации, N – количество отсчетов в наблюдаемой контрольной реализации.

При отсутствии помехи в распознаваемых реализациях данное решающее правило обеспечивает наименьшую вероятность ошибки распознавания. В зависимости от длительности каждого помехового импульса и от их взаимного положения будет меняться форма оценки СПМ наблюдаемого процесса и, следовательно, вероятность правильного распознавания.

Обычно используются два подхода к снижению влияния пропусков наблюдений на вероятность правильного распознавания:

- восстановление непрерывности распознаваемой реализации с целью компенсации искажений оценки СПМ;

- коррекция коэффициентов решающего правила на основе анализа «помеховой обстановки» присутствующей при регистрации экзаменуемой реализации. Это предполагает адаптацию решающего правила.

В случае если длительность помехи превышает интервал корреляции случайного процесса, применение методов регрессии для восстановления пропущенных отсчетов не эффективно.

Одним из способов восстановления целостности реализации является заполнение пропущенных отсчетов сигнала на интервале пропуска, длительностью T_{Π_j} следующей за пропуском частью реализации, со сдвигом всех последующих с конца j -го пропуска отсчетов на время $-T_{\Pi_j}$, продолжая регистрацию сигнала с целью дополнения недостающего количества отсчетов.

Весьма вероятно, что продолжение наблюдения будет также сопровождаться помехой такого же рода и с той же интенсивностью. Таким образом, можно допустить, равные вероятности появления Π пропусков на любом из L интервалов длительностью N отсчетов каждый наблюдаемого случайного процесса $y(t_i)$. Для

того, что бы при суммарной интенсивности помехи $\sum_j \Pi_j$ отсчетов на интервале наблюдения длительно-

сти N заполнить пропуски сдвигом реализации с получением в результате реализации из N отсчетов без пропусков требуется в среднем следующая длина реализации:

$$N' = \frac{N * N}{N - \sum_j \Pi_j}.$$

Для распознавания случайного процесса по оценке СПМ полученной из восстановленной реализации может применяться решающее правило (1), с априорно полученными весовыми коэффициентами. Тем не менее, поскольку при использовании вышеприведенной процедуры восстановления целостности последовательности отсчетов в полученной реализации будут присутствовать скачки или разрывы первого рода, обусловленные тем, что длительность помехи превышает интервал корреляции, то, очевидно, спектральные свойства восстановленного процесса будут отличаться от спектральных свойств процесса регистрируемого при отсутствии помехи. Это, несомненно, может повлиять на ошибку распознавания.

Несколько снизить фактор искажения формы СПМ можно, применив процедуру интерполяции на интервале сравнимом с интервалом корреляции в местах стыка фрагментов реализаций, сдвигаемых для заполнения пропусков.

В случае если параметры решающего правила (1) вычислялись на основе классифицированной совокупности наблюдений, представляющих собой набор из K_1 и K_2 реализаций гипотезы и альтернативы соответственно длительности N отсчетов каждая [2,3], то в качестве способа адаптации решающего правила под помеховую обстановку можно использовать следующий подход.

В случае если процедура обнаружения импульсной помехи дает точное местоположение и длительность помехового сигнала то, подвергнув этому же помеховому воздействию реализации обучения, получим реализации гипотезы и альтернативы в известной помеховой обстановке.

$$y_1(t) = x_1(t) * P_m, \quad y_2(t) = x_2(t) * P_m.$$

На основе спектрограмм, полученных от совокупности из K реализаций y_1 и y_2 можно найти сглаженные оценки СПМ гипотезы и альтернативы при воздействии помехи $\overline{G}'_{1(2)}(\omega)$, исходя из которых вычисляются параметры или весовые коэффициенты решающего правила.

$$\overline{G}'_{1(2)}(\omega) = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K |S_{1(2),k}(j\omega)|^2$$

где $S_{1(2),k}(j\omega)$ - выборочный спектр k -ой реализации процесса гипотезы или альтернативы, получаемый с использованием преобразования Фурье от реализаций обучения, подвергнутых помеховому воздействию y_1, y_2 ; $K=K_1(K_2)$ - количество реализаций обучения гипотезы (альтернативы).

Выражение для получения сглаженных оценок СПМ на основе эталонных реализаций обучения и известного на этапе распознавания контрольной реализации помехового воздействия выглядит следующим образом:

$$\overline{G}'_{1(2)}(\omega) = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \left| \int_{-\infty}^{\infty} y_{k,1(2)}(t) e^{-j\omega t} dt \right|^2 = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \left| \int_{-\infty}^{\infty} x_{k,1(2)}(t) * \left(\sum_{j=1}^{N_{II}} P_m(t - t_j + T_{IIj}) \right) e^{-j\omega t} dt \right|^2$$

где t_j - момент появления j -ой импульсной помехи N_{II} - количество помеховых импульсов. Причем, поскольку реализации обучения и экзамена подвергались одному и тому же воздействию, то смещение оценок СПМ в обоих случаях будет носить близкий характер, что позволяет не использовать дополнительных процедур компенсации влияния пропуска наблюдений в экзаменуемых реализациях.

Недостатком данного подхода является необходимость хранения всех K_1+K_2 реализаций обучения, применение процедуры умножения каждой реализации на выделенный помеховый сигнал с дальнейшим преобразованием Фурье и усреднением по всему пространству из $K_1(K_2)$ реализаций для получения скорректированных с учетом помехи эталонных СПМ. Это потребует от устройства дополнительных вычислительных затрат.

В то же время, используя спектр импульсной последовательности помехи и воспользовавшись теоремой о спектре произведения [3,4], выражение для сглаженных эталонных СПМ, адаптированных к помехе примет вид:

$$\overline{G}'_{1(2)}(\omega) = \frac{1}{K_{1(2)}} \sum_{k=1}^{K_{1(2)}} \left| \int_{-\infty}^{\infty} Sx_{k,1(2)}(\nu) * SP(\omega - \nu) d\nu \right|^2$$

В результате по сравнению с предыдущим подходом требуется меньшее на K_1+K_2 выполнение операций вычисления спектра.

При таком способе коррекции коэффициентов решающего правила для вычисления усредненной оценки СПМ гипотезы и альтернативы требуется хранить в памяти спектрограммы всех K_1+K_2 реализаций обучения и выполнять такое же количество операций свертки.

Можно показать, что при некоррелированных случайном процессе и помеховой составляющей и при достаточно большой длительности реализации среднее значение сглаженной выборочной СПМ в условии помех равно

$$\langle \overline{G}'_{1(2)}(\omega) \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} \overline{G}_{1(2)}(\nu) * G_{II}(\omega - \nu) d\nu.$$

где $\langle \rangle$ - операция статистического усреднения; $\overline{G}_{1(2)}(\nu)$ - сглаженные СПМ гипотезы и альтернативы, полученные в условиях отсутствия помех. Отсюда следует, что вместо процедуры состоящей из свертки СПМ каждой из K_1+K_2 реализаций обучения со спектром мощности помехи и дальнейшего усреднения для получения сглаженных оценок СПМ гипотезы и альтернативы, можно воспользоваться сверткой сглаженных эталонных СПМ с СПМ помехи, полученной на этапе анализа контрольной реализации. Это уменьшает требования к необходимому объему памяти для хранения спектральных описаний априорной информации и

значительно (в K_1+K_2) раз сокращается количество выполнений операции свертки для коррекции эталонных СПМ с целью их адаптации под помеховую обстановку на этапе распознавания.

Эффективность алгоритмов борьбы с влиянием пропусков наблюдений на вероятность распознавания подтверждается результатами моделирования.

Исследовалась зависимость вероятности ошибки распознавания от длительности пропусков наблюдений при фиксированном их числе и зависимость вероятности ошибки от числа пропусков при фиксированной их длительности.

Моделирование показало, что наиболее эффективными методами борьбы с пропусками наблюдений из предложенных выше являются методы адаптации коэффициентов решающего правила, использующие полную информацию о помеховом сигнале.

Литература

1. Г. Ван Трис. Теория обнаружения, оценок и модуляции. Том 1. – М.: Сов. радио. 1972. 744 с.
2. Дженкинс Г., Ваттс Д. Спектральный анализ и его приложения. Том 1. – М.: Мир, 1971. 316 с.
3. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. Изд. 3-е. М.: Радио и связь, 1989. 656 с.
4. Фомин Я.А., Тарловский Г.Р. Статистическая теория распознавания образов – М.: Радио и связь, 1986. 263 с.

RECOGNITION OF STATIONARY CASUAL SIGNALS WITH MISSES OF SUPERVISION

Egorov A., Parshin V.

The Ryazan state radio engineering academy.

Presence of the pulse handicap exceeding a dynamic range of the device of registration, results in the miss of readout of a signal in observable realization. Methods of reduction in a mistake of recognition of casual processes in spectral area in conditions of misses of supervision are considered. The methods using correction of factors of the solving rule depending on a handicap are most effective.



КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ БАТАРЕИ ПИТАТЕЛЕЙ КАРДОЧЕСАЛЬНЫХ МАШИН

Гаспарян Г.Л., Севостьянов П.А.

Московский государственный текстильный университет имени А.Н. Косыгина

Рассматривается компьютерная модель системы бункерного питания (СБП) кардочесальных машин. Известно [1], что именно эти машины определяют качество получаемой пряжи. Неотъемлемым элементом СБП является устройство распределения поступающего потока волокнистого материала (ВМ) по бункерам. Распределитель объединяет все машины в единую систему и делает невозможным управление каждым отдельным блоком «бункер – кардочесальная машина». Разработка централизованной системы управления требует применения не только модели бункерного питателя, но и модели распределения потока волокнистого материала по бункерам. Ниже приводится описание разработанной модели СБП.

В общем виде работу распределителя можно представить соотношениями:

$$g_i(t) = a_i(t)g(t); \sum_{i=1}^m a_i(t) = 1, \quad a_i(t) \geq 0, \quad i = 1, \dots, m \quad (1)$$

Здесь $g(t)$ – линейная плотность потока ВМ на входе в распределитель; $g_i(t)$ – линейная плотность потока, «распределяемого» в i -й бункер в момент времени t ; $a_i(t)$ – доля линейной плотности потока на входе, отделяемая в i -й бункер в момент t .

Управление СБП заключается в установке значений $a_i(t)$ согласно алгоритму распределения, удовлетворяющих условиям (1). Очевидно, что правил выработки значений $a_i(t)$ можно предложить достаточно много. Например, возможна поочередная подача ВМ, когда поток поступает последовательно в каждый бункер до его заполнения, затем переключается на заполнение следующего бункера и т.д. (алгоритм 1). Второй вариант: поочередно клапаны открываются для захвата и подачи ВМ в бункер на фиксированный интервал времени. Третий вариант: входы во все бункеры постоянно открыты, ВМ движется по трубопроводу, а величина захватываемой порции в каждый момент времени зависит от степени разрежения воздуха на входе бункера: чем ниже уровень ВМ в бункере, тем больше подсос воздуха и тем больше захватывается ВМ этим бункером. При этом в следующие по движению входного потока бункеры попадает оставшаяся часть ВМ. В

случае излишка ВМ он присоединяется к вновь поступающему потоку на входе распределителя. Ниже рассмотрен детально первый из перечисленных алгоритмов и его реализация в модели СБП.

Алгоритм предполагает наличие в бункерах датчиков уровня заполнения камер. При превышении верхнего допустимого уровня подача ВМ в бункер прекращается. При понижении уровня ниже нижнего допустимого открывается клапан подачи. При локальном управлении этот алгоритм соответствует двухпозиционному релейному регулятору. Однако в случае СБП открытие питающего клапана еще не означает начало поступления ВМ, так как в это время он может поступать в другие бункеры. Моделирование батареи бункерных питателей в соответствии с алгоритмом распределения может быть представлено следующей последовательностью действий:

1. Ввод значений параметров и исходных данных (число бункеров N , время T_{mod} и шаг dt моделирования, скорости питания V_{in0} и выпуска V_{out} ВМ, верхний H_{in} и нижний H_{out} уровни срабатывания датчиков, коэффициенты моделей сжатия R_0 , R_m , b , средняя интенсивность g_{sr} и коэффициент вариации Cv_g линейной плотности входящего ВМ, амплитуда A_g и частота w_g гармонической составляющей вариации линейной плотности входящего ВМ).

2. Вычисление расчетных постоянных параметров моделирования и генерация массива значений линейной плотности поступающего на вход системы потока ВМ:

$$\begin{aligned} N_{mod} &= T_{mod} / dt; \quad a = (R_m - R_0) / R_m \\ \sigma_g &= Cv_g g_{sr}; \quad g(k) \sim N(g_{sr}, \sigma_g) \\ G_{in0}(k) &= g(k) + A_g \cos(w_g k dt), \quad k = 0, 1, \dots, N_{mod} \end{aligned}$$

3. Задание начальных значений переменных - начальных уровней заполнения, скоростей питания и выпуска, состояний клапанов питания бункеров, номера первого заполняемого бункера:

$$\begin{aligned} t &= 0; \quad H(t, j) = 0; \quad V_{out}(t, j) = 0 \\ jOpen0(j) &= 0, \quad j = 1, \dots, N; \quad jOpen0 = 1 \end{aligned}$$

4. Начало основного цикла моделирования $k = 1, \dots, N_{mod}$

4.1. Приращение текущего модельного времени $t_k = t_{k-1} + dt$

4.2. Индикатор уровня заполнения всех бункеров $ind = 1$ (считаем равным единице при всех заполненных бункерах)

4.3. Просмотр бункеров и установка скоростей выпуска и питания в зависимости от уровня заполнения: для $j = 1, \dots, N$: если $H(t_k, j) < H_{out}$, то $V_{out}(j) = 0$; если $H(t_k, j) < H_{in}$, то $jOpen(j) = 1$; $ind = 0$ (есть незаполненные бункеры)

4.4. Если $ind = 1$, то выполняются пп.4.5 – 4.6, иначе – переход к п.4.7

4.5. Определение номера заполняемого в момент t_k бункера:

4.6. $j = jOpen0$; Для $j = 1, \dots, N$:

4.6.1. Если $jOpen(j) = 1$, то

4.6.1.1. $\{V_{in}(j) = V_{in0}; jOpen0 = j$; выход из цикла перебора по j бункеров $\}$,

4.6.1.2. иначе $\{$ если $j < N$, то $j = j + 1$, иначе $j = 1\}$

4.7. Вычисление значений входных и выходных потоков для каждого из бункеров. Для $j = 1, \dots, N$:

4.7.1. $G_{in}(t_k, j) = V_{in}(j) G_{in0}(k)$

4.7.2. Вычисление плотности ВМ на дне бункера $rH = f(a, b, R_m, R_0, H(t_k, j))$ согласно принятой модели сжатия

4.7.3. $G_{out}(t_k, j) = V_{out}(j) rH$

4.7.4. Вычисление приращения массы ВМ в бункере $dQ = dt(G_{in}(t_k, j) - G_{out}(t_k, j))$

4.7.5. Вычисление массы ВМ в бункере $Q(t_k, j) = Q(t_{k-1}, j) + dQ$

4.7.6. Вычисление высоты заполнения бункера $H(t_k, j) = H(t_{k-1}, j) + dQ/rH$

4.7.7. Добавление нераспределенной порции входного потока ВМ к вновь входящим порциям в случае, когда все бункеры в момент t_k заполнены: $G_{in0}(t_k + Tau) = G_{in0}(t_k + Tau) + G_{in0}(t_k)$. Здесь Tau - величина интервала времени на возврат ВМ ко входу системы распределения.

4.8. Завершение основного цикла моделирования

5. Вывод массивов с результатами моделирования и их статистическая обработка.

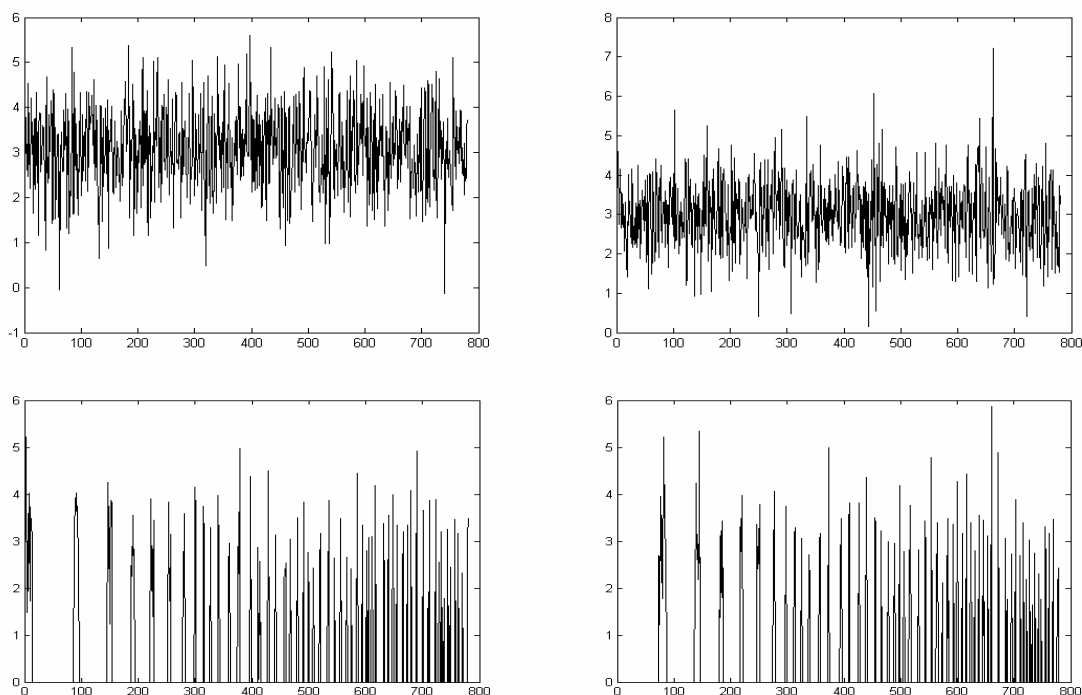


Рис. 1а,б,в,г Поток ВМ на входе СБП и бункеров

На рис. 1а,б,в,г приведены примеры временных диаграмм изменения линейной плотности потоков ВМ на входе системы (а), после сложения с возвратными порциями (б), на входе 1-го (в) и 6-го (г) бункеров, полученные с помощью данной модели для СБП из 6 бункерных питателей.

Видно, что добавление «возвратного» потока к входному не меняет его вида, лишь незначительно увеличивая средний уровень значений. Потоки на входе каждого бункера имеют ярко выраженный импульсный характер, как это и должно быть в соответствии с алгоритмом их загрузки, причем по мере заполнения бункеров и завершения переходного процесса частота переключений нарастает, а амплитуда несколько снижается. Отметим, что структура потоков на входе 1-го и 6-го бункеров практически не отличаются друг от друга, что говорит об одинаковых условиях работы бункеров.

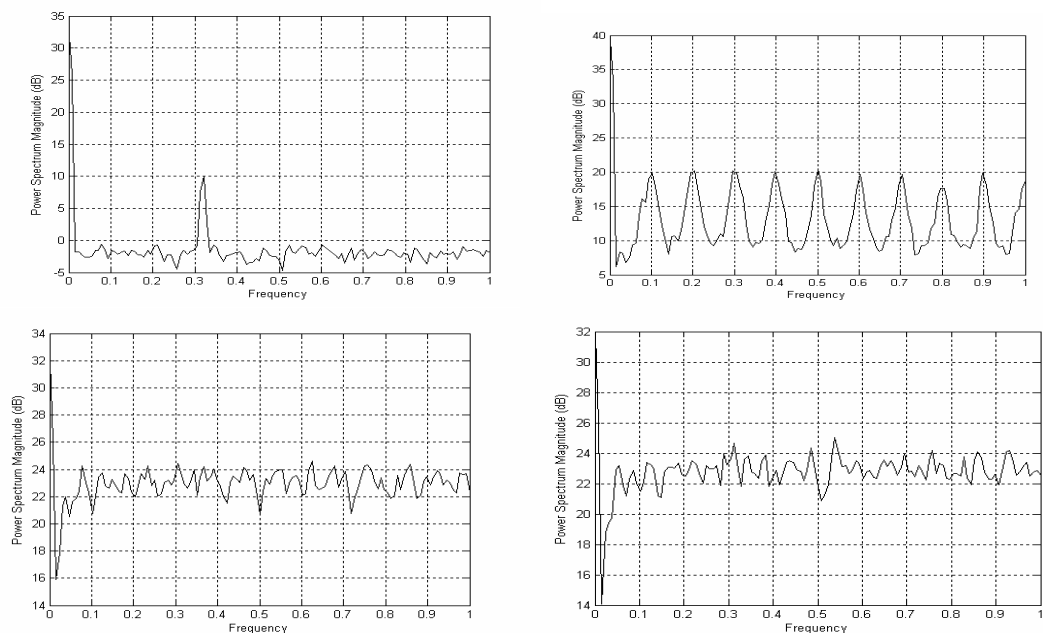


Рис. 2а,б,в,г СПД потоков ВМ на входах в СБП и бункеры

На рис. 2а,б,в,г представлены графики оценок СПД линейной плотности потоков на входе в систему (а), после добавления «возвратного» потока (б) и входах 1-го (в) и шестого (г) бункера.

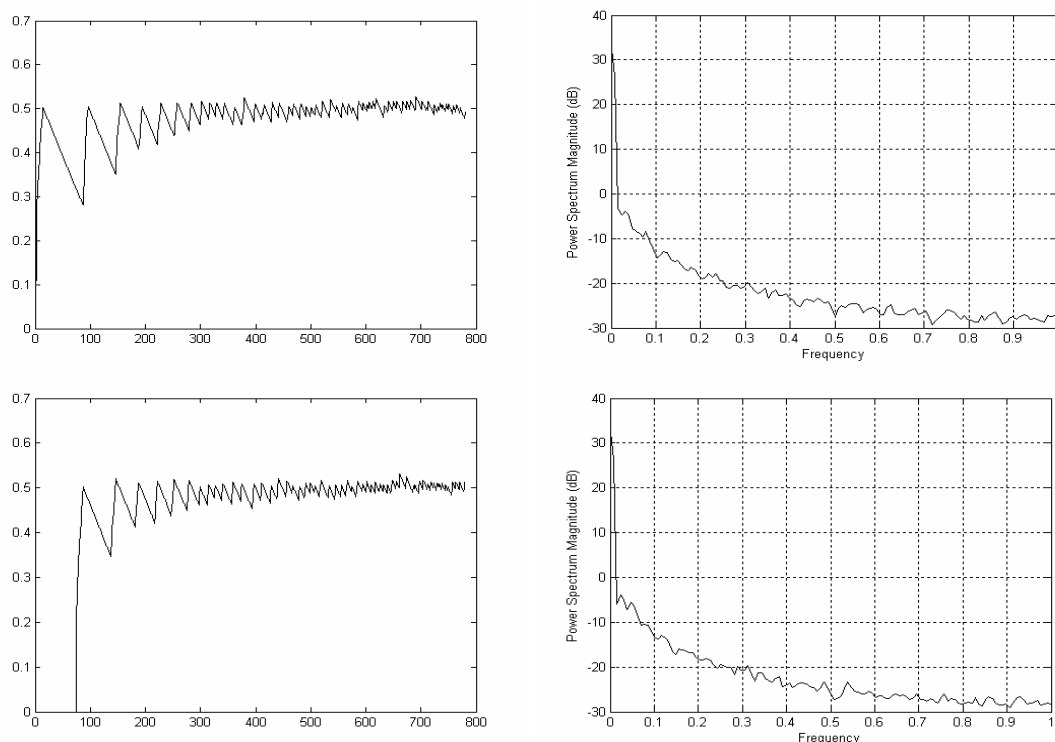


Рис.3а,б,в,г Временные диаграммы изменения линейной плотности ВМ на выходах 1-го и 6-го бункеров и их СПД

Как следует из рисунка, СПД потока на входе описывает основные его составляющие: постоянную («пик» на нулевой частоте), периодическую («пик» на частоте 0.3), и случайный «шум» с постоянной составляющей спектра на остальных частотах.

Добавление «возвратного» потока с постоянным запаздыванием приводит к появлению в спектре «гребенки» частот, соответствующим периодам, кратным величине запаздывания. Распределение потока между бункерами разрушает структуру СПД, причем СПД потоков на входах 1-го и 6-го бункеров практически идентичны, что говорит об однородности распределения между бункерами.

На рис.3а,б,в,г представлены графики временных диаграмм изменения линейной плотности на выходах 1-го (а) и 6-го (в) бункеров и их СПД (б,г).

Табл.1. Оценки средних значений и коэффициентов вариации для линейной плотности потоков ВМ на входах и выходах бункерных питателей

1-й бункер				6-й бункер			
G_{inr}	$Cv_{in}, \%$	G_{outsr}	$Cv_{out}, \%$	G_{inr}	$Cv_{in}, \%$	G_{outsr}	$Cv_{out}, \%$
3.000	394	3.129	4.5	2.991	427	3.150	5.5

На временных диаграммах видно развитие и завершение переходного режима при первоначальном заполнении бункеров и выходе уровней на стационарный режим. СПД также практически неразличимы, а их монотонное убывание с ростом частоты говорит о выравнивающей способности СБП и сглаживании частотных пиков, присутствовавших в спектрах входных потоков.

В табл.1 приведены оценки средних и коэффициентов вариации линейной плотности потоков волокнистого материала на входах и выходах 1-го и 6-го бункеров. Табличные данные показывают, что первый и последний бункеры в батарее работают одинаково и обеспечивают значительное выравнивание потоков по линейной плотности.

Построенная компьютерная модель позволяет не только анализировать работу СБП, но и построить адаптивную систему управления бункерным питанием кардочесальных машин.

Литература

1. Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А. Моделирование технологических процессов (в текстильной промышленности) Учебник для ВУЗов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 344 с.

The Computer model of system of a bunker feed carding machines is considered. We offer algorithm for the system of a bunker feed. Results of modelling and their statistical processing are lead, streams of fibrous materials

and time diagrams of change of their linear density are considered. The offered computer model allows not only to make the analysis of work for the system of a bunker feed carding machines, but also to construct an adaptive control system of their feed.

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ СХЕМОТЕХНИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ ПМО САПР РЭС И СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫПУСКА СОПРОВОДИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Егоров О.М.

Арзамасская НПП «Темп-Авиа»

В этой статье рассматриваются вопросы интеграции систем моделирования схем электрических принципиальных и последующей обработке информации полученной из них для передачи в системы автоматического выпуска сопроводительной технической документации, кроме того представлен алгоритм их интеграции.

Завершающим этапом в разработке блоков электроники является выпуск различной сопроводительной документации: карты рабочих режимов, карты условий применений, этикетка, расчёт содержания драгоценных материалов и т.п.

Карты рабочих режимов предназначены для проверки соответствия применённой радиоэлементной базы режимам работы электронному изделию, карты условий применений для проверки работоспособности изделия электроники в различных климатических условиях, при повышенной (пониженной) влажности (температуре, давлении).

В настоящее время выпуск карт рабочих режимов на ОАО АНПП «Темп-Авиа» осуществляется ручным или полуавтоматическим методами, при помощи АИС KPP версии 3.0.

Предлагаемый алгоритм позволяет осуществлять выпуск карт рабочих режимов автоматическим методом и значительно облегчить этап макетирования, а иногда и избавиться от него.

Сейчас около 80% предприятий РФ, занимающиеся разработкой и производством радиоэлектронных изделий, используют в качестве системы проектирования P-CAD 2001.

На ОАО АНПП «Темп-Авиа» используется ИСАПР РЭС «ТЕМП», которая построена согласно основным принципам CALS-технологий, т.е. исходная информация вводится один раз, а затем используется различными подразделениями (системами) в зависимости от административной политики. Такой подход исключает возникновение ошибки на переходных этапах, например схемотехник-конструктор, конструктор-сборщик и т.п. Согласно принятой ИСАПР «ТЕМП», входная информация представляет собой чертёж схемы электрической принципиальной в файле формата *.sch, создаваемого P-CAD 2001 Schematics.

P-CAD 2001 Schematics позволяет работать с проектами, многолистовыми схемами, поддерживается ведение библиотек элементов созданных как пользователем, так и поставляемых вместе с системой. Легко русифицируется, т.е. при подключении Windows шрифтов с русскими символами проблем с отображением и вводом русского текста не возникает, что позволяет имеющимися средствами создавать техническую документацию в соответствии с ЕСКД.

Достоинства:

- поддержка русского языка при создании схем;
- приемлемые требования к аппаратной части, на тестирующем компьютере не чувствовалось «нехватки» машинных средств;
- привычный для пользователей интерфейс;
- возможность использования имеющихся наработок, выполненных в предыдущих версиях PCAD;
- поддержка системы проектов и многолистовых схем;
- лёгкость адаптации к выпуску документации по ЕСКД;
- возможность создания сквозного цикла проектирования от схемы электрической принципиальной до выпуска управляющей программы для изготовления фотошаблонов и сверления заготовок и печатных плат.

Недостатки:

- система помощи на английском языке;
- нет стандартной поддержки ЕСКД при выпуске конструкторской документации.

Тестирование проводилось на 4 самых распространенных платформах – это CADdy, OrCAD 9.2, Protel 99SE и P-CAD 2001.

На первом этапе разработчик делает эскиз схемы в системе P-CAD Schematics.

Следующий этап разработки – макетирование. На макетной плате собирают электронный блок и при помощи осциллографов, вольтметров и прочего электроизмерительного оборудования проводится проверка электрических параметров. Если полученные результаты измерений удовлетворяют параметрам, заданным в ТЗ, схему отдают на компоновку и запускают в производство. Как правило, этап макетирования занимает 5 – 7 итераций. Для того чтобы сократить этот процесс до 1 – 3 итераций применяется система моделирования электрических параметров.

На втором этапе управляющая оболочка сохраняет в динамически обновляемый межбиблиотечный файл состав схемы, её связи и подготавливает эту информацию для её обработки в системе моделирования электрических параметров.

Тестирование проводилось на 3 платформах Electronic WorkBench 5.0C, PSpice и APC «МОДЕЛЬ». По результатам проведённых работ выбор пал на APC «МОДЕЛЬ». Отличительные особенности:

Пакет программ "APC-МОДЕЛЬ" используется при разработке принципиальных схем приборов автоматики и средств контроля.

Пакет программ "APC-МОДЕЛЬ" предназначен для автоматизированного моделирования аналоговых, цифро-аналоговых, цифровых и релейных электронных схем, а также частотного анализа линейных схем.

Пакет программ "APC-МОДЕЛЬ" построена с использованием 32-х разрядного кода, поэтому ограничения на размер схемы могут быть связаны только с объемом оперативной памяти и быстродействием конкретной ПЭВМ. В качестве теста была рассчитана схема размером в 400 узлов.

Краткие сведения о методах и алгоритмах КП "APC-МОДЕЛЬ":

1. В пакете программ "APC-МОДЕЛЬ" для решения системы уравнений цепи, составленной по методу узловых потенциалов, используются неявные методы интегрирования с автоматическим выбором шага.

Основными преобразованиями являются преобразования Фурье и Лапласа.

Основным методом интегрирования является неявная формула Эйлера первого порядка. Для расчета схем, имеющих в составе высокодобротные системы, могут быть использованы многоступенчатые формулы интегрирования: 2-ого порядка (формула Шихмана) и комбинированные формулы 3-его и 4-ого порядков.

Для моделирования цифровых логических схем используется метод "управляемых источников напряжения". Этот метод позволяет без потери точности моделирования, по сравнению с методом расчета аналоговых схем, увеличить быстродействие алгоритма моделирования на два порядка.

Для моделирования релейных логических схем используется метод разделения процессов, зависящих от времени, и процессов переключения контактов.

В моменты переключения контактов подключается метод расчета аналоговых схем.

2. Для решения системы линейных алгебраических уравнений, к которой сводится решение системы дифференциальных уравнений, используются алгоритмы, реализующие метод исключения Гаусса - расчет без обхода нулевых элементов матрицы и с обходом нулевых элементов матрицы.

Помимо этого применяются можно применять 3 вида распределения вероятностей: нормальное распределение, равномерное распределение и наихудший случай.

Достоинства:

- полностью русскоязычный интерфейс и справочная система;
- содержит все необходимые методики для моделирования схем электрических принципиальных;
- реализована возможность редактирования параметров моделей электрорадиоэлементов;
- характер выходной информации позволяет использовать её для дальнейшей обработки другими подсистемами;

Недостатки:

- отсутствует возможность добавления новых моделей электрорадиоэлементов;
 - нет интеграции ни с одной САПР, отвечающей современным запросам разработчиков;
- При помощи APC «МОДЕЛЬ» разработчик проверяет правильность работы своей схемы. Когда все расчёты закончены, внешняя оболочка сохраняет результаты расчётов в динамически обновляемый межбиблиотечный файл с их привязкой к элементам схемы.

Далее изделие нужно сопроводить сопутствующей технической документацией (карты рабочих режимов, карты условий применения, этикетка и т.п.)

На третьем этапе внешняя оболочка формирует необходимые файлы для расчета карт рабочих режимов программой KPP версии 4.0. Результатом работы программы будет файл формата Microsoft Word, оформленный в соответствии со стандартом «МОРОЗ – 5,6».

Разработанный алгоритм позволяет интегрировать систему проектирования РЭС P-CAD 2001, систему моделирования электрических параметров APC «МОДЕЛЬ», систему автоматизированного выпуска карт рабочих режимов АИС KPP и систему автоматизированного выпуска карт условий применения АИС КУП, что позволяет сократить сроки выпуска блока электроники в 2 – 4 раза на стадии проектирования.

Литература

1. Братухин А.Г., Давыдов Ю.В., Елисеев Ю.С., Павлов Ю.Б., Суров В.И. CASL в авиастроении. - М.: МАИ, 2000
2. Зиндер Е.З. Соотнесение и использование стандартов организации жизненных циклов систем// СУБД. – 1997. - №3.

In this article are questions of integration of systems of modeling of circuits electric basic and the subsequent processing of the information received of them for transfer to systems of automatic release of the accompanying engineering specifications are examined, except for that the algorithm of their integration is submitted.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДАТЧИКОВ ПЕРВИЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Спирин В. Г.

Арзамасское НПП «Темп-Авиа»

Изложена концепция проектирования электронных преобразователей датчиков на основе тонкопленочных микросборок.

Условно конструкцию любого датчика можно разделить на две составные части: чувствительный элемент (ЧЭ) и электронный преобразователь (ЭП). Как правило, ЭП занимает от 20 до 80% объема датчика. Учитывая то, что разработчики датчиков постоянно совершенствуют конструкции ЧЭ, используя новые физические принципы, следует ожидать неуклонного уменьшения массогабаритных характеристик ЧЭ. Вместе с тем потребители датчиков предъявляют требования к однополярному питанию и цифровому выходу, что приведет к возрастанию функциональной сложности датчика. Таким образом, следует ожидать возрастание удельного объема ЭП. Требование к избыточности датчиков первичной информации и конкуренция также заставляет разработчиков искать пути уменьшения массогабаритных и стоимостных характеристик датчиков. В настоящее время ЭП датчиков первичной информации, как правило, проектируют в виде тонкопленочных микросборок (МСБ).

Для МСБ высокой интеграции характерен комплексный подход к проектированию, всесторонне учитывающий связь схемотехнических и конструктивно-технологических решений [1, 2]. Однако известные методы проектирования не рассматривают ряд особенностей, характерных для проектирования МСБ высокой интеграции. В частности такие вопросы как выбор номиналов тонкопленочных резисторов (ТПР) при схемотехническом проектировании, особенности компоновки МСБ, расчет размеров ТПР и оценка теплового режима МСБ, требуют существенного уточнения общепринятых методик. Кроме того, на наш взгляд, в технической литературе недостаточно освещены вопросы обратной связи между изготовлением и проектированием МЭА, которые определяют такие важнейшие экономические параметры как выход годных и себестоимость МСБ.

В задачу данной работы входит краткое изложение концепция проектирования ЭП с МСБ высокой интеграции. Разработка ЭП представляет собой комплекс мероприятий, направленных на создание комплекта конструкторской документации (КД), необходимого для изготовления ЭП. Проведенный анализ литературы [1, 2] и практический опыт разработки позволяет процесс проектирования ЭП представить в виде следующих этапов.

1. Разработка принципиальной электрической схемы.
2. Компоновка ЭП.
3. Разработка КД на платы и комплект деталей.
4. Проектирование фотошаблонов (ФШ).
5. Изготовление ФШ, плат и комплекта деталей.
6. Разработка комплекта КД.
7. Измерение параметров плат, деталей и анализ их отклонений.
8. Сборка ЭП, проверка ее параметров и анализ их отклонений.
9. Корректировка КД ЭП.

Разработка принципиальных электрических схем предполагает выбор номинальных сопротивлений резисторов и их допусков. Если разрабатываемое устройство komponуется из дискретных компонентов, то номинальные сопротивления резисторов выбираются согласно стандартным рядам. При разработке схем тонкопленочных микросборок (МСБ) нередко задают расчетное значение в качестве номинального сопротивления или выбирают его согласно стандартному ряду, не заботясь о возможностях физической реализации

тонкопленочного резистора (ТПР). Иногда это приводит к значительным дополнительным погрешностям, что снижает выход годных МСБ.

Методическая погрешность при выборе номинального сопротивления особенно характерна для проектирования ТПР с $0,1 \leq K_\phi < 10$. Для избегания этой ошибки в электрической схеме необходимо выбирать номинальное значение сопротивления резистора в соответствии с его реальными топологическими размерами.

Выбор номинального сопротивления ТПР оказывает влияние не только на точность получения сопротивления, но и на величину рассеиваемой им мощности. Общим требованием к проектированию интегральных схем является минимизация рассеиваемой мощности. В тонкопленочных МСБ это требование можно обеспечить путем снижения напряжения питания и (или) увеличением сопротивления резисторов. Этот подход правомерен при выборе номинального значения ТПР с $K_\phi \leq 1$, где увеличение сопротивления резистора сопровождается уменьшением его площади. В этом случае требования по уменьшению рассеиваемой мощности и габаритных размеров МСБ совпадают. У ТПР с $K_\phi > 1$ при увеличении сопротивления пропорционально возрастает их площадь $S = l b$, что может препятствовать уменьшению габаритов МСБ. Для того чтобы оценить площадь, занимаемую ТПР, от величины рассеиваемой в нем мощности экспериментально получены зависимости $S = f(P)$ для ситалловых (рис. 1) и поликоровых (рис. 2) подложек. Величина перегрева резистора при значениях приведенных на рис. 1, 2 составляет около 60°C .

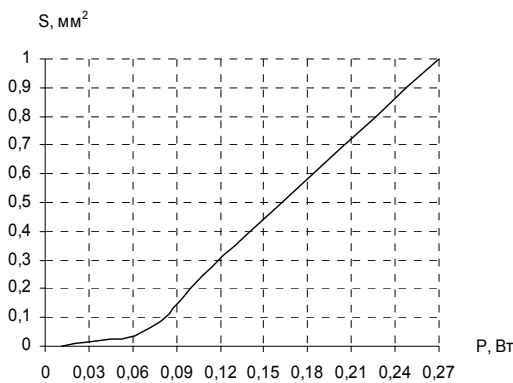


Рис. 1. Зависимость занимаемой площади ТПР, изготовленного на ситалловой подложке, от рассеиваемой в нем мощности.

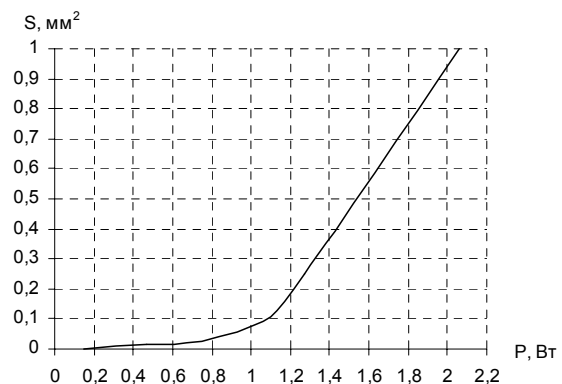


Рис. 2. Зависимость занимаемой площади ТПР, изготовленного на поликоровой подложке, от рассеиваемой в нем мощности.

Как видно из рис. 1, 2 зависимость $S = f(P)$ имеет ярко выраженный нелинейный характер. При мощностях рассеивания резисторов менее $0,045$ Вт для ситалловой подложки и менее $0,6$ Вт для поликоровой подложки площадь ТПР возрастает очень медленно. Поэтому этот диапазон мощностей можно рекомендовать при выборе номинальных сопротивлений. Если в состав МСБ входят ТПР с широким диапазоном рассеиваемых мощностей, то критерием выбора материала подложки будет являться минимум суммарной площади всех ТПР. В этом случае минимизируется площадь платы.

Распространенным недостатком при схемотехническом проектировании является необоснованное применение операционных усилителей без внутренней схемы коррекции. Это приводит к необходимости установки в МСБ дополнительных корректирующих элементов, в частности конденсаторов, что увеличивает массогабаритные характеристики и себестоимость МСБ. При реализации в МСБ низкочастотных фильтров, например, в датчиках первичной информации, как правило, применяют RC – цепи. При этом часто забывают, что основным критерием выбора номинальных значений RC – цепи является минимум их общей площади. Учитывая, что размеры ТПР в МСБ высокой интеграции достаточно малы, то для выполнения вышеуказанного критерия в большинстве случаев следует уменьшать номинал конденсатора до минимально возможных размеров.

При проектировании электрических схем тонкопленочных МСБ возникает необходимость расчета допуска на реализацию электрических цепей, например, постоянной времени, типа $T = (R1 + R2) C$. Причем, наиболее часто, необходимо рассчитывать погрешности суммы, разности, произведения и отношения двух резисторов. При таких расчетах распространенной ошибкой является то, что предполагается независимость сопротивлений резисторов. На самом деле, корреляционные связи между сопротивлениями резисторов в тонкопленочных МСБ высокой интеграции очень велики и приближаются к единице. Особенности расчета

вышеуказанных погрешностей, а также сравнение погрешностей интегральных и дискретных резисторов рассмотрены в [3].

Разбиение принципиальной электрической схемы на составные части (отдельные платы) является одним из наиболее ответственных решений в процессе конструирования ЭП, так как именно этот этап определяет такие важнейшие технико-экономические показатели как плотность упаковки и себестоимость. Далее производят ориентировочный расчет площадей плат.

В теории и практике компоновки ЭП доминирует функционально-узловой метод [4]. Такой подход к проектированию МСБ характеризуется относительно высокой себестоимостью изготовления тонкопленочных плат. Если посмотреть на современную тонкопленочную плату с установленными компонентами, то видно, что компоненты покрывают площадь платы не более, чем на 20-30%. А если посмотреть на ту же плату без компонентов, то можно выделить участки платы более насыщенные пленочными элементами и довольно большие участки, свободные от пленочных элементов, на которых устанавливаются большие по размеру компоненты с малым числом выводов. С экономических позиций это свидетельствует о нерациональной компоновке МСБ.

Значительно реже в практики проектирования ЭП используют интегрально-групповой метод [5]. Суть этого метода состоит в том, что разбиение принципиальной электрической схемы производят на составные части, которые не имеют функциональной законченности. Компоненты каждой составной части группируют по технологическим признакам, например, по способу их монтажа на плату. Функционально законченные узлы получаются лишь при совместной компоновке разных конструктивных единиц. Такой принцип компоновки вызывает увеличение числа соединений между платами, но существенно увеличивает выход годных МСБ. Решению этих задач посвящена работа [6].

На третьем этапе выполняется разработка КД (спецификации и чертежи) механических узлов и деталей, а также, эскизов топологий плат. Конструирование тонкопленочных плат проводится по методике [7]. Данная методика обеспечивает проектирование на одной плате ТПР с диапазоном коэффициента формы 0,005-3000, а также получение физических размеров ТПР 10-50 мкм. Кроме того, данная методика с помощью простых алгоритмов позволяет быстро и адекватно по сравнению с существующими методами [8] оценить тепловые режимы ТПР и компонентов.

На этапе проектирования ФШ, с помощью которых изготавливаются платы МСБ, производят изменение размеров топологических элементов ФШ относительно эскиза топологии с целью компенсации систематических производственных и методических погрешностей по алгоритмам [9].

Оценкой качества конструирования деталей и механических узлов является изготовление их первых образцов. Первые образцы деталей подлежат обязательному контрольному обмеру. Организатором и исполнителем этих работ является конструктор. На этапе 7 в МСБ, содержащих ТПР, производят оценку инструментальных погрешностей по алгоритмам [10].

При изготовлении тонкопленочных МСБ технологи должны периодически измерять производственные погрешности сопротивления ТПР по алгоритмам [11]. Результаты измерения этих погрешностей используются для контроля и настройки технологического процесса, а также служат основанием для проектирования ТПР и топологии МСБ. Если отклонения измеренных параметров превышают допустимую величину, то проводят анализ причин, вызвавших эти отклонения. При этом следует помнить, что при установившемся технологическом процессе производственный брак встречается редко. В большинстве случаев требуется уточнение КД, изменение конструкции ФШ или настройка технологического процесса. Измерение инструментальных и производственных погрешностей сопротивления ТПР устанавливает количественную обратную связь между проектированием и изготовлением тонкопленочных плат.

Вышеперечисленные особенности проектирования МСБ в кратком виде приведены в табл. 1.

Таблица 1

Известное содержание этапов проектирования ЭП	Новые методы и алгоритмы проектирования	Преимущества изменений
1. Разработка принципиальной электрической схемы. Выбор номиналов резисторов по стандартному ряду. Расчет погрешностей функций ТПР из условия независимости резисторов.	Выбор номиналов ТПР согласно топологии МСБ. Выбор диапазона рассеиваемой мощности ТПР по графикам рис. 1, 2. Расчет погрешностей функций ТПР по методике [3].	Повышение выхода годных МСБ, уменьшение рассеиваемых мощностей ТПР. Повышение точности расчета схемы.
2. Компоновка ЭП. Разбиение схемы на платы по функционально-узловому методу.	Разбиение схемы на платы по интегрально-групповому методу [6].	Повышение плотности упаковки. Снижение себестоимости изготовления плат.
3. Конструирование тонкопленочных	Расчет размеров ТПР исходя из допусков,	Уменьшение площади

плат. Расчет размеров ТПР исходя из допусков, установленных отраслевым стандартом и допустимой удельной рассеиваемой мощности.	полученных при оценке погрешностей размеров ТПР на предприятии-изготовителе МСБ [11] и допустимого теплового сопротивления кондуктивного тракта по методике [7].	резисторов. Повышение выхода годных МСБ.
4. Проектирование ФПП для тонкопленочных плат.	Изменение размеров элементов ФПП по методике [9].	Уменьшение размеров тонкопленочных элементов.
5. Измерение параметров плат и анализ их отклонений.	Анализ инструментальных погрешностей сопротивления ТПР по методике [10].	Повышение выхода годных МСБ.

ВЫВОДЫ

1. Разработан метод выбора номинального сопротивления ТПР при схемотехническом проектировании ЭП. Применение данного метода обеспечивает увеличение процента выхода годных МСБ, а также минимизацию площади тонкопленочной платы.

2. Показаны особенности применения методов проектирования МСБ, рассмотренных в работах [3, 6, 7, 9-11], на каждом из этапов проектирования ЭП. Рассмотренные методы проектирования позволяют значительно улучшить качество разрабатываемой КД, а также оперативно выявлять расстройку технологического процесса изготовления МСБ.

Литература

1. И.Е. Ефимов, И.Я. Козырь, Ю.И. Горбунов. Микроэлектроника. М.: Высш. шк., 1987.
2. Сквозное автоматизированное проектирование микроэлектронной аппаратуры / З.Ю. Готра, В.В. Григорьев, Л.М. Смеркло, В.М. Эйдельмант. – М.: Радио и связь, 1989.
3. Спирин В.Г., Ямпурин Н.П. Исследование погрешностей функций тонкопленочных резисторов // Прогрессивные технологии в машино- и приборостроении. Межвузовский сборник статей по материалам Всероссийской НТК с участием международных специалистов. Н. Новгород – Арзамас, НГТУ – АФ НГТУ, 2003, С 358-362.
4. Конструирование радиоэлектронных средств. Под ред. А.С. Назарова. М.: Изд-во МАИ, 1996г.
5. Ю.П. Ермолаев, М.Ф. Пономарев, Ю.Г. Крюков. Конструкция и технология микросхем. М., Радио и связь, 1980.
6. Спирин В.Г. Метод компоновки плат микросборки. // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2004, №1, С. 11-13.
7. Спирин В.Г. Метод проектирования топологии тонкопленочной микросборки с размерами пленочных элементов 10–50 мкм // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2004, №5, С 6-10.
8. Л.Л. Роткоп, Ю.Е. Спокойный. Обеспечение тепловых режимов при конструировании радиоэлектронной аппаратуры. М.: Советское радио, 1976.
9. Спирин В.Г. Компенсация систематических погрешностей тонкопленочных элементов через элементы фотошаблонов // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2004, №4, С. 9-11.
10. Спирин В.Г. Оценка инструментальных погрешностей сопротивления тонкопленочного резистора // Прогрессивные технологии в машино- и приборостроении. Межвузовский сборник статей по материалам Всероссийской НТК с участием международных специалистов. Н. Новгород – Арзамас, НГТУ – АФ НГТУ, 2003, С 363-365.
11. Спирин В.Г. Оценка производственных погрешностей тонкопленочных элементов // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2004, №4, С 50-53.

The concept for design of electronic transducer for sensors based on thin-film modules is discussed.



НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ РЕАЛИЗАЦИИ ВЕБ ХОСТИНГА

Зубков А.Б., Панцхава Ш.И.

Московский государственный открытый университет

Веб хостинг представляет собой набор услуг для размещения сайтов в Интернет, почтовые службы и средства обмена файлами. Для работы сайта предоставляются языки программирования, серверы баз данных и другие технологии.

Каждый сайт требует определенный набор технологий. Поддерживать все технологии не выгодно при малом количестве клиентов и оборудования. От набора поддерживаемых технологий зависит количество желающих воспользоваться услугой веб хостинга. Технологии могут быть платными и бесплатными. Они по-разному используют аппаратные ресурсы, имеют разную популярность, отличаются сложностью установки и настройки, не все технологии удовлетворяют требованиям безопасности личных данных пользователей хостинга.

Цель хостинг провайдера вложить наименьшее количество денег, оптимально распределить нагрузку между физическими серверами, набрать максимальное количество клиентов, получить максимальную прибыль, обеспечить конфиденциальность и сохранить данные этих клиентов.

В первую очередь необходимо выбрать операционную систему. Среди операционных систем, пригодных для веб хостинга, можно назвать семейство серверных редакций Microsoft Windows (NT, 2000, .NET 2003), семейство систем на базе BSD (FreeBSD, OpenBSD, NetBSD, BSDI), разновидности Linux (Red Hat, SuSE, Debian), HP-UX, Solaris и др. Специфические сайты работают не на всех операционных системах. Например, Microsoft SQL Server работает только под Windows.

Коммерческие решения, как правило более удобные, но и менее безопасные. Нет доступа к исходному тексту, нельзя вносить изменения. Если компонент не устраивает, остается только от него отказаться. Часто новая версия компонента не совместима с предыдущими версиями своего аналога. Все подобные ситуации снижают стабильность и безопасность веб хостинга. При переходе к новой версии администратору необходимо сделать анонс, а клиентам следовать инструкциям по переходу к ней. Клиент не всегда в состоянии перенастроить свой сайт. Другими словами, веб хостер сильно зависит от приобретаемых компонентов.

Под системами Windows работают самые сложные технологии, есть удобные и понятные интерфейсы для настройки чего либо, большинство решений для Windows – коммерческие. То же самое, но в меньшей степени можно сказать про BSDI, Solaris и HP-UX. Среди коммерческих вариантов операционных систем Microsoft прославилась многочисленными удаленными уязвимостями, особенно в веб серверах IIS и PWS, но в то же время старая Windows NT 4.0 соответствует классу безопасности C2.

Все бесплатные операционные системы и компоненты всегда предоставляются с исходными текстами. Исходный текст позволяет портировать компонент под любую операционную систему, вносить любые изменения, расширять возможности. Администратор может исправлять ошибки самостоятельно методом сравнения исходных текстов старой и новой версии и вносить минимальные изменения в старый код. Внешне это будет выглядеть, будто установлен старый компонент, но без ошибки, которая была найдена в той версии.

Использования операционных систем Linux для веб хостинга не самое лучшее решение. Существует слишком много разновидностей этой операционной системы, что ведет к сложности установки и правильной настройки, а так же адаптации сайта под конкретную операционную систему, снижается стабильность работы компонентов системы в совокупности. В различных поставках ядра Linux часто обнаруживаются бреши в безопасности.

Система OpenBSD считается самой надежной. Разработчики основное внимание уделяют безопасности. По статистическим данным в OpenBSD была найдена единственная удаленная уязвимость за 8 лет при настройке по умолчанию. Система NetBSD имеет быстрый сетевой код, множество средств администрирования, она портирована на большое количество архитектур. Система FreeBSD – это хорошее соотношение между безопасностью и функциональностью. Как известно из теории системного администрирования: чем больше возможностей в системе, тем более она уязвима. С этой точки зрения FreeBSD оптимально подходит для веб хостинга. Кроме того FreeBSD хорошо зарекомендовала себя в этой области.

Мы выбрали для нашего хостинга операционную систему FreeBSD, установили ее версию 5.3 и обновили исходник до последней версии из ветки 5-STABLE. FreeBSD-STABLE является веткой разработки, из которой делаются основные релизы. Изменения в этой ветке происходят с разной скоростью, и при этом предполагается, что сначала они были выполнены для FreeBSD-CURRENT в целях тестирования.

Для повышения производительности мы перекомпилируем всю систему с оптимизацией под 686 процессор и все компоненты устанавливаем через коллекцию портов (ports collection) из исходников. Это увеличивает производительность на 5-10%, но требуется много времени на компиляцию. На компиляцию системы и ядра уходит около 50-ти минут на процессоре Pentium 4 или Xeon с тактовой частотой 2.4ГГц. Важно, чтобы на материнской плате было два процессора или один, но с технологией HyperThreading. Компиляцию мы рекомендуем делать на одном потоке, чтобы нагружать только один логический или физический процессор и таким образом оставить половину вычислительной мощности для других задач. Ядро, начиная с версии 5.2, по умолчанию настроено на мультипроцессорную архитектуру.

Для установки компонентов мы рекомендуем набор утилит portupgrade. Набор позволяет находить порты, которые требуют обновления и устанавливать их с заранее заданными параметрами. Параметры хранятся в файле /usr/local/etc/pkgtools.conf, который следует защитить от чтения всеми пользователями, так как в параметрах содержатся административные пароли, в частности, для почты и для доступа к базам данных.

Для корректной работы сайтов нам нужно установить следующие компоненты: веб сервер apache, серверы баз данных: mysql, postgresql, FTP сервер pure-ftpd, почтовый агент qmail, почтовые службы vpopmail, courier-imap, программы анализаторы analog, webalizer. Так же нам нужно установить веб интерфейсы для работы с почтой и редакторы баз данных. Требуется разработать биллинговую систему и две панели управления: для администратора и для клиентов.

Рассмотрим веб сервер apache. Последняя версия 2.0 работает нестабильно, в ней часто находятся и исправляются ошибки в обеспечении безопасности. Мы обнаружили ошибки выделения и очистки памяти, стопроцентную нагрузку процессора при частых обращениях к маленьким статическим файлам. В будущем мы планируем пользоваться версией 2.0, т.к. она имеет несколько удобных преимуществ. Одно из них, которое при виртуальном хостинге будет очень полезным, это возможность запускать выделенные потоки для каждого виртуального хоста. Для этого нужно выбрать perchild в качестве МП-модуля. К сожалению модуль perchild согласно документации apache – не рабочий. Процесс его разработки приостановлен и его не рекомендуется использовать.

Выбрав версию apache 1.3 мы столкнулись с другими сложностями. Все модули apache работают от имени процесса самого apache. Например, если модуль позволяет работать с файлами, то через него можно получить доступ к внутренностям любого чужого сайта, который обслуживается данным процессом apache, а это нарушает защиту данных клиентов. Обычно модули разрабатываются так, чтобы избегать такую возможность, для чего в них включаются дополнительные проверки. Практика показывает, что не все разработчики модулей имеют достаточный опыт в написании безопасного кода. Поэтому лучший способ разделения прав доступа – разделение на уровне операционной системы. Другой способ – отказаться от всех опасных модулей и работать через CGI интерфейс в оболочке suexec. Однако не все сайты будут работать через CGI интерфейс, так как невозможно передать всю необходимую для скрипта информацию от веб сервера новому процессу. Оболочка suexec очень требовательна к настройке прав доступа домашних каталогов пользователей, а кроме того дает задержку из-за запуска дополнительного процесса. Опытные программисты смягчают эти ограничения изменяя исходный код программы suexec и таким образом идут на риск, т. к. в документации apache крайне не рекомендуется этого делать. Существуют различные решения, имитирующие работу модулей, которые нестандартным образом передают новому процессу все необходимые параметры. Такой способ, как и любое обращение к CGI, работает гораздо медленнее модуля, который загружается в память только один раз при запуске веб сервера. Кроме того очень сложно добиться, чтобы эмулятор в точности повторял работу оригинала. Разработчики таких решений предупреждают об ограничении функциональности модулей.

Мы предлагаем совсем иное решение, гарантирующее безопасность на уровне операционной системы. Идея заключается в выделении каждому клиенту своего apache сервера, запущенного от имени соответствующего пользователя. Для этого мы компилируем модули apache динамически и загружаем их методом DSO. Динамические модули работают на 5% медленнее, но при запуске нескольких серверов apache код загружаемых модулей используется в памяти повторно. Такой способ позволяет экономить оперативную память, когда на одном компьютере запущено большое количество apache серверов. При этом можно смело использовать любые настоящие модули без изменений и без ограничений. Кроме того это значительно увеличивает скорость обработки скриптов по сравнению с CGI вызовами. Дополнительно можно для каждого сайта выбрать необходимый набор модулей, а так же запускать специфические версии модулей по желанию клиентов. При этом полностью отпадает необходимость использования оболочки suexec для запуска CGI и SSI скриптов от имени другого пользователя.

Такое решение мы реализуем при помощи виртуальных хостов и модуля mod_proxy. Один единственный apache сервер принимает запросы для всех сайтов и в зависимости от запрашиваемого хоста перенаправляет запросы другому apache серверу, который обслуживает сайты соответствующего клиента. Такой способ позволяет так же перенаправлять запросы нескольких сайтов на один и тот же apache сервер, т.к. в HTTP запросе передается обязательный для версии 1.1 заголовок Host с именем хоста. При реализации решения возникает следующая проблема: обслуживающий сайты apache сервер получает запросы от главного apache сервера через интерфейс loopback, т. е. все запросы для него поступают с локального IP адреса 127.0.0.1, а не с реального. IP адрес источника записывается в переменные окружения и в журналы посещения и ошибок. Адрес источника важен, разработчики сайтов используют его для определения географического расположения посетителей, для их авторизации, для разграничения доступа, по IP адресу можно отслеживать повторные заходы с одного и того же компьютера или сети и др. Клиенты веб хостинга могут самостоятельно решить проблему, если в своих скриптах они будут получать IP адрес источника из переменной окружения HTTP_X_FORWARDED_FOR вместо REMOTE_ADDR. Важно отметить, что в переменной HTTP_X_FORWARDED_FOR может содержаться не один IP адрес, как в REMOTE_ADDR, а список адресов всех прокси серверов, через которые прошел HTTP запрос. Поэтому клиентам придется дополни-

тельно реализовать простейший алгоритм разбора списка значений, разделенных запятой и брать последний из них. Но даже это не решит проблему записей в журналах посещения и ошибок.

Многие клиенты веб хостинга предпочитают строить статистику посещаемости по журналам, а не при помощи самодельных программ. Поэтому мы установили на обслуживаемые apache серверы модуль `mod_graf`, который подменяет значение адреса источника на последний из списка прокси серверов. Эта операция выполняется до формирования переменных окружения и до записи в журналы. Таким образом модуль `mod_graf` гарантированно устраняет все недостатки при работе через `mod_proxy`.

Журнал ошибок мы рекомендуем писать с обслуживающего apache сервера, т. к. apache аварийно завершает свою работу, если в домашнем каталоге клиента не будет найдена соответствующая папка. Клиент по ошибке или намеренно может эту папку удалить. В таком случае он прекратит работу своего сервера, но не всего веб хостинга. Журнал посещения можно заставить писать главный или обслуживающий apache сервер. Единственную разницу между первым и вторым способом мы заметили в поле `referrer` при использовании «русского apache» (`mod_charset`). При использовании `mod_charset` мы рекомендуем журнал посещаемости писать так же с обслуживающего сервера, чтобы поле `referrer` не оставалось пустым.

Литература

1. FreeBSD Handbook: http://www.freebsd.org/doc/en_US.ISO8859-1/books/handbook/index.html
2. Документация Apache: <http://httpd.apache.org/docs/>
3. Материалы с сайта: <http://microsoft.com/>
4. Материалы с сайта: <http://netbsd.org/>
5. Материалы с сайта: <http://openbsd.org/>

The article is about web hosting in general. We analyzed and compared different operating systems and other needed components for that. We have chosen FreeBSD, as the best for web hosting, giving the optimal balance between security and features. We gave some suggestions about configuring the apache web server and described the method based on `mod_proxy` and `mod_graf` modules. The idea is to pass all HTTP request from the main apache server to another, which is serving the only one client. Our method increases security and functionality for clients, but takes some more memory.



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ И САЛС - ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПОДГОТОВКИ К ПРОИЗВОДСТВУ ИЗДЕЛИЙ АВИОНИКИ

Егоров М.М.

Арзамасский политехнический институт (филиал НГТУ)

Рассмотрены проблемы и варианты их решения при создании интегрированной САПР современного предприятия на базе различных программных продуктов.

К концу XX века стало ясно, что методы «узкой» автоматизации и компьютеризации, несмотря на некоторое повышение производительности труда, не оправдали возлагавшихся на них надежд [1]. Дело в том, что многочисленные АСУП, САПР и т.д., ориентированные на автоматизацию изготовления традиционных бумажных документов, не решают проблем информационного обмена между различными участниками жизненного цикла (ЖЦ) изделия (заказчиков, разработчиков, производителей, пользователей и т.д.).

Основные причины :

- разные системы «говорят на разных языках» и плохо взаимодействуют друг с другом;
- бумажная документация и способы представления информации на ней ограничивают возможности использования современных информационных технологий (ИТ);
- ряд современных моделей конструкции (3D и пр.) вообще не может быть адекватно представлен на бумаге.

Однако, несмотря на огромный экономический эффект внедрения ИТ, первые попытки внедрения качественно новых средств в традиционную технологическую среду (АСУП, САД, САМ, САЕ и др.) полностью отторгались, либо адаптировались к этой среде таким образом, что эффект от их использования был невелик.

Причины сложившейся ситуации известны:

- использование различных вычислительных платформ;
- применение различных языков программирования;
- несовместимость входных и выходных данных.

Процесс проектирования и подготовки к производству изделий авионики, как правило, предусматривает создание конструкции изделия и блока электроники, поэтому проектирование осуществляется минимум двумя системами: САПР механики и электроники. Системы автоматизированного проектирования изделий машиностроения и электроники должны быть интегрированы друг с другом не только через систему управления проектом и документооборотом предприятия (PDM), но и на уровне файлов, т.е. *однажды созданный конструктором файл в CAD -- подсистеме должен использоваться всеми остальными подсистемами, как машиностроения, так и электроники*. Поэтому был детально рассмотрен российский рынок интегрированных систем автоматизированного проектирования изделий машиностроения и электроники: [2,3] их эксплуатационные, технические, экономические и другие характеристики, а также определена возможность их взаимной интеграции в рамках создания ИСАПР предприятия в едином информационном пространстве корпорации (группы предприятий) на базе CALS -технологий.

Ни одна из сквозных систем автоматизированного проектирования и подготовки производства (САПР и ПП) механических деталей и узлов изделий авионики не решает в полной мере задачу автоматизации работ на стыке «конструктор - технолог - производство». В комплексах систем «сквозного» проектирования существуют моменты (элементы) необходимого вмешательства конструктора - технолога - оператора, которые вносят ошибки, а иногда сводят на нет выигрыш от автоматизации предыдущих этапов.

Анализ работы современных предприятий электроники, машиностроения и приборостроения показал, что они должны обладать необходимым набором подсистем автоматизированного проектирования, который включает в себя:

- автоматизированную систему проектирования радиоэлектронных средств;
- автоматизированную систему схмотехнического моделирования;
- автоматизированную систему выпуска карт рабочих режимов, предназначенную для расчета значений предельно допустимых параметров и электрических режимов ЭРИ в разрабатываемых электронных приборах на основе значений фактических параметров, измеренных на макете или рассчитанных на основе результатов моделирования электронной схемы;
- автоматизированную систему выпуска карт условий применения, предназначенную для оценки значений предельно допустимых параметров условий эксплуатации ЭРИ в разрабатываемых электронных приборах;
- программу, предназначенную для оформления КД в системе автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств;
- автоматизированную систему расчета надежности;
- автоматизированную систему качества. Кроме того, анализ показал, что:
 - 1) более 80 % предприятий России работают на P-CAD 2000-2004;
 - 2) для более точной и быстрой отработки схем применяется система их моделирования на ПК;
 - 3) на всех предприятиях существуют системы ручного или автоматизированного анализа правильности применения ЭРИ.

Современные САПР РЭС обладают примерно одинаковыми возможностями, однако некоторые из них не являются интегрируемыми подсистемами и не позволяют выполнять выпуск комплекта текстовой документации по ЕСКД. Данное ограничение связано с тем, что на рынке программных средств нет продуктов, сделанных для России.. Таким образом, наиболее подходящим САПР РЭС является P-CAD 2001, которая легко адаптируется для выпуска комплекта текстовой документации по ЕСКД и широко используется на современных предприятиях. Привлекательной чертой P-CAD 2001 является его открытый интерфейс DBX с возможностью расширения функциональных возможностей на уровне значка в меню конкретной подсистемы P-CAD2001.

Анализ существующих задач и программных продуктов на современных предприятиях показывает, что необходимо соединить воедино разнородные программные продукты и базы данных. Рассматривался вопрос интеграции по нескольким направлениям:

- интеграция через БД;
- интеграция через разработку специального транслятора из одной САПР в другую;
- интеграция через создание единого (общего) формата данных, связанных через специальные признаки с разными САПР.

Интеграции подлежат такие системы, как:

- P CAD 2001- автоматизированная система проектирования радиоэлектронных средств;
- T-Flex CAD 2D/3D - интегрированный программный продукт проектирования и подготовки производства механических деталей, узлов и изделий;
- AP «APC Модель» - автоматизированная система схмотехнического моделирования;
- AC «KPP» - автоматизированная система выпуска карт рабочих режимов ;
- AC «КУП»- автоматизированная система выпуска карт условий применения;

- АС «TDD» - программа, предназначенная для оформления КД;
- АС «Надежность» - автоматизированная система расчета надежности;
- АС «Себестоимость» - комплекс программ расчета себестоимости проектирования и изготовления изделий авионики.

Единым входным файлом для всех систем является файл схемы электрической принципиальной на электронный блок изделий авионики, содержимое которого может пополняться и уточняться необходимыми параметрами и атрибутами.

Вопросы интеграции между САПР P CAD 2001 и T-Flex CAD 2D/3D решаются с помощью открытого программного интерфейса ACCEL DBX и API соответственно. Из открытого проекта в T-Flex CAD 2D/3D импортируется файл контура печатной платы в открытый проект P CAD 2001, где производится размещение ЭРИ и трассировка. Законченный проект из P CAD 2001 передается в T-Flex CAD 2D/3D для оформления комплекта КД и создания 3-х мерной модели спроектированной платы или блока.

Интеграция между другими электронными системами осуществляется путём создания единого (общего) формата данных, связанных через специальные признаки с разными САПР, используя базу данных соответствующей САПР.

Таким образом, решена задача интеграции необходимого набора автоматизированных систем для проектирования и подготовки производства блоков электроники изделий авионики в едином информационном пространстве предприятия, используя информационные и CALS технологии.

Литература

1. Братухин А.Г., Давыдов Ю.В., Елисеев Ю.С., Павлов Ю.Б., Суров В.И. CALS в авиастроении., М.: МАИ.-2000;
2. Вестник Московского Государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, М, МГТУ, №1(46),-2002.
3. Егоров М.М. Опыт создания ИСАПР предприятия; Москва, КомпьютерПресс, 2003, журнал «САПР и графика» №2, 2003г., с.90-92;
4. Егоров М.М. "Концепция создания иерархической интегрированной САПР предприятия в едином информационном пространстве корпорации", г. Москва, САПР и Графика, 2001, №11, с.82.,85
5. А. Погребинский, А. Павлов «Сравнительный анализ CAD/CAM - систем». САПР и Графика, 2000, №8, с.75...77
6. Андрей Мазурин "Совместный семинар ведущих российских разработчиков САПР". САПР и Графика, 2000, №8, с.37.,47.

USING INFORMATION AND CALS-TECHNOLOGIES FOR CREATION OF THE INTEGRATED SYSTEM OF THE AUTOMATED DESIGNING AND PREPARATION FOR MANUFACTURE OF PRODUCTS OF AVIONICS

Yegorov M.

The Arzamas polytechnical institute (branch NGTU)

The paper treats problems and approaches to their solution encountered in the process of an integrated CAD system designed for a modern plant and based on various application program products.



РОСТ, КОНКУРЕНЦИЯ И МИГРАЦИЯ

Котин В.В.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,

В моделях взаимодействия популяций развитие понимается как рост числа элементов системы. Количественный рост системы, «размножение» системных элементов, может происходить только с использованием некоторого ресурса, изымаемого из внешней среды.

Помимо биологических и экологических приложений [1-6], ставших к настоящему времени уже традиционными, интересно отметить применение популяционных моделей в медицине [9-11], в исследовании закономерностей гонки вооружений и оценке потерь личного состава при боевых действиях [12], для прогноза развития организаций, в экономике и анализе взаимодействия социальных групп, в психологии и иных областях [13].

В настоящей работе обсуждается одна из модификаций модели конкуренции видов [4]. Анализируется *открытая* система - влияние внешней среды учитывается введением миграционных потоков, мощности которых рассматриваются как управляющие параметры.

Сформулируем общие свойства систем, которые описываются популяционными моделями.

Популяционные модели отображают динамику *макроскопического роста* систем, состоящих из множества однотипных элементов (точнее - из элементарных подсистем существенно более низкого, «атомарного» уровня).

Законы популяционной динамики, записанные в форме дифференциальных либо конечно-разностных уравнений, содержат скорости изменения числа системных элементов, причём эти скорости в каждый данный момент времени зависят от числа элементов. Если результирующая скорость изменения числа элементов положительна, то подобная динамика воспринимается на макроуровне как некоторая форма самовоспроизведения системы, её роста, развития, экспансии. Соответственно, отрицательная скорость изменения числа элементов системы указывает на тенденцию к подавлению роста, деградации, гибели.

Другим фундаментальным свойством «растущих» систем является то, что характер взаимного влияния подсистем их составляющих, определяется общими, то есть разделяемыми всеми подсистемами, и, вообще говоря, *ограниченными* материальными и энергетическими ресурсами. Поэтому для подобного рода систем характерно *насыщение* роста численности элементов и выход на стационарный уровень. В экологии такой стационарный уровень численности принято называть *ёмкостью среды*, а соответствующий закон роста – *логистическим* (более строго – обобщённым логистическим законом [3]).

Таким образом, насыщение роста числа системных элементов феноменологически отражает ограниченность внешнего ресурса. Скорость потребления ресурса представляет собой весьма важную интегральную характеристику, фигурирующую в экстремальных принципах динамики популяций. Разделяемость и ограниченность ресурса являются причиной того типа взаимодействия систем, который чрезвычайно широко распространён как в живой, так и в неживой природе. Этот тип взаимодействия систем – конкуренция.

В экологии принято различать следующие типы взаимодействий между популяциями: *нейтрализм, конкуренция, симбиоз, комменсализм, аменсализм, паразитизм* [5]. Дальнейшее обсуждение ограничим анализом конкуренции, симбиоза и паразитизма.

Симбиоз характеризуется положительной связью роста численностей популяций, паразитизм - положительной связью для одной популяции и отрицательной для другой, а конкуренция - наличием отрицательных связей, приводящих к взаимному, но возможно - асимметричному ограничению роста.

Подводя итог краткому описанию общих свойств «растущих» систем, условимся далее называть системы любой природы, составленные из большого числа однотипных подсистем и обладающие перечисленными выше характеристиками, *популяциями*, а формализованное описание динамики таких систем – *популяционными моделями*.

Рассмотрим открытую систему двух взаимодействующих популяций. Сформулируем исходные допущения модели:

1. Динамика роста каждой из двух взаимодействующих популяций подчиняется логистическому закону (или обобщённому логистическому закону [3]). Тип взаимодействия популяций – конкуренция [5].

2. Для обозначения одной из подсистем используется термин *основная популяция*, а для другой - *субпопуляция*. При этом считается, что начальная численность основной популяции превосходит (возможно, значительно превосходит) начальную численность субпопуляции $N_1(0) > N_2(0)$, тогда как мальтузианский коэффициент субпопуляции существенно превышает мальтузианский коэффициент основной популяции $\alpha_2 \gg \alpha_1$.

3. Взаимодействующие подсистемы (основная популяция и субпопуляция) в совокупности рассматриваются как *открытая* система. Численности основной популяции и субпопуляции зависят от мощностей миграционных потоков W_1 и W_2 соответственно.

4. Миграционный поток основной популяции полагаем отрицательным (отток численности основной популяции, $W_1 < 0$), а миграционный поток субпопуляции - положительным (приток численности субпопуляции, $W_2 > 0$). Мощности миграционных потоков W_1 и W_2 далее рассматриваются как *управляющие параметры*.

Система уравнений, описывающая динамику конкурентного взаимодействия двух популяций при наличии миграционных потоков, имеет вид:

$$\begin{aligned}\frac{dN_1}{dt} &= \alpha_1 N_1 \left(1 - \frac{N_1}{K_1}\right) - \beta_1 N_1 N_2 + W_1 \\ \frac{dN_2}{dt} &= \alpha_2 N_2 \left(1 - \frac{N_2}{K_2}\right) - \beta_2 N_1 N_2 + W_2\end{aligned}\quad (1)$$

где N_1, N_2 - численности популяций, α_1, α_2 - мальтузианские коэффициенты, K_1, K_2 - ёмкости среды для изолированных популяций, β_1, β_2 - коэффициенты конкуренции, W_1, W_2 - мощности миграционных потоков.

Как правило, более удобно оперировать с безразмерными (нормированными) переменными. Поэтому приведём нормированный вид уравнений модели:

$$\begin{aligned}\frac{dx_1}{d\tau} &= x_1(1 - x_1) - \gamma_1 x_1 x_2 + \theta_1 \\ \frac{dx_2}{d\tau} &= \frac{1}{\mu} x_2(1 - x_2) - \gamma_2 x_1 x_2 + \theta_2\end{aligned}\quad (2)$$

где $x_1 = \frac{N_1}{K_1}, x_2 = \frac{N_2}{K_2}$ - нормированные численности популяций; $\tau = \alpha_1 t$ - безразмерное время; $\gamma_1 = \frac{\beta_1 K_2}{\alpha_1}, \gamma_2 = \frac{\beta_2 K_1}{\alpha_1}$ - нормированные коэффициенты конкуренции; $\theta_1 = \frac{W_1}{\alpha_1 K_1}, \theta_2 = \frac{W_2}{\alpha_1 K_2}$ - нормированные мощности миграционных потоков; $\mu = \frac{\alpha_1}{\alpha_2}$ - параметр, определяющий соотношение мальтузианских ко-

эффициентов первой и второй популяции.

При отсутствии потоков $\theta_1 = \theta_2 = 0$, одинаковых скоростях роста $\alpha_1 = \alpha_2, \mu = 1$ и симметричной конкуренции $\gamma_1 = \gamma_2 = 1$ система (2) представляет собой *биологический триггер*, имеющий два устойчивых равновесных состояния (два устойчивых узла) и два неустойчивых равновесных состояния (неустойчивый узел - состояние с нулевыми численностями, и седло - состояние с равными численностями). Биологический триггер является базовой моделью процессов отбора и эволюции [2,4].

Мы не ограничиваемся интерпретацией смысла коэффициентов α_1, α_2 только как скоростей «рождения-смерти» системных элементов. Эти коэффициенты могут трактоваться и в более широком смысле - как скорости возникновения системных элементов, обладающих заданными свойствами. Вариантом такого расширительного толкования коэффициентов α_1, α_2 может быть приращение им смысла скоростей заполнения выделенных статусных уровней в сообществе, например, скоростей заполнения рабочих мест с определённым уровнем заработной платы.

В использованной нормировке масштаб отсчёта времени задается по темпу роста основной популяции $\tau = \alpha_1 t$. Если оказывается, что $\alpha_2 \gg \alpha_1$, иными словами субпопуляция явно *доминирует* над основной популяцией по признаку скорости роста, то в системе может быть выделен малый параметр $\mu \ll 1$, позволяющий разделить временные масштабы роста подсистем. При этом основная популяция развивается в медленном времени, а субпопуляция - в быстром времени. Такое соотношение скоростей роста позволяет редуцировать, то есть упростить систему (2) в соответствии с иерархией характерных времён $1/\alpha_1, 1/\alpha_2$, поскольку выполняются условия теоремы Тихонова [2]. Мы не приводим здесь редуцированное уравнение, заметив лишь, что при получении изложенных численных результатов допущения о малости параметра μ не использовалось.

Мощности миграционных потоков предполагаются не зависящими от численностей популяций. Это - довольно сильное допущение, и отвечает оно действию преобладающих внешних «надсистемных» факторов, никак не зависящих от мгновенного состояния самих популяций, то есть от их населенностей. Такая ситуация обозначается как «жесткие миграционные потоки» и аналогична постоянной квоте отлова в экологической модели рыболовства [7,8].

Стационарные численности популяций определяются из решения системы нелинейных уравнений, получающейся из (2), если приравнять нулю скорости роста:

$$\begin{aligned}x_1(1 - x_1) - \gamma_1 x_1 x_2 + \theta_1 &= 0 \\ \frac{1}{\mu} x_2(1 - x_2) - \gamma_2 x_1 x_2 + \theta_2 &= 0\end{aligned}\quad (3)$$

где $x_i \geq 0, x_i \geq 0$.

Наглядным графическим способом иллюстрации свойств, присущих системе двух конкурирующих популяций с миграционными потоками, является *поверхность равновесий* - геометрическое место точек, соответствующих корням системы (3) в пространстве $(\theta_1, \theta_2, x_1)$. Здесь (θ_1, θ_2) - плоскость управляющих параметров (напомним, что в качестве таковых мы условились рассматривать нормированные мощности миграци-

онных потоков), x_1 - стационарное значение численности основной популяции. Задавая управляющие параметры - потоки θ_1, θ_2 , мы определяем «рабочую» точку на поверхности равновесий $x_1(\theta_1, \theta_2)$ и в итоге – равновесное состояние системы конкурирующих популяций в целом.

Характерный вид поверхности равновесий $x_1(\theta_1, \theta_2)$ – складка. Верхняя часть складки отвечает *устойчивым* равновесиям, а нижняя часть – *неустойчивым*. Исследование устойчивости равновесий динамической системы (2) проводится по стандартной схеме [2,4].

Как показывает исследование отклика системы на вариацию миграционных потоков, при увеличении оттока численности основной популяции ($\theta_1 < 0$) и увеличении притока численности субпопуляции ($\theta_2 > 0$) происходит скачкообразное изменение качественного характера динамики системы - бифуркация *седло-узел*. В пространстве $(\theta_1, \theta_2, x_1)$ этому соответствует катастрофа типа складки [7].

Выделить параметры, соответствующие определённому типу отклика системы на вариацию миграционных потоков можно, если спроецировать поверхность равновесий на плоскость управляющих параметров. Таким образом, полученная «тень» поверхности равновесий разбивает плоскость управляющих параметров (θ_1, θ_2) на две области S и G . В области S имеется две особых точки - седло и устойчивый узел, в области G особых точек нет. Граница областей S и G - бифуркационная кривая B - является проекцией складки поверхности равновесий $x_1(\theta_1, \theta_2)$ на плоскость управляющих параметров (θ_1, θ_2) и соответствует негрубым состояниям равновесия *седло-узел*.

Получены фазопараметрические диаграммы, иллюстрирующие зависимости равновесной численности основной популяции от мощности миграционного потока субпопуляции $x_1(\theta_2)$ при фиксированных значениях мощности оттока основной популяции $\theta_1 = const$. Показано, что при нулевом оттоке численности основной популяции ($\theta_1 = 0$) зависимость равновесной численности основной популяции от мощности миграционного потока субпопуляции $x_1(\theta_2)$ гладкая - численность основной популяции при увеличении притока субпопуляции плавно падает до нуля. Если же имеется отток численности основной популяции ($\theta_1 < 0$), то зависимость $x_1(\theta_2)$ приобретает «катастрофический» характер. С увеличением миграционного потока субпопуляции θ_2 интервал устойчивых стационарных значений численности основной популяции уменьшается, при этом снижаются верхняя и нижняя границы интервала.

Существует диапазон устойчивых равновесных численностей основной популяции, возможных при фиксированной мощности оттока и миграционном потоке субпопуляции $0 < \theta_2 < \theta_2^{cr}$. Если мощность миграционного потока субпопуляции превышает критическое значение θ_2^{cr} , то рост основной популяции полностью *подавляется*.

Итак, при ненулевых потоках $\theta_1^{cr} < \theta_1 < 0$, $0 < \theta_2 < \theta_2^{cr}$ для системы характерно существование *ограниченного снизу* интервала устойчивых равновесных состояний основной популяции. Если величина мощности потоков выходит за критические границы θ_1^{cr} , θ_2^{cr} , основная популяция полностью подавляется, причем реакция системы конкурентно взаимодействующих популяций на рост миграционных потоков имеет *скачкообразный* характер.

В системе «основная популяция – субпопуляция» существуют бифуркационные значения управляющих параметров - оттока основной популяции θ_1^{cr} и притока субпопуляции θ_2^{cr} . При $\theta_1^{cr} < \theta_1 < 0$, $0 < \theta_2 < \theta_2^{cr}$ имеется ограниченный снизу интервал устойчивых равновесных состояний основной популяции (устойчивые узлы). Если величина мощности потоков выходит за критические границы θ_1^{cr} , θ_2^{cr} , то основная популяция подавляется, причем реакция системы на плавную вариацию миграционных потоков носит скачкообразный характер.

Как показывают численные оценки, при не слишком сильном конкурентном взаимодействии популяций ($\gamma_1 \approx \gamma_2 \sim 0.5$) соотношение нормированных критических потоков составляет $\theta_1^{cr}/\theta_2^{cr} \sim 10^{-2}$. Если ёмкости среды для не взаимодействующих популяций примерно равны $K_1 \approx K_2$, то соотношение абсолютных величин мощностей критических потоков $\frac{W_1}{W_2} = \frac{\theta_1}{\theta_2} \frac{K_1}{K_2}$ будет величиной того же порядка $\sim 10^{-2}$. Такое соотношение оз-

начает, что более критичным фактором является отток численности основной популяции. Однако, если ёмкость среды субпопуляции существенно превышает ёмкость среды основной популяции $K_2 \gg K_1$, то абсолютные величины мощностей критических потоков могут стать сопоставимыми. Тогда приток субпопуляции (более строго - абсолютная величина критической мощности положительного потока) становится столь же критичным фактором для перехода к режиму подавления основной популяции, как и отток численности основной популяции.

Литература

1. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование. М., Наука, 1976.
2. Романовский Ю.М., Степанова Н.В., Чернавский Д.С. Математическое моделирование в биофизике. - М.: Наука, 1975.

3. Свирежев Ю.М. Нелинейные волны, диссипативные структуры и катастрофы в экологии. М.:Наука, 1987.
4. Ризниченко Г.Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. Часть 1. –Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002.
5. Дре Ф. Экология. М., Атомиздат, 1976.
6. Варфоломеев С.Д., Гуревич К.Г. Биокинетика: Практический курс. М.:ФАИР-ПРЕСС, 1999.
7. Арнольд В.И. Теория катастроф. М., Наука, 1990.
8. Лобанов А.И., Петров И.Б. Вычислительные методы для анализа моделей сложных динамических систем. Ч.1. М., МФТИ, 2000.
9. Балантер Б.И., Ханин М.А., Чернавский Д.С. Введение в математическое моделирование патологических процессов. М.: Медицина, 1980. 264 с.
10. Марчук Г.И. Математические модели в иммунологии. Вычислительные методы и эксперименты. М.: Наука, 1991.
11. Хорстхемке В., Лефевр Р. Индуцированные шумом переходы. Теория и применение в физике, химии и биологии. М.: Мир, 1987
12. Саати Т.Л. Математические модели конфликтных ситуаций. М., Советское радио, 1977.
13. Chang-Hyeon Choi. Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences, Vol. I, No. 4, 1997, (pp.263-273).



ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РИСКОВ В УПРАВЛЕНИИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫМИ МЕДИЦИНСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В УСЛОВИЯХ ЛЕЧЕБНО- ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Невзоров В.П., Чучко В.И., Левчук В.П., Демченков Ю.Я.

Московская медицинская академия имени И.М.Сеченова

Задача рациональной оценки качества управления медицинскими процессами в лечебно-профилактических учреждениях вообще, а в условиях прогнозирования рисков, связанных с состоянием пациента, в особенности, является не только многоплановой, но и с высокой степенью неопределённости. В современных условиях применения высокотехнологичных медицинских процессов при оказании профессиональной помощи пациенту. Эта многоплановость и неопределённость существенно усугубляет и без того непростую задачу корректировки здоровья пациента.

В целом высокотехнологичный процесс оценки качества и управления рисками можно выразить через способность учреждения обеспечивать необходимый уровень оказания медицинской помощи с минимизацией возможных потерь при выполнении профессиональных работ персоналом [1, 2]. Показатели качества и рисков в конечном счёте отражают информационные характеристики, для обработки которых необходимо соответствующее информационное оборудование и проведение мероприятий информационной безопасности в учреждении. Важен также вопрос о преобразованиях и видоизменениях во времени показателей качества и прогнозирования рисков, что достигается проведением соответствующих операций над получаемыми величинами с исследованием динамических процессов наблюдаемых режимов.

Все исходные показатели и получаемые в процессе работы величины, представляемые в количественном, качественном (нечисловом) или смешанном виде, удобнее анализировать либо методом ковариационного анализа, либо с помощью аппарата логических решающих функций.

Поставленную задачу оценки качества и прогнозирования рисков в управлении высокотехнологичными медицинскими процессами в условиях лечебно-профилактических учреждений можно представить следующим образом.

Выбрав некоторую оцениваемую величину y_t на фиксированный момент t , определяют совокупность аргументов качества и прогноза, предполагая их соответствующее влияние на эти показатели. Отсюда можно получить аналогичную совокупность аргументов на конкретный момент времени t и на предыдущие n моментов. Эту совокупность можно представить в виде матрицы аргументов за предыдущие n моментов следующим образом:

$$X = \| X_{ij} \| \quad (j = 1, \dots, m), \quad (i = t - n, \dots, t - 1),$$

где X – матрица аргументов, X_{ij} – значение j -го аргумента на i -ый момент времени и вектор-строки аргументов на момент времени t : $x_t = (x_{t1}, \dots, x_{tm})$, m – количество аргументов.

В этом случае вектор-столбец Y известных значений оцениваемых величин качества и прогноза за предыдущие n моментов времени будут представлены как

$$Y = (y_{t-n}, \dots, y_{t-1})^T.$$

Учитывая возможность отклонений от ожидаемых значений в оценках качества и прогноза, выделим вектор этих отклонений как $E = (\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_{t-1})^T$.

Тогда значение искомой величины можно представить в виде $y_t = F(x_t, a) + \varepsilon_t$, представляющее собой решение уравнения $Y = F(X, a) + E$.

Здесь представлена некоторая функция $F(x, a)$, где x – вектор-строка аргументов на фиксированный момент времени и a – некоторая совокупность неизвестных параметров функции, которая обеспечивает наилучшую аппроксимацию искомой величины от аргументов оценки качества или прогноза соответственно. В этом случае искомое значение величины оценки качества или прогноза на момент времени t можно найти подстановкой в функцию F значений вектора x_t .

В описанном варианте качество решения поставленной задачи по оценке качества и прогнозированию зависит от выбора F и a . Критерии для их оптимального выбора могут быть заданы различными способами. Однако, учитывая, что рассматриваются высокотехнологичные процессы, связанные с многочисленными особенностями современных форм и приёмов оказания медицинской помощи пациенту, целесообразно использовать такие критерии, которые наиболее удобно можно реализовать современными средствами вычислительной техники.

Исходя из известной сложности реализации рассматриваемой функции аппроксимации искомой зависимости в общем виде $F(x, a)$ с помощью распространённых современных средств вычислительной техники, наиболее удобно такую функцию представить в виде нейронной сети. Такая форма выражения функции в виде направленного графа топологической модели с относительно простыми часто неоднотипными элементами – нейронами в вершинах и взвешенными связями их соединения через дуги является удобным представлением задачи для современных средств вычислительной техники. Это удобство заключается в возможности использования специально разработанных алгоритмов для обучения нейронных сетей наряду с возможностью использования для решаемой задачи и традиционных методов минимизации.

В настоящее время разработано большое количество типов архитектур нейронных сетей для решения подобных задач. Опыт использования нейронных сетей для принятия управленческих решений, в том числе для прогнозирования состояния пациента в процессе оказания ему профессиональной медицинской помощи, в условиях лечебно-профилактических учреждений также известен [3,4]. В рассматриваемом варианте представляется более удобным использование так называемых слоистых сетей, где количество слоёв сети связано с количеством слоёв весов параметра a . Количество нейронов одного слоя никак не связано с количеством нейронов в других слоях и обработка данных в слое осуществляется параллельно. Целиком же в сети обработка данных проводится последовательно по слоям. При этом в общем случае функцию, выполняемую слоистой сетью с одним выходом, можно представить в виде

$$F(x, a) = \sum_{i=1}^{k''} a_{\text{вых } i} f_{ij} \left(\sum_{r=1}^{k'} a_{ijr} f_{rj-1} \left(\dots \sum_{s=1}^k f_{s1} \left(\sum_{n=1}^m a_{\text{вх } n} x_n \right) \right) \right),$$

где $a_{\text{вых } i}$ и $a_{\text{вх } n}$ – совокупность входных и выходных параметров сигнала нейронной сети.

Обычно для сокращения процесса обучения нейронной сети предпочитают сокращать количество слоёв и в простейшем случае представляют всю сеть в виде двухслойной, неоднородной сети с произвольным числом нейронов в первом слое [5].

Такое сокращение обучения нейронной сети является основанием для представления аппроксимирующей функции в виде:

$$F(x, a) = \sum_{j=1}^k a_{\text{вых } j} f_j \left(\sum_{i=1}^m a_{ij} x_i \right),$$

где k – количество элементарных функций.

Теперь появляется возможность в двухслойной архитектуре нейронной сети выделить потоки обрабатываемых сведений и работать с каждым потоком отдельно. В этих потоках можно реализовать как нелинейные функции, обычно используемые в традиционном нейросетевом анализе, так и потоки с линейными функциями.

Для проведения обучения в такой нейронной сети по выполнению нелинейной аппроксимации в потоке могут быть использованы обучающие методы и алгоритмы, основанные на разных методах. Среди этих методов могут быть такие как: метод обратного распространения ошибки, метод безусловной минимизации и другие методы обучения, рассматриваемые как более подходящие для решения конкретных задач, стоящих перед соответствующим лечебно-профилактическим учреждением. Для проведения обучения выполнению линейной аппроксимации в потоке также могут быть использованы различные методы. Основные из них – это алгоритмы, реализующие методы линейного регрессионного анализа, и методы безусловной минимизации, использующие производные функции.

Для практического выполнения работы по оценке качества и прогнозированию рисков в управлении высокотехнологичными медицинскими процессами в условиях лечебно-профилактических учреждений потребовалось дополнительно заниматься рядом специфических задач, которые являются необходимой базой для успешного функционирования всей медицинской системы учреждения.

Основными задачами из этого ряда оказались:

1. Формирование базы данных, характеризующих множество аспектов как в оценке качества оказания медицинской помощи в учреждении, так и в прогнозировании рисков, связанных с управлением функциональным состоянием организма пациента в процессе оказания ему соответствующей помощи. Эту базу понадобилось с одной стороны упорядочить по некоторым схожим характеристикам, ориентированным на содержание документированных сведений по основным их потокам, а с другой – разделить на составные части, отражающие специфику оценки качества и специфику прогнозирования рисков. Такое условное дробление базы данных способствовало пониманию конкретной работы в каждом подразделении медицинского учреждения и для нормального функционирования формируемой системы в целом по всему учреждению.

2. Выработка набора характеристик, пригодных для проведения оценки качества оказываемой медицинской помощи с учётом специфики работы не только профессиональной направленности каждого подразделения и, соответственно, всего учреждения в целом, но и с учётом ряда профессиональных особенностей в деятельности даже отдельных ведущих специалистов конкретного учреждения.

3. Выработка набора характеристик, пригодных для проведения прогнозирования рисков. Специфика этих характеристик заключалась в том, что их пришлось рассматривать по трём направлениям, а именно: по физическому, психическому и социальному состоянию здоровья пациента, изменяющихся в процессе оказания ему профессиональной медицинской помощи в конкретном учреждении и в очень конкретной ситуации для индивидуума. По существу на этом этапе пришлось формировать не только разные уровни прогнозируемого риска, но и функцию уровня риска от задаваемых параметров оказываемой медицинской помощи в соответствии с выработанным набором характеристик, предназначенных для оценки качества профессиональной работы персонала учреждения.

4. Формирование функции в виде соответствующего функционального взаимодействия оценки качества оказываемой медицинской помощи и прогнозирования рисков для пациента при перемещении его по разным профильным подразделениям медицинского учреждения.

5. Разработка дополнительных алгоритмических и программных компонентов сверх соответствующих наборов программных продуктов для успешного функционирования формируемой нейронной сети.

Дополнительной работой при решении поставленной задачи была необходимость нормирования информационных потоков на всех уровнях учреждения (в объёме задействованных подразделений для решения задачи), формирования единых форм промежуточных отчётов для заполнения информационной модели, компоновки функциональных обязанностей и инструкций поведения персонала под режим функционирования разработанного варианта задачи. Кроме того, понадобилось пересмотреть задействованные в режиме прежней деятельности медицинского учреждения средства вычислительной техники в связи с необходимостью построения локальных вычислительных сетей для управления компьютерным ресурсом учреждения. Последнее обстоятельство привело к необходимости на первых этапах работы ограничиться объёмом задействованных подразделений учреждения для решения поставленной задачи.

Литература

1. Басовский Л.Е. Теория экономического анализа. – М.: ИНФРА-М, 2002. – 222с.
2. Белых Л.П. Основы финансового рынка. – М.: Финансы, ЮНИТИ, 1999. – 231 с.
3. Лебедев Д.С. Использование нейронных сетей для принятия внутригоспитальных управленческих решений (на примере острого панкреатита). Дисс. ... канд. мед наук. – М., 2005.
4. Назаренко Г.И., Лебедев Д.С. Прогнозирование характера течения острого панкреатита методом нейронных сетей//Вестник хирургии имени И.И.Грекова. – 2005. – №1. – С. 4...6.
5. Яковлев Г.Л., Яковлев В.Л., Лисицкий Л.А. Применение нейросетевых алгоритмов к анализу финансовых рынков//Информационные технологии.– 1999.– №8. – С. 25...30.

