

**АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ЦЕНТРОСОЮЗА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ КООПЕРАЦИИ»
СМОЛЕНСКИЙ ФИЛИАЛ**

**ИНФОРМАТИКА,
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ,
ЭКОНОМИКА**

Том 1

*Сборник научных статей по итогам
Пятой Международной научно-практической
конференции
(в двух томах)*

г. Смоленск, 11-15 мая 2015 г.

Смоленск 2015

УДК 32.81+65.050+65

ББК 004+330.4+330

И 74

Организационный комитет конференции:

Председатель – Гимаров Владимир Александрович, д.т.н., профессор, директор Смоленского филиала Российского университета кооперации (Россия).

Заместители председателя:

Михаль Олег Филиппович, д.т.н., профессор Харьковского национального университета радиоэлектроники (Украина);

Усков Андрей Александрович, д.т.н., профессор Смоленского филиала Российского университета кооперации (Россия).

Члены оргкомитета:

Белоконьгов А.В., д.э.н., профессор «Смоленская ГСХА» (Россия); Борисов В.В., д.т.н., профессор филиала «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске (Россия); Гомелько Т.В., д.э.н., профессор Смоленского филиала Российского университета кооперации (Россия); Дли М.И., д.т.н., профессор филиала «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске (Россия); Журавлева Ю.А., к.э.н., начальник учебно-методического управления Смоленского филиала Российского университета кооперации (Россия); Какатунова Т.В., д.э.н., профессор филиала «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске (Россия); Костин Ю.Д., д.э.н., профессор Харьковского национального университета радиоэлектроники (Украина); Курилин С.П., д.т.н., профессор, заместитель директора Смоленского филиала Российского университета кооперации (Россия); Руденко О.Г., д.т.н., профессор Харьковского национального университета радиоэлектроники (Украина); Тимофеев В.А., д.т.н., профессор Харьковского национального университета радиоэлектроники (Украина); Удовенко С.Г., д.т.н., профессор Харьковского национального университета радиоэлектроники (Украина); Чернова А.В., д.э.н., профессор Смоленского филиала Российского университета кооперации (Россия); Юденков А.В., д.ф.-м.н. профессор «Смоленская ГСХА» (Россия).

И 74 Информатика, математическое моделирование, экономика:

Сборник научных статей по итогам Пятой Международной научно-практической конференции, г. Смоленск, 11-15 мая 2015 г. В 2-х томах. Том 1 – Смоленск: Смоленский филиал Российского университета кооперации, 2015. – 364 с.: ил.

ISBN 978-5-91805-032-3

Сборник включает более 140 научных статей преподавателей, сотрудников и аспирантов учебных заведений и научных организаций Российской Федерации, Украины и Республики Беларусь, представленных на Международной научно-практической конференции.

Для специалистов в области информатики, математического моделирования и экономики.

Статьи печатаются в авторской редакции.

ББК 004+330.4+330

ISBN 978-5-91805-032-3

© “Российский университет кооперации”
Смоленский филиал, 2015

Уважаемые коллеги!

Настоящий сборник выпущен по результатам проведения пятой Международной научно-практической конференции «Информатика, математическое моделирование, экономика» в Смоленском филиале Российского университета кооперации.

Смоленский филиал Российского университета кооперации был основан 2001 г. В настоящее время – это известные научные школы, более 70 преподавателей, около 2000 студентов и слушателей, широкий спектр направлений подготовки: информационные системы и технологии, прикладная информатика, управление качеством, экономика, менеджмент, торговое дело, товароведение, сервис, таможенное дело.

За четыре года проведения конференции в ней приняли участие преподаватели, научные сотрудники, аспиранты и студенты из России, Украины и Белоруссии, опубликовав в общей сложности более 600 статей.

В этом году сборник состоит из двух томов и содержит около 150 докладов. Статьи в сборнике размещены по секциям в алфавитном порядке по фамилии первого автора.

*Оргкомитет Международной научно-практической конференции
«Информатика, математическое моделирование, экономика»*

Секция 1: «Системный анализ, управление, математическое моделирование и обработка информации»

Сопредседатели секции:

Усков Андрей Александрович, д.т.н., профессор Российского университета кооперации (Россия);

Михаль Олег Филиппович, д.т.н., профессор Харьковского национального университета радиозлектроники (Украина);

Анисимов Дмитрий Николаевич, к.т.н., доцент Московского энергетического института.

к.т.н. доцент Балашов О.В.

аспирант Кондратова Н.В.

Смоленский филиал Российского университета кооперации

E-mail: nkondratova@rucooper.ru

ПОДХОД К ВЫБОРУ РЕШЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРВАЛЬНОЙ ШКАЛЫ

В статье представлена процедура принятия решений на основе данных экспертного опроса. Данные представляют собой нечёткое согласованное предпочтение группы экспертов в виде скалярной функции. Функция задаётся в интервальной шкале и обеспечивает возможность выбора рационального решения в сложившейся на объекте управления ситуации.

Ключевые слова: интервальная шкала, качественный критерий, нечеткое шкалирование.

Введение. В теории принятия решений в настоящее время сформировался ряд однотипных задач: шкалирование качественных характеристик, в том числе показателей эффективности; формирование функций принадлежности для различных нечётких множеств, количественная оценка «важности» критериев эффективности для выбора компромиссных решений, количественная оценка прогнозирования состояний природы в задачах принятия решений при неопределённости и, наконец, выбор наилучшего решения в исходном множестве решений по качественному критерию возможности получения результата. Общей основой рассматриваемых задач является применение различных методов обработки информации, полученной на основе опыта и профессиональных знаний экспертов в некоторой предметной области. Предложенная процедура обработки экспертной информации предназначена для этих и аналогичных задач.

Постановка задачи. Рассматривается задача шкалирования качественного критерия эффективности решения Q . Этот критерий

требуется оценить количественно и на основе данной оценки выбрать рациональное решение из A вариантов решений (альтернатив). Входными данными для рассматриваемой процедуры являются результаты экспертного опроса. В результате опроса выявляются предпочтения экспертов, основанные на знаниях предмета и опыте работы в рассматриваемой предметной области.

По результатам экспертного опроса получаются M матриц вида $\|x_{ij}^n\|$, где n – количество экспертов, а $a_{ij} = 1$, при условии, что эксперт ответил $a_i > a_j$, и 0 – в противном случае.

Данные экспертного опроса по своей сути представляют собой нечёткое бинарное отношение предпочтения на Y . Нечёткость возникает вследствие несовпадения мнений экспертов.

Для обработки мнений экспертов вводится величина n_{ij} – числа экспертов, отдавших предпочтение решению a_i против решения a_j . Тогда $0 \leq n_{ij} \leq M$, $n_{ij} + n_{ji} = M$. Также $n_{ij} = M/2$, если $a_i \sim a_j$ (безразлично), и в этом случае $n_{ji} = M/2$. Известно, что эксперты хорошо различают несхожие альтернативы, и плохо различают похожие [1]. Для дальнейшего изложения требуется ввести величину $y_{ij} = n_{ij} - n_{ji} = 2n_{ij} - M$. Эта величина будет обладать следующими свойствами:

$$\begin{aligned} \text{а) } y_{ii} &= 0; y_{ij} = 0, \text{ если } a_i \sim a_j; \\ \text{б) } y_{ij} + y_{ji} &= 0, \text{ если } y_{ij} = -y_{ji}; \end{aligned} \tag{1}$$

$$\text{в) } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n y_{ij} = 0; \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n l_j l_i y_{ij} = 0,$$

$$\text{где } l_i \geq 0; \sum_{i=1}^n l_i = 1.$$

Следовательно, в результате предварительной обработки данных экспертного опроса получится матрица $\|y_{ij}\|$.

Количественные оценки, которые необходимо поставить в соответствие альтернативам из множества A , определяются как μ_i , при условии, что $i = 1, n$. Для учёта различимости альтернатив введём величину

$$\Delta\mu_{ij} = \mu_i - \mu_j = y_{ij}. \tag{2}$$

Для обеспечения возможности задания чисел μ_i в однородной интервальной шкале, они должны удовлетворять следующим условиям [2]:

$$\Delta\mu_{ik} = \Delta\mu_{ij} + \Delta\mu_{jk}, \text{ для любых } a_i, a_j, a_k \in A. \tag{3}$$

Из (2) и (3) определяется следующее условие

$$y_{ik} = y_{ij} + y_{jk}. \quad (4)$$

Число μ_i задаётся следующей формулой:

$$\mu_i = \sum_{j=1}^n l_j y_{ij}; \quad l_j \geq 0; \quad \sum_{j=1}^n l_j = 1. \quad (5)$$

При обработке результатов экспертного опроса возможны случаи, когда y_{ij} не будут удовлетворять условию (4). Тогда, для сохранения интервальности и однородности, предлагается применить сглаживание и вместо (2) использовать следующую формулу:

$$\Delta \mu_{ij} = \bar{y}_{ij}, \quad (6)$$

где \bar{y}_{ij} элементы матрицы, полученной из матрицы $\|y_{ij}\|$ путём усреднения данных.

Для реализации процедуры усреднения в матрице $\|y_{ij}\|$ произвольно выделяется v -я строка, то есть определяется y_{vj} . Одновременно с этим известны элементы v -го столбца $y_{iv} = -y_{vi}$. Из этих $2n - 1$ элементов формируется новая матрица путём определения элементов по следующей формуле:

$$y_{ij}(a_v) = y_{iv} + y_{vj}. \quad (7)$$

Требуется построить таких n матриц по количеству a_v . Затем строится одна «усреднённая» матрица с использованием следующей формулы [3]:

$$\bar{y}_{ij} = \sum_{v=1}^n l_v y_{ij}(a_v). \quad (8)$$

На основе представления (5) каждой альтернативе a_i будет поставлено в соответствие число μ_i в однородной интервальной шкале. Числа используются для определения наилучшего (рационального) решения, которое определяется по формуле:

$$a_{\text{рац}} = \{a_i | \max \mu_i\}. \quad (9)$$

Заключение. Предложенный подход может быть использован для получения и накопления процедурных знаний для механизма вывода системы поддержки принятия решений.

1. Козелецкий Ю. Психологическая теория решений.- М.: Прогресс, 1979. – 504 с.

2. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные методы реализации экономических и информационных управленческих решений. В 2-х томах. Том 1. Методы и средства. – М.: СИНТЕГ, 2009. – 396 с.

3. Балашов О.В., Кондратова Н.В. Теория возможностей и её применение для принятия решений в социально-экономических системах: Монография. – Смоленск: Смоленский филиал Российского университета кооперации, 2010. – 92 с.

**к.т.н. доцент Балашов О.В.
аспирант Кондратова Н.В.**

**Смоленский филиал Российского университета кооперации
E-mail: nkondratova@rucoop.ru**

ПРИМЕНЕНИЕ СИТУАЦИОННОГО ПОДХОДА ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО- ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Рассматривается возможность автоматизированного управления организационно-технической системой путём сравнения текущей ситуации с плановой и выработки корректирующих решений.

Ключевые слова: ситуационное управление, принятие решений, автоматизированное планирование, стратегия управления.

Решению задач, связанных с автоматизацией управления сложными организационно-техническими системами, несомненно, будет способствовать переход от автоматизации выполнения отдельных управленческих функций и разработки автономных задач и моделей к созданию сложных программно-технических комплексов (ПТК). Ключевую роль в этом процессе играют модели данных.

Однако в силу принципиальных сложностей и как следствие недостаточной изученности механизма принятия решений не все их закономерности удастся в требуемой мере осознать, формализовать и включить в модель. При определении проблемной области управления обычно используется информационная модель, уже зафиксированная в виде набора унифицированных документов. Непосредственным объектом моделирования становятся не реальные процессы взаимодействия совокупности содержимого баз данных, а в большей

степени знание о них, выраженное в различного рода справках, результатах решения оценочных задач и т.д.

Такой подход обуславливает независимость собственно данных от информации, передающей их смысловое значение, причем акцент делается на синтаксической стороне взаимодействия должностных лиц органов управления с ПТК. При этом предполагается, что средства автоматизации свою функцию выполнили, а лицу, принимающему решения (ЛПР) предоставлен простор для интеллектуальной (творческой) деятельности. Иначе и не может быть в рамках существующей в настоящее время парадигмы:

сбор – накопление – обработка – результат
(обоснование принимаемых решений).

Несовершенство этой системы становится очевидным хотя бы потому, что человек воспринимает не все истинные события, а только те, которые он считает важными [1]. Потенциальные вопросы, ответить на которые позволяет имеющееся у ЛПР знание и которые оно ставит перед документом, сформированным средствами автоматизации, могут быть такими: каково состояние подчинённых; что хорошо и что плохо, что требуется сделать; какой объем работ необходим для достижения требуемого уровня эффективности; о чем следует просить вышестоящего руководителя; как согласовать интересы различных подразделений фирмы и т.п.

Современные информационные системы не в состоянии дать ответы на подобные вопросы – они способны лишь сформировать документы табличной или анкетной структуры, которые хотя и понятны, но служат только формой представления информации и не повышают интеллектуальных возможностей ЛПР. Найти выход в рамках существующей парадигмы автоматизации управления, как показывает практика, не представляется возможным.

Результаты исследований показывают, что выход, состоит в использовании интеллектуальных систем для выработки решений [2]. В их задачу должно входить:

- вскрытие статических связей и отношений (интерпретация информации и формирование психологической установки);
- интерпретация элементов сформированной концептуальной модели (генерация новых связей и отношений).

Появляется возможность разделить функции поддержки процессов выработки решений, возложив часть их на прикладные интеллектуальные системы. Такая система работает совместно с информационно-расчетной подсистемой, в задачу которой должны входить поддержка и выдача по запросу требуемой информации о текущем состоянии подразделений (их свойствах по интересующим

параметрам) в конкретной ситуации, как в интересах интеллектуальной системы, так и в традиционном смысле.

В настоящее время теория построения интеллектуальных систем поддержки процессов выработки решений, а также аналитических методов моделирования стратегий их принятия находится в стадии разработки. Основы теории позволяют уточнить парадигму автоматизации управления сложными организационно-техническими системами и дальнейшие разработки вести в рамках другой парадигмы:

интеллектуальная обработка первичной информации – поддержка выработки решений.

Известно [3], что возможности системы поддержки принятия решений (СППР) определяются базой знаний, которая основывается на определённой модели принятия решений (ПР). Анализ особенностей процессов ПР в организационно-технических системах позволяет выдвинуть ряд требований к модели принятия решений:

- модель ПР должна быть записана на некотором языке;
- модель ПР должна формировать понятия, соответствующие используемым ЛПР в процессе ПР;
- требуется, чтобы модель ПР позволяла быстро и просто изменять правила ПР;
- желательно, чтобы модель ПР могла осуществлять прогнозирование (оценку) исходов принимаемых решений и обладала способностью к автоматическому индуктивному построению правил ПР.

Всем этим требованиям удовлетворяет ситуационный подход к моделированию ПР [4, 5], поэтому допустимо заключить, что метод ситуационного управления (МСУ) применим для решения задач управления ОТС. Вместе с тем корректное применение МСУ в задачах моделирования сложных, а главное динамичных систем «в чистом виде» затруднено. В большинстве работ по МСУ процесс генерации управляющих решений ограничивается идентификацией текущей ситуации, которой поставлено в соответствие некоторое множество управляющих решений [5]. Такое предположение делает необходимым накопление всех возможных ситуаций функционирования сложной ОТС, что является причиной серьезных практических трудностей при разработке механизмов ситуационного управления.

Во-первых, накопление всех возможных ситуаций предполагает длительное обучение некоторой интеллектуальной системы в процессе функционирования системы.

Во-вторых, на сегодняшний день в существующих работах по МСУ отсутствуют подходы к созданию логических механизмов задания соответствия между идентифицированной «новой» ситуацией и управляющими решениями.

В-третьих, задание соответствия между ситуацией и управляющими решениями требует обработки мнений экспертов, что для систем, функционирующих в условиях дефицита времени на принятие решения, не всегда возможно.

В четвертых, ситуационные признаки, образующие структуру ситуации представляют собой довольно большое число различных факторов обстановки, значениям каждого из которых могут ставиться в соответствие разные управляющие решения. Следовательно, кажется проблематичным оперативное определение множества управляющих решений, соответствующих «новой» ситуации, в силу необходимости обработки большого объема информации.

В качестве одного из подходов к решению рассматриваемого недостатка является задание соответствия не между ситуацией и управляющими решениями, а между значениями ситуационных признаков и управляющими решениями. Целесообразность такого подхода объясняется следующими причинами:

– каждый из ситуационных признаков $u \in Y$, характеризующий некоторый фактор обстановки имеет конечное множество возможных значений T_y^i , каждому из которых, в свою очередь, соответствует конечное множество императивов УР (p_i^j);

– реализация данного подхода предполагает согласование множества управляющих решений, сгенерированных при идентификации значений различных ситуационных признаков, однако, решение данной задачи с практической точки зрения менее сложно, чем задание соответствия между ситуацией и управляющими решениями.

Практическая реализация предлагаемого подхода требует разработки правил выбора ситуационных признаков. К подобным правилам можно отнести следующие положения:

– рассматриваемый фактор обстановки должен иметь одно и более возможных значений T_y^i ;

– каждому значению T_y^i могут быть поставлены в соответствие императивы одного и более управляющих решений $\{p_i^j\}$;

– зависимость между двумя и более ситуационными признаками может быть только на уровне соответствующих им управляющих решений;

– значение каждого ситуационного признака $u \in Y$ может быть определено в результате идентификации частной ситуации s^v .

Для формализованного описания информационных ситуаций предлагается использовать продукции, представленные в виде нечетких множеств второго уровня [5]. Подобное описание позволяет решить такую проблему, возникающую при обработке ситуаций, как одновременный анализ значений множества ситуационных признаков, имеющих различный физический смысл и размерность

$$s = \{ \langle \mu_s(T_y^t) / T_y^t \rangle \}, \quad (1)$$

где $\mu_s(y)$ – функция принадлежности текущего значения T_y^t ситуационного признака $y \in Y$ одному из множества L его возможных лингвистических значений T_y^l .

Под идентифицированной ситуацией функционирования системы понимается набор $\{T_y^t\}$ значений рассматриваемого множества ситуационных признаков Y , отличающийся от ранее сформированного набора $\{T_y^{t-1}\}$, значением хотя бы одного признака $y \in Y$.

Генерация императивов управляющих решений $\{p_i^j\}$ производится после идентификации текущего значения рассматриваемого ситуационного признака $y \in Y$. Предлагается рассматривать два условия генерации управляющих решений:

- по факту изменения значения ситуационного признака;
- по факту идентификации конкретного значения ситуационного признака, которому ставится в соответствие некоторое множество императивов управляющих решений $\{p_i^j\}$.

Первое условие предполагает генерацию одних и тех же императивов управляющих решений при каждой идентификации изменения (как правило, уменьшении) текущего значения ситуационного признака. Например, управляющее решение «обеспечить ресурсом» может формироваться при каждой идентификации уменьшения текущего значения ситуационного признака «Наличие ресурса».

Примером второго условия генерации управляющих решений может являться решение «оценить обстановку на рынке региона» в случае идентификации значения «активизация конкурента A » ситуационного признака «Действия конкурента A ».

Наличие управляющих решений, сгенерированных при идентификации текущей ситуации s^t позволяет сформировать план перехода системы из s^t в другую ситуацию. Формирование подобного плана предполагает наличие структуры плана перехода системы из идентифицированной ситуации s^t в целевую ситуацию s^c . В качестве целевой ситуации s^c может рассматриваться набор значений ситуационных признаков, смысл которых совпадает с содержанием текста, описывающего цель функционирования системы. Для автоматизации процесса определения целевой ситуации предлагается подход, основанный на использовании ролевых ситуаций [6]. Процесс определения целевой ситуации предполагает решение задачи распознавания текста и определения тех ситуационных признаков и их значений, которые образуют структуру данной ситуации.

Наличие целевой s^c и идентифицированной s^t ситуаций позволяет определить множество ситуаций $\{s^p\}$, отделяющих их друг от друга. Множество $\{s^p\}$ рассматривается в МСУ как стратегия управления. В рамках предлагаемого подхода данное множество образует структуру

плана перехода системы из ситуации s^f в ситуацию s^c . Множество $\{s^p\}$ образуется из всевозможных комбинаций значений ситуационных признаков T_y , находящихся между значениями ситуационных признаков идентифицированной и целевой ситуаций.

Логико-лингвистическое описание целевой ситуации рассматривается как глобальная цель функционирования системы. Множество управляющих решений соответствующих значениям идентифицированной ситуации s^f позволяет сформировать план перехода системы из ситуации s^f в ситуацию s^p ближайшую от s^f в направлении s^c . Логико-лингвистическое описание ситуации s^p рассматривается как достижение локальной цели функционирования системы. Графически план перехода системы из ситуации s^f в ситуацию s^p может быть представлен в виде дерева локальной цели. Структуризация данного дерева производится с помощью процедур проверки таких свойств управляющих решений, как непротиворечивость, недублетность, изолированность по времени и непрерывность.

В настоящее время разрабатывается способ формализованного представлений ситуаций и генерации управляющих решений позволяющий создавать логические механизмы автоматизированного формирования планов предстоящих действий.

1. Балашов О.В., Кондратова Н.В. Теория возможностей и её применение для принятия решений в социально-экономических системах: Монография. – Смоленск: Смоленский филиал Российского университета кооперации, 2010. – 92 с.

2. Балашов О.В., Усков А.А. Подход к использованию меры возможности при оценке принимаемых решений//Программные продукты и системы. – 2010. – № 2. – С. 58–62.

3. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные методы реализации экономических и информационных управленческих решений. В 2-х томах. Том 1. Методы и средства. – М.: СИНТЕГ, 2009. – 396 с.

4. Мелихов А. Н., Бернштейн Л.С., Коровин С. Я. Ситуационные советующие системы с нечёткой логикой. - М.: Наука, 1990. – 272 с.

5. Клыков Ю.И. Ситуационное управление большими системами. М.: «Энергия», 1974. – 136 с.

6. Поспелов Д. А. Ситуационное управление: теория и практика. М.: Наука, 1986. – 288 с.

МЕТОД ВЫБОРА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ТЕМАТИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ

В статье разработан метод выбора пространственных данных по показателю тематической точности, который в отличие от известных предусматривает выбор стратегии расчета показателя, что позволяет учитывать цели ГИС-приложения и упростить процедуру расчета путем отказа от использования эталонного картографического материала.

Ключевые слова: ГИС, информационное обеспечение, показатели качества, пространственные данные.

ГИС – эффективный инструмент анализа, прогноза и мониторинга объектов реального мира. Средствами ГИС проводится картирование пространственных объектов с возможностью моделирования различных процессов и пространственной визуализацией результатов работы системы. Общий подход к разработке ГИС-приложений включает этап формирования основных блоков обработки информации: информационного, программного, технического, лингвистического и правового обеспечения. Отметим, что по мнению многих специалистов данной отрасли, информационное обеспечение является наиболее трудоемкой, длительной и дорогостоящей стадией разработки ГИС-приложений [1]. Именно на этой стадии сосредоточено большинство «узких мест» связанных с выбором и подготовкой картографического материала. Основой такого процесса является оценка качества картографического материала относительно потребностей потенциальных пользователей и требований функциональных подсистем ГИС. Тематическая точность в зависимости от типа данных может выражать корректность классификации объектов, их отношений и адресации и точность количественных атрибутивных данных – степень близости к истинным значениям.

Метод Каппа Коэна [2]. Использует показатель достоверной классификации, выражающий количество верно классифицированных объектов и отношений.

$$k = \frac{p_0 - p_e}{1 - p_e}, \quad SE(k) = \sqrt{\frac{p_0(1 - p_0)}{n(1 - p_e)^2}},$$

где k – индекс Каппа Коэна,

p_0 – количество верно классифицированных объектов,

p_e – количество ошибочно классифицированных объектов,

$SE(k)$ – Стандартная ошибка Каппа Коэна.

Предполагает наличие источника с верно классифицированными объектами, вносит поправку на случайность, при вычислении числового значения.

Метод кросс-табуляции с использованием матрицы ошибок классификации [3]. Матрица ошибок демонстрирует соотношение классификационных признаков полученных из различных источников. По осям матрицы располагаются классы легенд классификации проверяемого и эталонного набора данных.

$$\begin{pmatrix} TN & FP \\ FN & TP \end{pmatrix}$$

где TN – число верно классифицированных объектов (отрицательное),

FP – число не верно классифицированных объектов (положительное),

TP – число верно классифицированных объектов (положительное),

FN – число не верно классифицированных объектов (отрицательное).

Тогда тематическая точность набора данных рассчитывается как отношение суммы значений диагональных элементов матрицы к общему количеству элементов

$$AC_1 = (TP + TN) / (TP + TN + FP + FN) .$$

Также для оценки тематической точности может использоваться среднее гармоническое или коэффициент корреляции:

$$AC_2 = 2TP / (2TP + FP + FN) ,$$

$$AC_3 = \frac{TP \times TN - FP \times FN}{\sqrt{(TP + FP)(TP + FN)(TN + FP)(TN + FN)}} .$$

В сводке информации о качестве, предоставляемой разработчиком картографического материала [4], тематическая точность определяется тремя элементами: правильность классификации, правильность количественных атрибутов и точность количественных атрибутов. Расчет количественной информации о качестве основан на матрице ошибок. Подобные подходы к определению тематической точности предполагают наличие эталонного картографического материала, а также не учитывают тип задачи, метод ГИС-анализа и требования пользователя к набору данных. Кроме того, пространственные данные могут поступать в режиме реального времени, из разных источников,

что подчеркивает актуальность разработки метода выбора пространственных данных с учетом требований пользователя, без эталонного картографического материала.

Для принятия решения в условиях неопределенности используют различные подходы, где выбор данных основан на объективной информации о рисках, потерях и эффективности возможных стратегий. Такую задачу можно свести к игровой, построив матрицу выигрышей. Строки этой матрицы будут отображать возможные варианты стратегий (источники векторных и растровых данных), а столбцы – типы классификации объектов по текущему источнику. Чем меньше разница между строками и столбцами матрицы, тем выше достоверность источника данных [5]. Определив критерий, для сравнения множества классификационных признаков можно провести ранжирование источников по значению элемента качества. Зададим набор классификационных признаков и альтернатив.

Пусть \bar{x}_i множество альтернатив, (l_1, l_2, \dots, l_m) множество классификационных признаков, а (h_1, h_2, \dots, h_m) – вариант соотношения классификационных признаков, тогда значение «Тематическая точность» представим в виде: $\{l_j, h_j, H\} \rightarrow k_s^i$, где H – стратегия расчета показателя качества тематической точности.

Выбор стратегии зависит от целей и задач ГИС-приложения, выражаясь в состоянии классификационного признака l_j , тем самым определяя источник из множества альтернатив \bar{x}_i . Такое представление показателя качества подчеркивает то обстоятельство, что принятие решения происходит в условиях неопределенности, т.к. нет объективной информации о состоянии среды – эталонных классификационных признаков пространственных данных. Однако эта неопределенность не является абсолютной, т.к. известно множество (l_1, l_2, \dots, l_m) .

В теории игр такая задача относится к задачам «игра с природой». Отсюда \bar{x}_i – множество альтернатив игрока, а (l_1, l_2, \dots, l_m) – множество состояний среды, $F(l_j, h_j, H)$ – функция выигрыша. Для решения задачи остается выбрать наилучшую альтернативу.

Функцию, определяющую значение показателя качества «тематическая точность» можно представить в виде матрицы:

$$A = (a_{ij}), i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}, \text{ где } a_{ij} = h_m - l_m,$$

где, a_{ij} – значение выигрыша, если выбран критерий i и множество классификационных признаков j .

Элементы матрицы выражают степень надежности источника, относительно разных состояний среды. Существует несколько вариантов формирования множества классификационных признаков. Оценивая тематическую точность даже одного набора данных, можно допустить наличие эталонного картографического материала. Тогда расчет критерия качества выполняется относительно единичного состояния среды. Как правило, на практике такой материал отсутствует. В таком случае можно выбрать из множества альтернативных источников группу наиболее достоверных (по мнению эксперта – специалиста в области формирования ИО), и выполнить расчет относительно набора вариантов состояния среды. Если определить такую группу невозможно, тогда примем состояния среды за случайную величину. Именно такой подход лежит в основе расчета показателя качества.

Поиск оптимальной альтернативы – есть решение игры, где игровая задача представлена в матричной форме. Среди множества альтернатив \bar{x}_i доминирующей будет называться та, значение выигрыша которой больше остальных $a_{i,j} \geq a_{n,j}$ при всех $j = \overline{1,m}$ не зависимо от состояния среды. Таким образом, на первом этапе можно исключить часть альтернатив по принципу доминирования. Следующим этапом будет ранжирование оставшихся. Для этого нужно сформулировать стратегию, позволяющую определить критерий для сравнения множества классификационных признаков. Выбор варианта состояния среды основан на целях и задачах конкретного ГИС-приложения. Например, если рассмотреть несколько наборов данных по ЧС, то количество и местоположение кластеров по сгоревшим территориям может существенно отличаться. Использование ГИС с целью устранения очагов возгорания повышает требования к тематической точности данных. Выбор источника картографического материала будет основан на допущении максимального значения классификатора, с целью обеспечения безопасности населения и сохранения природных территорий. Однако использование ГИС для выплаты страховой компенсации потребует наиболее оптимистичного прогноза, с целью сокращения материальных затрат компании. Учесть цели и задачи ГИС можно с помощью критериев принятия решений в условиях неопределенности. Рассмотрим некоторые из них:

критерий недостаточного основания Лапласа: $L(i) = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m a_{ij}$;

критерий осторожности Вальда: $V(i) = \min_{1 \leq j \leq m} a_{ij}$, $V(i_{\max}) = \max_{1 \leq i \leq n} V(i)$,

$$\min_{1 \leq j \leq m} a_{ij} = \max_{1 \leq i \leq n} \min_{1 \leq j \leq m} a_{ij} ;$$

критерий минимального риска Сэвиджа: $S_i = \max_{1 \leq j \leq m} r_j$, $r_j = \max_{1 \leq i \leq n} (a_{ij}) - a_{ij}$,

$$S_{i(\min)} = \min_{1 \leq i \leq n} r_j .$$

На основе изложенного подхода к вычислению тематической точности картографического материала разработан метод выбора пространственных данных по показателю тематической точности, который представлен последовательностью шагов:

Этап 1. Определить вариант соотношения классификационных признаков (h_1, h_2, \dots, h_m) : случайный в интервале $[a, b]$, где $a = l_{m(\min)}$, $b = l_{m(\max)}$

$$f(h_m) = \begin{cases} 0, & h_m \leq a \\ \frac{h_m - a}{b - a}, & a \leq h_m \leq b \\ 1, & h_m \geq b \end{cases}$$

или по эталонному картографическому материалу $l_j = (h_1, h_2, \dots, h_m)$.

Этап 2. Определить стратегию расчета показателя в зависимости от целей и задач ГИС-приложения $H = \{L, S, V\}$.

Стратегия L определяет равномерный вариант соотношения классификационных признаков, а две другие наиболее неблагоприятны: в условиях максимального выигрыша – стратегия V или минимального риска – S .

Этап 3. Процедура обработки входных параметров первого и второго этапов.

Этап 4. Выбор альтернативных источников информационного обеспечения x_i , де $L_{i(\max)}, V_{i(\max)}, S_{i(\min)}$.

Завершая разработку метода выбора пространственных данных по показателю тематической точности, отметим, что он реализуется в условиях отсутствия эталонного картографического материала и дает возможность выбора стратегии расчета показателя, и позволяет учесть требования пользователя и управлять процессом оценки качества.

1. Health Datasets in Spatial Analyses: What We Want, What We Get and What We Can Use / L. Marek, J. Dvorsky, V. Pászto et al. // Proceedings of the 1st European conference of geodesy and geomatics engineering, October 8–10, 2013, Antalya, Turkey. – Antalya, 2013. – P. 240–247.

2. Devillers R. Fundamentals of Spatial Data Quality / R. Devillers, R. Jeansoulin. – London : ISTE, 2006. – 312 p.

3. Рыков Д. Н. Матрица ошибок и расчет показателей точности тематических карт [Электронный ресурс] / Д. Н. Рыков // Gis-Lab. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование Земли. – 2010. – Режим доступа : www. URL: <http://gis-lab.info/qa/error-matrix.html>.

4. ISO 19157:2013. Geographic information – Data quality. – Published 06–12–2013. – Switzerland : ISO, 2013. – 146 p.

5. Диксит А. Теория игр. Искусство стратегического мышления в бизнесе и жизни / А. Диксит, Б. Нейлбафф ; пер. с англ. Н. Яцюк. – Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2015. – 464 с.

к.т.н. доцент Бессонов А.А.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
E-mail: o.bezsonov@gmail.com

НЕЙРОУПРАВЛЕНИЕ С ПРОГНОЗИРУЮЩЕЙ МОДЕЛЬЮ

В данной работе предлагается схема прогнозирующего управления нелинейным объектом, являющаяся дальнейшим развитием схем, предложенных в работах [1, 2], и включающая эволюционирующую нейросетевую модель и контроллер, реализованный на основе генетических алгоритмов (ГА).

Ключевые слова: нейросетевое моделирование, генетический алгоритм.

Рассмотрим задачу управления нелинейным объектом в дискретном времени, описываемом уравнением

$$y(k)=f[y(k-1), \dots, y(k-m), u(k-1), \dots, u(k-n)]+\zeta(k), \quad (1)$$

где $y(k)$, $u(k)$ – выходные и управляющие сигналы соответственно; $f(\bullet)$ – неизвестная нелинейная функция; $\zeta(k)$ – помеха.

Традиционная схема управления объектом (1) с прогнозирующей моделью с предсказывающей процедурой показана на рис. 1. В текущий момент времени модель используется для предсказания влияния будущего управляющего сигнала \tilde{u} (или «манипулирующей переменной») на выходной сигнал объекта \tilde{y} . Предсказание производится на несколько шагов вперед. Учитывая будущие значения эталонного сигнала \tilde{r} и выходного сигнала \tilde{y} , будущее изменение управляющего сигнала \tilde{u} определяется с помощью оптимизационного процесса с целью уменьшения предсказанной ошибки.

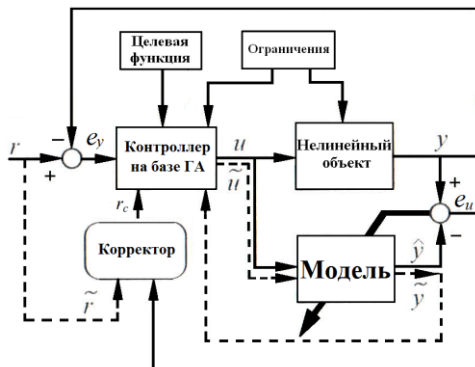


Рисунок 1 – Схема управления с прогнозирующей моделью

Принцип работы прогнозирующего контроллера заключается в следующем. На основе модели, которая предполагается известной, определяются будущие значения выходов объекта $y(k+l)$, $l = 1, 2, \dots, N_H$, где N_H - горизонт предсказания, которые зависят от его текущих состояний и будущих значений управляющих сигналов, $u(k+m)$, $m = 1, 2, \dots, N_c$, где N_c - горизонт управления и $N_c \leq N_H$. Прогнозирующий контроллер вычисляет возможные будущие значения сигналов управления таким образом, чтобы значения будущих выходных сигналов были наиболее близкими к требуемым значениям $r(k+l)$, $l = 1, 2, \dots, N_H$.

Задача управления при этом заключается в точном отслеживании эталонной траектории $r(k)$ при отсутствии значительных колебаний управляющего сигнала и с соблюдением при этом всех наложенных ограничений на диапазон управляющего сигнала, градиент управляющего сигнала и допустимый диапазон состояний процесса.

Математически цель процесса управления может быть сформулирована как минимизация некоторой целевой функции. В качестве целевой функции при прогнозирующем управлении широко используется функционал вида

$$J(N_0, N_p, N_c) = \sum_{i=N_0}^{N_p} \lambda_p(i) [y(k+i|k) - r(k+i)]^2 + \sum_{j=1}^{N_c} \lambda_c(j) [\Delta u(k+j-1)]^2, \quad (2)$$

где N_0 – начало интервала предсказания; λ_p и λ_c – некоторые весовые параметры.

Прогнозирующее нейруправление. При реализации нейросетевого прогнозирующего управления в качестве модели объекта (1) используется нейросетевая модель, для построения которой наиболее часто применяются *многослойный перцептрон* (МП) и *радиально-базисная сеть* (РБС).

То обстоятельство, что обе эти сети позволяют аппроксимировать с любой заданной точностью любую непрерывную функцию, обеспечило их широкое применение в задачах идентификации нелинейных объектов, а сочетание хороших аппроксимирующих свойств со способностью быстро обучаться позволяет использовать их для управления нелинейными динамическими объектами в реальном времени. Обе сети используют аппроксимацию нелинейного оператора объекта $f(\bullet)$ некоторой системой базисных функций, реализуемой нейронами, образующими слой сети, а задача идентификации сводится к обучению сети, заключающемся в настройке параметров нейронов на основе предъявления обучающих пар (измеряемых значений входных и соответствующих выходных переменных), путем минимизации обычно квадратичного функционала ошибки

$$J = e_u^2(k) = M \left\{ \left[\tilde{y}(k) - \hat{f}(k) \right]^2 \right\}, \quad (3)$$

где $\tilde{y}(k)$ - вектор выходных сигналов модели.

Обучение МП, содержащего несколько (чаще всего не более двух) скрытых слоев, осуществляется обычно с помощью алгоритма обратного распространения ошибки, реализация которого связана с существенными вычислительными трудностями. Более простой архитектурой обладают радиально-базисные сети (они состоят из одного слоя нейронов). Однако для их обучения также используются градиентные алгоритмы, требующие значительных вычислительных затрат, что усложняет их применение в системах управления в реальном времени. В связи с этим возникла новая область, объединяющая нейронные и эволюционные парадигмы [3], в основном направленная на объединение алгоритмов обучения с теорией эволюции (эволюция весов ИНС, архитектуры, алгоритмов обучения и активационных функций).

Использование в ЭИНС двух форм адаптации – эволюции и обучения, позволяющих изменять структуру сети, ее параметры и алгоритмы обучения без внешнего вмешательства, делает данные сети наиболее приспособленными для работы в нестационарных условиях и наличии неопределенности относительно свойств исследуемого объекта и условий его функционирования.

Подробно процесс построения моделей нелинейных объектов на основе эволюционирующих ИНС прямого распространения рассматривается в работах.

После окончания процесса обучения сеть используется для реализации алгоритма управления с предварительной коррекцией эталонной траектории.

Как и в случае идентификации, для нахождения минимума функционала (2) могут быть использованы различные рекуррентные алгоритмы, в частности, градиентные вида

$$u(k) = u(k-1) + \gamma(k)(\nabla_u e_y(k)), \quad (4)$$

где $\nabla_u e_y = \frac{\partial e_y(k)}{\partial u(k)}$; $e_y = r(k) - y(k)$; $\gamma(k) > 0$.

В связи с высокими вычислительными затратами, связанными с вычислением градиента для вычисления возможных будущих сигналов управления целесообразно использовать ГА.

Имитационное моделирование. Решалась задача идентификации замкнутого объекта, который описывался уравнением

$$y(k+1) = \frac{u(k)[\cos(y(k)) + 0.5]}{2 + y^2(k)} + \xi(k), \quad (5)$$

где $\xi(k)$ - нормально распределенная помеха с $\sigma^2 = 0.6$.

Желаемое значение выходного сигнала определялось по формуле

$$r(k+1) = 0.6 + 0.07 \sin(\pi k / 200) - 0.05 \cos(\pi k / 100). \quad (6)$$

Для идентификации объекта (5) использовалась популяция, состоящая из 150 особей. На каждом из 500 этапов эволюции каждой особи предъявлялось 5000 обучающих пар. В ходе работы алгоритма управления были оценены параметры помехи. При этом были получены следующие значения: $s_1^2 = 0.6074$, $s_2^2 = 2.128$, $\varepsilon = 0.0021$.

Результаты управления объектом приведены на рис.2. Здесь, как и в предыдущем эксперименте сплошной линией обозначен желаемый выходной сигнал, пунктирной – реальный выходной сигнал, сплошной с кружками – управляющий сигнал.

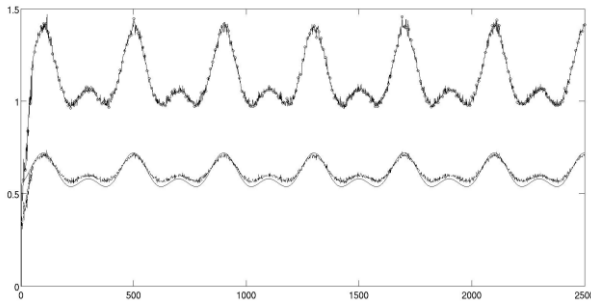


Рисунок 2 – Результаты управления объектом (5)

Как следует из результатов моделирования, рассматриваемый подход к синтезу системы прогнозирующего управления нелинейными объектами позволяет существенно ускорить процесс построения модели объекта за счет применения неградиентных процедур построения нейросетевой модели и вычисления управляющего сигнала. Результаты имитационного моделирования подтверждают эффективность применения предложенных методов для управления

одно- и многомерными нелинейными объектами в реальном времени при наличии помех измерений.

1. Qin, S. J., Badgwell, T., 2003. A survey of industrial model predictive control technology // Control Engineering Practice. - v.11. - №7. - P. 733-764.

2. Руденко О.Г., Бессонов А.А. Робастная нейроэволюционная идентификация нелинейных нестационарных объектов // Кибернетика и системный анализ. – 2014. - №1. – С. 11-20.

3. Руденко О.Г., Бессонов А.А. Идентификация нелинейных нестационарных объектов с помощью эволюционирующей радиально-базисной сети // Проблемы управления и информатики. - 2012. - № 4. - С. 5-14.

**д.т.н. профессор Борисов В.В.,
Тарасов А.О.**

**Филиал МЭИ в г. Смоленске
E-mail: tarasov.alexandar@gmail.com**

МЕТРИКА ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКОВ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

В IT-индустрии риски при разработке нового программного продукта крайне велики и достигают 50%. Для оценки рисков IT-проектов предлагается использовать «метрику взвешенного соединения».

Ключевые слова: метрика взвешенного соединения, бизнес-процесс, риск.

«Метрика взвешенного соединения» характеризует число связей между процессами в бизнес-модели IT-проекта [1–3]. Она зависит как сложности связей, так и от типов взаимосвязей между процессами. При этом она позволяет количественно описать эти взаимосвязи и оценить степень риска невыполнения как отдельных бизнес-процессов, так и всего проекта в целом.

Можно выделить три типа соединения между процессами IT-проекта: AND, OR, XOR. При этом оцениваются все пары связанных процессов в бизнес-модели в соответствии с выражением:

$$CP = \frac{\sum_{t_1, t_2 \in T} \text{connected}(t_1, t_2)}{|T| * (|T| - 1)}$$

$$\text{где } \text{connected}(t_1, t_2) = \begin{cases} 1 & , \text{если } (t_1 \rightarrow t_2) \cap (t_1 \neq t_2) \\ 1 & , \text{если } (t_1 \rightarrow \text{AND} \rightarrow t_2) \cap (t_1 \neq t_2) \\ \frac{1}{(2^m-1) \cdot (2^n-1)} + \frac{(2^m-1) \cdot (2^n-1) - 1}{(2^m-1) \cdot (2^n-1)} * \frac{1}{m \cdot n} & , \text{если } (t_1 \rightarrow \text{OR} \rightarrow t_2) \cap (t_1 \neq t_2) \\ \frac{1}{m \cdot n} & , \text{если } (t_1 \rightarrow \text{XOR} \rightarrow t_2) \cap (t_1 \neq t_2) \\ 0 & , \text{если } (t_1 = t_2) \end{cases}$$

t_2 , t_1 – деятельности, m – количество входящих дуг в соединение, n – количество исходящих дуг из соединения.

Каждая «ветка» между двумя процессами оценивается весом в соответствии с типом соединения. Этот вес характеризуется степенью возможности выполнения данной «ветви» процесса в соответствии со следующими правилами:

- AND – самая сильная связь (см. рис. 1, а). После того, как процесс А будет выполнен, всегда будут выполнены процессы В и С;
- XOR – самая слабая связь, потому что в любом случае будет выполнена только одна «ветвь». Поэтому возможность следования по определённой ветке равна $\frac{1}{m \cdot n}$, где m – количество входящих дуг в соединение, а n – количество дуг исходящих из соединения (см. рис. 1, с).
- OR будет иметь вес между AND и XOR, так как заранее неизвестно, сколько «ветвей» будет выполнено (см. рис. 1, б). В этом случае с вес считается в соответствии с выражением $(2^m - 1) \cdot (2^n - 1)$ комбинаций «ветвей», которые могут выполняться.

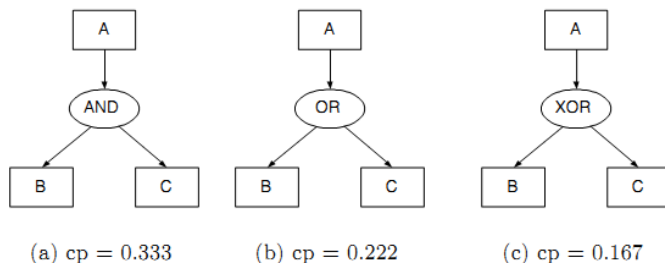


Рисунок 1 – Примеры оценки рисков бизнес-процессов ИТ-проекта

Для реализации данной метрики необходимо построить бизнес-процесс разработки ИТ-проекта. Предлагается использовать нотацию ARIS eEPC. Нотация eEPC в полном объеме сможет отразить бизнес-процесс разработки ПО.

Таким образом, рассмотренная метрика помогает количественно оценить бизнес-процессы компании при разработке IT-проекта. На основе полученной оценки можно оценивать степень воздействия рисков на разработку проекта.

1. Reijers, H.A., and Vanderfeesten, I. Cohesion and Coupling Metrics for Workflow Process Design. In: Desel, J., Pernici, B., and Weske, M., editors, Business Process Management (BPM 2004), Lecture Notes in Computer Science, volume 3080, pages 290-305, Springer-Verlag Berlin, 2004.

2. Cardoso, J., Mendling, J., Neumann, G., and Reijers, H.A. A discourse on complexity of process models. In: Eder, J., Dustdar, S., et al, editors, BPM 2006 workshops, Lecture Notes in Computer Science 4103, Springer-Verlag Berlin, pp 115-126, 2006.

3. Conte, S.D., Dunsmore, H.E., and Shen, V.Y. Software Engineering Metrics and models. Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 1986.

**к.э.н. доцент Булыгина О.В.,
к.э.н. доцент Максимкин М.В.,
аспирант Селявский Ю.В.
Филиал МЭИ в г. Смоленске
e-mail: baguzova_ov@mail.ru**

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ СЛОЖНЫХ СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта
РФФИ №14-01-00690-а*

Приведена концептуальная модель диагностики сложного социально-экономического объекта и его внешнего окружения, основанная на применении нечетких гибридных сетей и разработанного аппарата нечетких пирамидальных сетей, а также предложен подход к прогнозированию состояния таких объектов с учетом принципов системной динамики.

Ключевые слова: диагностика состояния объектов, социально-экономические объекты, внутренняя и внешняя среда, растущие пирамидальные сети, нечеткая логика, системная динамика.

Как показывают последние исследования, сегодня наблюдается интенсивное увеличение количества элементов социально-экономической системы, действующих в условиях нестабильности

окружающей среды, и усложнение характера их взаимодействия, которое приводит к необходимости математической формализации процессов функционирования непосредственно самой системы с целью повышения эффективности их управления. Как представляется, данная научная задача должна решаться путем разработки математического аппарата и программного инструментария диагностики их состояния с учетом наличия сложно идентифицируемых межфакторных связей и трудно прогнозируемой динамики входных и выходных переменных.

В настоящее время для диагностики состояния сложных открытых систем и моделирования их функционирования и взаимодействия с внешней средой используются методы интеллектуального анализа, среди которых наибольшее распространение получили логико-лингвистические модели, естественным образом описывающие логические связи между их элементами. В статье [1] проанализированы особенности проведения диагностики сложных систем и рассмотрены применяемые для решения данной задачи сетевые методы, среди которых перспективным направлением представлены пирамидальные сети, позволяющие эффективно обрабатывать слабоструктурированные данные, которыми зачастую описывается функционирование сложных социально-экономических систем и их внешнее окружение.

С учетом выявленных особенностей в данной статье предлагается принципиально новый подход к процессу диагностики состояния сложной системы, основанный на анализе ее структурных компонентов, характеристик поведения и неконтролируемого влияния внешней среды с помощью иерархических моделей, построенных на аппарате растущих пирамидальных сетей, модифицированном путем введения элементов нечеткой логики и системной динамики.

В основе разработанной модели лежит проведение оценки состояния различных составляющих внутренней и внешней среды социально-экономического объекта, осуществляемой с использованием нечетких пирамидальных сетей. В общем, пирамидальная сеть представляет собой ациклический ориентированный граф, который состоит из рецепторов (свойства и характеристики элементов рассматриваемого социально-экономического объекта и внешней среды) и концепторов (возможные благоприятные или негативные состояния составляющих объекта и внешней среды) [2]. Алгоритм построения пирамидальной сети, применяемой для диагностики состояния социально-экономического объекта, включает следующие этапы:

1. Формирование набора рецепторов – входных данных (результаты различных исследований объекта и внешней среды) и исходов – результатов диагностики (конечные состояния).
2. Определение для каждого исхода набора характерных рецепторов, связанных с ним восходящими дугами.

3. Построение начальной пирамидальной сети осуществляется в соответствии со следующим правилом. Если существует множество рецепторов (не менее двух вершин), между которыми наблюдается высокая взаимосвязь, то добавляется новый концептор, который входящими дугами соединяется с данными рецепторами и исходящими – с ранее задействованными исходами.

4. Последующее построение пирамидальной сети в соответствии с предложенным В.П. Гладуном алгоритмом [4].

Существенной модификации также подверглись алгоритмы обучения и распознавания. Так, в исходном аппарате [4] обучение осуществляется на основе статистики и количества рецепторов, однако не учитывается сила связанности понятий. В предлагаемом алгоритме рассматривается не только сама вершина, но и ее связи в рамках супермножества (т.е. степень влияния вершины на вышестоящие концепторы). Для этого вводится два дополнительных показателя, рассчитываемых на основе результатов анализа структуры сети и имеющейся статистики с помощью нечетко-логического вывода по алгоритму Ларсена:

1) сила связи между вершинами, которая определяет возможность того, что в результате возбуждения вершины произойдет возбуждение вышестоящего концептора (задается от 0 до 1);

2) значимость вершины, определяющая степень учета вершины в процессе решения прямой задачи распознавания.

Модифицированный алгоритм распознавания заключается в трехэтапном сопоставлении предложенных показателей – кумулятивной возможности возникновения каждого исхода (конечного состояния), его суммарной значимости и числа входящих в его субмножество возбужденных рецепторов, которые рассчитываются с учетом исключения элиминирующих признаков.

Авторами предложена процедура определения возбужденных рецепторов, которые представляют собой обобщенную характеристику некоторого набора индикативно-аналитических показателей, описывающих состояние различных элементов объекта и его внешнего окружения (например, степень ресурсообеспеченности предприятия или уровень развитости информационной инфраструктуры региона). Данная процедура основана на построении нечетких гибридных ANFIS-сетей, которые осуществляют выбор одного из возможных значений интегрального показателя, т.е. решается задача классификации [3]. Например, при построении пирамидальной сети для диагностики кадрового потенциала предприятия используются рецепторы, характеризующие уровень текучести кадров (низкий / средний / высокий), который определяется на основе набора показателей.

При необходимости получения интегральной оценки состояния внутренней и внешней среды социально-экономического объекта,

полученных в результате применения нечетких пирамидальных сетей, можно использовать нечетко-логически вывод по алгоритму Мамдани, который, оперируя лингвистическими понятиями и на основе экспертных знаний, сформированных в виде продукционных правил, позволяет агрегировать наиболее значимые показатели, определяющее конкретное состояние составляющей внутренней / внешней среды.

В современных нестабильных условиях функционирования социально-экономической системы огромную роль играет своевременная разработка превентивных мероприятия для повышения эффективности деятельности хозяйствующего объекта, которая должна основываться на результатах прогнозирования его внутреннего состояния и внешнего окружения, осуществляемого на основе принципов системной динамики.

Так, прогнозирование состояния социально-экономического объекта должно осуществлять для каждой составляющей его внутренней среды с учетом воздействия некоторого комплекса элементов внешнего окружения:

$$S_{\text{int}}^i(t+1) = \bigoplus_{j=0}^n \left\{ \alpha_j \cdot f \left(S_{\text{int}}^i(t-j), \bigotimes_{l=1}^L S_{\text{ext}}^l(t-j) \right) \right\},$$

где $S_{\text{int}}^i(t+1)$ – состояние i -ой составляющей внутренней среды в $(t+1)$ -ом периоде, n – глубина прогноза, α_j – значимость данных j -ого периода, $S_{\text{ext}}^l(t-j)$ – состояние l -ой составляющей внешней среды в $(t-j)$ -ом периоде, L – количество составляющих внешней среды, влияющих на i -ую составляющую внутренней среды.

Концептуальная модель диагностики и прогнозирования состояния предприятия и его внешнего окружения представлена на рисунке 1.

Как представляется, применение предложенного подхода позволит осуществлять диагностику и прогнозирование состояния сложной системы в целом и отдельных ее компонентов, а также выявлять причины возникновения негативных сценариев развития в условиях нестабильного характера изменения экзогенных воздействий, в том числе на основе решения обратных задач, связанных с выявлением наиболее значимых факторов.

1. Багузова (Бульгина) О.В., Головинская М.В., Чичерова Е.Ю. Анализ особенностей и выбор инструментов диагностики состояния сложных социально-экономических объектов промышленности // Научное обозрение. 2014. №3. С 165-168.

2. Багузова (Бульгина) О.В., Стоянова О.В., Куксин Р.П. Модификация аппарата растущих пирамидальных сетей для диагностики инновационного потенциала металлургического предприятия // Вестник Российской академии естественных наук. 2010. № 4. С. 60-62.

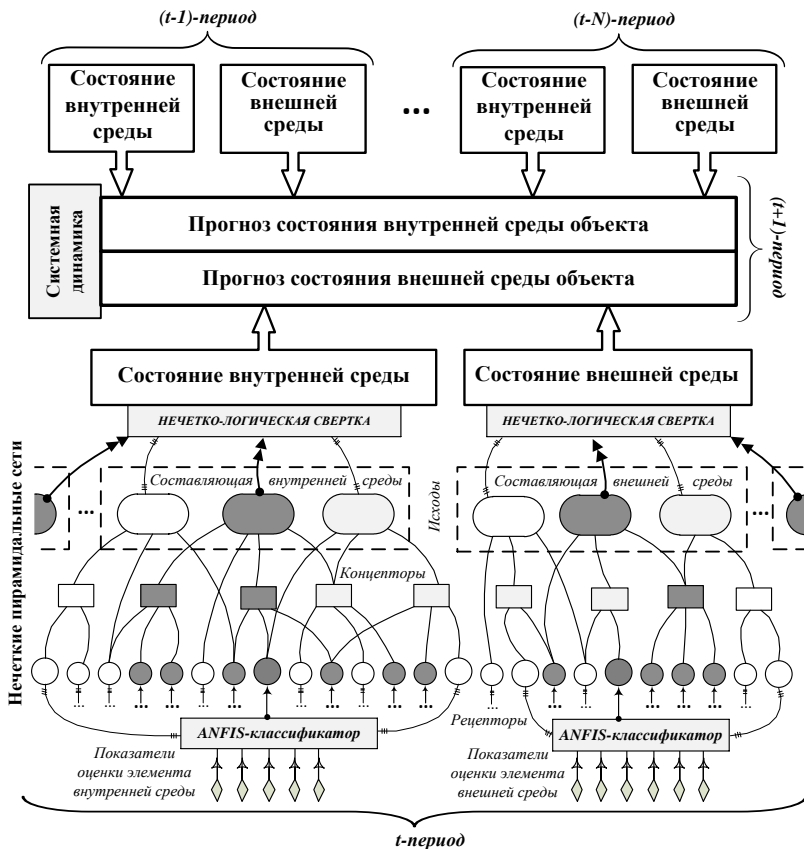


Рисунок 1 – Концептуальная модель диагностики и прогнозирования состояния предприятия и его внешнего окружения

3. Бояринов Ю.Г., Стоянова О.В., Дли М.И. Применение нейро-нечеткого метода группового учета аргументов для построения моделей социально-экономических систем // Программные продукты и системы. 2006. №3. С. 7.

4. Гладун В.П. Растущие пирамидальные сети – организация памяти интеллектуальных сетей // Штучний інтелект. 2003. №3. С. 70-77.

ОБЩАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ ОДНОРОДНОГО ТЕЛА, ОБЛАДАЮЩЕГО АНИЗОТРОПИЕЙ ОБЩЕГО ВИДА

Научная новизна. В статье дается алгоритм решения основной задачи теории упругости для однородного тела, обладающего анизотропией общего вида с использованием краевых задач Гильберта для аналитических функций.

Ключевые слова. Теория упругости, анизотропное тело, краевые задачи.

Рассмотрим упругое равновесие однородного тела, ограниченного цилиндрической поверхностью (или плоскостями), обладающего анизотропией общего вида (прямолинейной или цилиндрической), под действием усилий, распределенных по поверхности, и объемных сил. Предположим, что усилия, распределенные по боковой поверхности, и объемные силы действуют в плоскостях, нормальных к образующей, и не меняются по длине. Кроме того, на торцах цилиндра конечной или полубесконечной длины действуют усилия, приводящие к изгибающим, скручивающим моментам и осевым (продольным) силам. Будем также считать, что начальные напряжения отсутствуют.

По поводу поперечного сечения предположим, что оно самого произвольного вида.

Введем декартову систему координат x, y, z . Пусть ось z параллельна

Введем функции обобщенных комплексных переменных $\Phi_k(z_k)$ ($k = 1, 2, 3$).

В случае первой основной задачи, когда заданы усилия X_n, Y_n , граничные условия на контуре поперечного сечения примут вид (см., например, [1] с.211):

$$\left. \begin{aligned} 2 \operatorname{Re} [\Phi_1 + \Phi_2 + \lambda_3 \Phi_3] &= f_1(s) - \frac{\partial F_0}{\partial x} + c_1, \\ 2 \operatorname{Re} [\mu_1 \Phi_1 + \mu_2 \Phi_2 + \mu_3 \lambda_3 \Phi_3] &= f_2(s) - \frac{\partial F_0}{\partial y} + c_2, \\ 2 \operatorname{Re} [\lambda_1 \Phi_1 + \lambda_2 \Phi_2 + \Phi_3] &= -\Psi_0 + c_3, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где

$$\left. \begin{aligned} f_1(s) &= \int_0^s \left(\mp Y_n - u \frac{\partial x}{\partial s} \right) ds, \\ f_2(s) &= \int_0^s \left(\pm X_n - u \frac{\partial y}{\partial s} \right) ds; \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

c_1, c_2, c_3 – произвольные действительные постоянные, которые можно произвольно зафиксировать на одном из контуров, ограничивающих область поперечного сечения. Верхние знаки в уравнениях (2) соответствуют внешнему контуру, нижние – контуру отверстия.

Рассматриваемая задача о равновесии тела, ограниченного цилиндрической поверхностью, сводится к определению комплексных потенциалов $\Phi_k(z_k)$ трех различных комплексных переменных $z_k = x + i y_k$ в области S поперечного сечения.

Функции $\Phi_k(z_k)$ можно рассматривать и как функции обычных комплексных переменных $z_k = x + i y_k$, где

$$x_k = x + \alpha_k y, \quad y_k = \beta_k y \quad (k = 1, 2, 3). \quad (3)$$

При этом комплексные потенциалы $\Phi_1(z_1), \Phi_2(z_2), \Phi_3(z_3)$ определены в областях S_1, S_2, S_3 соответственно, полученных из области поперечного сечения S путем аффинного преобразования. Точке A контура L области S , определяемой дугой s , должны аффинно соответствовать точки A_1, A_2, A_3 на контурах L_1, L_2, L_3 областей S_1, S_2, S_3 .

Пусть к контуру L поперечного сечения S приложены внешние усилия X_n, Y_n, X, Y (первая основная задача). Будем предполагать также, что функции $\Phi_k(z_k)$ ($k = 1, 2, 3$) аналитические в областях D_k соответственно.

Пусть функции $\omega_0(\xi), \omega_1(\xi), \omega_2(\xi)$ и $\omega_3(\xi)$ конформно отображают области S, S_1, S_2, S_3 соответственно на внутренность единичного круга D . Обозначим обратные функции через $\omega_k^{-1}(Z_k)$ ($k = 0, 1, 2, 3$). При отображении границ L, L_1, L_2, L_3 точки A, A_1, A_2, A_3 находящиеся в аффинном соответствии, перейдут в точки $\sigma, \sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ единичной окружности. Выразим $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ через переменную σ :

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \omega_1^{-1}(t_1) = \omega_1^{-1}(\lambda_1(t)) = \omega_1^{-1}(\lambda_1(\omega_0(\sigma))) = \alpha_1(\sigma), \quad t_1 \in L_1, \quad t \in L, \\ \sigma_2 &= \omega_2^{-1}(t_2) = \omega_2^{-1}(\lambda_2(t)) = \omega_2^{-1}(\lambda_2(\omega_0(\sigma))) = \alpha_2(\sigma), \quad t_2 \in L_2, \\ \sigma_3 &= \omega_3^{-1}(t_3) = \omega_3^{-1}(\lambda_3(t)) = \omega_3^{-1}(\lambda_3(\omega_0(\sigma))) = \alpha_3(\sigma), \quad t_3 \in L_3. \end{aligned} \quad (4)$$

$$\text{где } \lambda_k(z) = \frac{1}{2}(1 - \mu_k i)z + \frac{1}{2}(1 + \mu_k i)\bar{z} \quad (k = 1, 2, 3).$$

С учетом обозначений (4) краевые условия (1) примут вид:

$$\begin{aligned}
2\operatorname{Re} [\Psi_1(\alpha_1(\sigma)) + \Psi_2(\alpha_2(\sigma)) + \lambda_3\Psi_3(\alpha_3(\sigma))] &= g_1(\sigma), \quad \sigma \in \gamma \\
2\operatorname{Re} [\mu_1\Psi_1(\alpha_1(\sigma)) + \mu_2\Psi_2(\alpha_2(\sigma)) + \mu_3\lambda_3\Psi_3(\alpha_3(\sigma))] &= g_2(\sigma), \quad (5) \\
2\operatorname{Re} [\lambda_1\Psi_1(\alpha_1(\sigma)) + \lambda_2\Psi_2(\alpha_2(\sigma)) + \Psi_3(\alpha_3(\sigma))] &= g_3(\sigma).
\end{aligned}$$

Здесь $g_k(\sigma)$ ($k = 1, 2, 3$) – заданные на единичной окружности γ действительные функции,

$$\Psi_k(\xi) = \Phi_k(\omega_k(\xi)).$$

Перепишем первое краевое условие (43.6) в следующем виде

$$\Psi_1(\alpha_1(\sigma)) = -\overline{\Psi_1(\alpha_1(\sigma))} + Q_1(\sigma), \quad (6)$$

где

$$Q_1(\sigma) = g_1(\sigma) + \Psi_2(\alpha_2(\sigma)) - \overline{\Psi_2(\alpha_2(\sigma))} - \lambda_3\Psi_3(\alpha_3(\sigma)) - \overline{\lambda_3\Psi_3(\alpha_3(\sigma))}.$$

Если полагать, что $Q_1(\sigma)$ известная функция, то краевое условие (6) представляет собой задачу Гильберта относительно аналитической в точке $\alpha_1(\sigma)$ функции $\Psi_1(\xi)$. Решая ее, получим:

$$\Psi_1(\xi) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma} \frac{Q_1(\beta_1(\sigma)) d\sigma}{\sigma - \xi} - \frac{1}{4\pi i} \int_{\gamma} \frac{Q_1(\beta_1(\sigma)) d\sigma}{\sigma} + ic_1. \quad (7)$$

$\beta_1(\sigma)$ – функция обратная $\alpha_1(\sigma)$.

Воспользуемся формулами Сохоцкого-Племеля и соотношениями

$$\left. \begin{aligned}
\Psi_k(\alpha_k(\sigma)) &= \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma} \frac{\Psi_k(\alpha_k(\sigma_0)) \alpha_k'(\sigma_0) d\sigma_0}{\alpha_k(\sigma_0) - \alpha_k(\sigma)}, \quad (k=1,2,3) \\
\overline{\Psi_k(\alpha_k(\sigma))} &= -\frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma} \frac{\overline{\Psi_k(\alpha_k(\sigma_0))} \alpha_k'(\sigma_0) d\sigma_0}{\alpha_k(\sigma_0) - \alpha_k(\sigma)} + \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma} \frac{\overline{\Psi_k(\alpha_k(\sigma_0))} \alpha_k'(\sigma_0) d\sigma_0}{\alpha_k(\sigma_0)}.
\end{aligned} \right\}$$

В дальнейшем, чтобы сделать выкладки менее громоздкими, отбросим постоянные, поскольку они не будут оказывать влияния на напряженное состояние тела. Учитывая вышесказанное, преобразуем выражение (7) к следующему виду:

$$\begin{aligned}
\Psi_1(\alpha_1(\sigma)) &= -\Psi_2(\alpha_2(\sigma)) - \lambda_3\Psi_3(\alpha_3(\sigma)) + \int_{\gamma} A_2(\sigma, \sigma_0) \Psi_2(\alpha_2(\sigma_0)) d\sigma_0 + \\
&+ \int_{\gamma} A_2(\sigma, \sigma_0) \overline{\Psi_2(\alpha_2(\sigma_0))} d\sigma_0 + \int_{\gamma} A_3(\sigma, \sigma_0) \Psi_3(\alpha_3(\sigma_0)) d\sigma_0 + \\
&+ \int_{\gamma} B_3(\sigma, \sigma_0) \overline{\Psi_3(\alpha_3(\sigma_0))} d\sigma_0 + \frac{1}{2} g_1(\sigma) + \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma} \frac{g_1(\sigma_0) \alpha_1'(\sigma_0) d\sigma_0}{\alpha_1(\sigma_0) - \alpha_1(\sigma)},
\end{aligned} \quad (8)$$

где

$$A_2(\sigma, \sigma_0) = \frac{1}{2\pi i} \left[\frac{\alpha_2'(\sigma_0)}{\alpha_2(\sigma_0) - \alpha_2(\sigma)} - \frac{\alpha_1'(\sigma_0)}{\alpha_1(\sigma_0) - \alpha_1(\sigma)} \right],$$

$$A_3(\sigma, \sigma_0) = \frac{\lambda_3}{2\pi i} \left[\frac{\alpha_3'(\sigma_0)}{\alpha_3(\sigma_0) - \alpha_3(\sigma)} - \frac{\alpha_1'(\sigma_0)}{\alpha_1(\sigma_0) - \alpha_1(\sigma)} \right],$$

$$B_3(\sigma, \sigma_0) = \frac{\overline{\lambda_3}}{2\pi i} \left[\frac{\alpha_3'(\sigma_0)}{\alpha_3(\sigma_0) - \alpha_3(\sigma)} - \frac{\alpha_1'(\sigma_0)}{\alpha_1(\sigma_0) - \alpha_1(\sigma)} \right].$$

Можно показать, что в случае, если $\alpha'(\sigma) \neq 0$, $\alpha(\sigma) \in H^{(1)}(\gamma)$, функции $A_2(\sigma, \sigma_0)$ и $A_3(\sigma, \sigma_0)$ являются ядрами Фредгольма.

Подставим полученное значение для граничного значения функции $\Psi_1(\xi)$ из (8) во второе уравнение системы (5). Получим

$$(\mu_2 - \mu_1)\Psi_2(\alpha_2(\sigma)) - \overline{(\mu_2 - \mu_1)\Psi_2(\alpha_2(\sigma))} + \int_{\gamma} A_{22}(\sigma, \sigma_0)\Psi_2(\alpha_2(\sigma_0))d\sigma_0 +$$

$$+ \int_{\gamma} A_{22}(\sigma, \sigma_0)\overline{\Psi_2(\alpha_2(\sigma_0))}d\sigma_0 = Q_2(\sigma),$$
(9)

где

$$A_{22}(\sigma, \sigma_0) = -\overline{\mu_1 A_2(\sigma, \sigma_0)} \frac{1}{\sigma_0^2} + \mu_1 A_1(\sigma, \sigma_0);$$

$$Q_2(\sigma) = -\mu_1 \left[\frac{1}{2} g_1(\sigma) + \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{g_1(\sigma_0)\alpha_1'(\sigma_0)d\sigma_0}{\alpha_1(\sigma_0) - \alpha_1(\sigma)} \right] -$$

$$-\overline{\mu_1 \left[\frac{1}{2} g_1(\sigma) - \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{g_1(\sigma_0)\alpha_1'(\sigma_0)d\sigma_0}{\alpha_1(\sigma_0) - \alpha_1(\sigma)} \right]} + (\mu_1 - \mu_3)\lambda_3 \Psi_3(\alpha_3(\sigma)) + \overline{(\mu_1 - \mu_3)\lambda_3 \times}$$

$$\times \overline{\Psi_3(\alpha_3(\sigma))} - \int_{\gamma} A_{13}^0(\sigma, \sigma_0)\Psi_3(\alpha_3(\sigma_0))d\sigma_0 - \int_{\gamma} B_{13}^0(\sigma, \sigma_0)\overline{\Psi_3(\alpha_3(\sigma_0))}d\sigma_0 + g_2(\sigma);$$

$$A_{13}^0(\sigma, \sigma_0) = \mu_1 A_3(\sigma, \sigma_0) - \overline{\mu_1 A_3(\sigma, \sigma_0)} \frac{1}{\sigma_0^2};$$

$$B_{13}^0(\sigma, \sigma_0) = \mu_1 B_3(\sigma, \sigma_0) - \overline{\mu_1 B_3(\sigma, \sigma_0)} \frac{1}{\sigma_0^2}.$$

Заметим, что в выражении для функции $Q_2(\sigma)$ помимо известных функций входит граничное значение $\Psi_3(\xi)$. Считая функцию $Q_2(\sigma)$ известной, решим краевую задачу (9) как обобщенную задачу Гильберта относительно аналитической функции $\Psi_2(\xi)$ в точке $\alpha_2(\sigma)$. Обобщенную задачу Гильберта будем решать путем сведения ее к равносильному интегральному уравнению Фредгольма второго рода.

Получим

$$\Psi_2(\xi) = \frac{1}{2\pi i(\mu_2 - \mu_1)} \int_{\gamma} \frac{Q_2(\beta_2(\sigma_0))d\sigma_0}{\sigma_0 - \xi} + \int_{\gamma} R_2(\sigma_0, \xi) Q_2(\beta_2(\sigma_0))d\sigma_0, \quad (10)$$

где $\beta_2(\sigma)$ – функция обратная $\alpha_2(\sigma)$,

$$R_2(\sigma_0, \sigma) = \frac{1}{2\pi i(\mu_2 - \mu_1)} \int_{\gamma} \frac{R_2^0(\sigma_0, \sigma_1)d\sigma_1}{\sigma_1 - \xi},$$

$R_2^0(\sigma_0, \sigma_1)$ – резольвента соответствующего задаче (9) уравнения Фредгольма 2-го рода.

Воспользуемся в (10) формулами Сохоцкого-Племеля и выразим граничное значение функции $\Psi_2(\xi)$ в точке $\alpha_2(\sigma)$ через граничное значение функции $\Psi_3(\xi)$, а также через известные функции.

Рассмотрим третье краевое условие системы (5). Подставляя полученные значения для функций $\Psi_1(\alpha_1(\sigma))$ и $\Psi_2(\alpha_2(\sigma))$, получим

$$\begin{aligned} \Delta_3 \Psi_3(\alpha_3(\sigma_0)) + \overline{\Delta_3} \Psi_3(\alpha_3(\sigma_0)) + \int_{\gamma} A_{33}(\sigma, \sigma_0) \Psi_3(\alpha_3(\sigma_0)) d\sigma_0 + \\ + \int_{\gamma} B_{33}(\sigma, \sigma_0) \overline{\Psi_3(\alpha_3(\sigma_0))} d\sigma_0 = Q_3(\sigma), \end{aligned} \quad (11)$$

где $A_{33}(\sigma, \sigma_0)$, $B_{33}(\sigma, \sigma_0)$ – известные ядра Фредгольма, $Q_3(\sigma)$ – заданная функция.

$$\Delta_3 = \frac{(\lambda_1 - \lambda_2)\lambda_3(\mu_3 - \mu_1)}{\mu_2 - \mu_1} + (1 - \lambda_1\lambda_3).$$

Решая задачу (11), определим функцию $\Psi_3(\xi)$. Подставим полученное выражение в уравнение (9) и решим обобщенную задачу Гильберта относительно функции $\Psi_2(\xi)$. Подставляя краевые значения функций $\Psi_2(\xi)$ и $\Psi_3(\xi)$ в краевое условие (5), найдем функцию $\Psi_1(\xi)$.

Сформулируем полученный результат в виде теоремы.

Теорема. Решение первой основной задачи теории упругости для однородного тела, обладающего прямолинейной анизотропией, сводится к последовательному решению двух обобщенных задач Гильберта (11), (9) и одной обычной задачи Гильберта (6).

1. Лехницкий Г.С. Теория упругости анизотропного тела. – М.: Наука, 1977. – 446 с.

2. Основные задачи теории упругости тел с прямолинейной анизотропией в стохастической теории потенциала. Юденков А.В., Володченков А.М. Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. 2013. № 2 (26). С. 14-17.

3. Моделирование основных задач плоской теории упругости однородных анизотропных тел краевыми задачами со сдвигом. Володченков А.М., Юденков А.В. Обзорные прикладной и промышленной математики. 2006. № 3. С. 482.

к.т.н. доцент Гриджук Я.С.
к.т.н. доцент Джус А.П.
**Ивано-Франковский национальный технический
университет нефти и газа**
E-mail: jaroslav.gridzhuk@gmail.com andriy_dzhus@i.ua

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГАЗА НА ОТДЕЛЬНЫХ ЭТАПАХ ЕГО ТРАНСПОРТИРОВКИ

Рассмотрены особенности использования современных программных продуктов для имитационного моделирования термодинамических процессов, в нефтегазовом оборудовании. Приведены примеры моделей отдельных процессов и результаты их реализации. Предложена схема исследования теплового и напряженно-деформированного состояния емкости комбинированного типа в процессе ее эксплуатации.

Ключевые слова: имитационное моделирование, термодинамические процессы, нефтегазовое оборудование.

Введение. На сегодня в топливно-энергетическом комплексе и, в частности, в газовой промышленности сложилась ситуация, которая выдвинула проблему энергосбережения на первый план. При этом широкое использование различных технических систем, повышение важности решаемых ими задач способствуют росту требований к уровню надежности и безопасности.

Надежность – свойство технических объектов сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортировки [1]. Понятие надежности формируется такими составляющими как безотказность, долговечность, восстанавливаемость. Главным является свойство безотказности – способность объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение определенного времени. Неотъемлемым свойством является и долговечность. Однако полный учет комплекса статических и переменных нагрузок расчетными методами затруднен, что приводит к недостаточной точности определения долговечности объектов.

Анализ технологических особенностей процессов и постановка задачи. В газовой промышленности встречаются объекты, испытывающие действия не только широкого спектра циклических нагрузок, но и характеризующиеся различной продолжительностью

эксплуатации, быстротечностью повторяющихся процессов и др. Например, эксплуатация подземных хранилищ газа предусматривает периодическое их заполнение и опорожнение, что сопровождается изменением состояния газа, а соответственно и условий эксплуатации как наземного, так и скважинного оборудования. Часть наземного оборудования подлежит влиянию окружающей среды, что определяется как изменением времени года, так и времени суток.

В подобных условиях происходит эксплуатация оборудования для транспортировки газа в сжатом состоянии по технологии CNG. Емкости для транспортировки газа, как и подземные хранилища, подлежат периодическому заполнению и опорожнению. При заполнении из источника газа давление в емкостях постепенно возрастает от давления пустых емкостей до рабочего давления. Процесс, как правило, проходит в два этапа. На первом этапе он протекает под давлением источника газа, а на втором – с использованием компрессоров. Опорожнение предусматривает истечение газа из емкостей в газовую магистраль. На первом этапе процесс протекает под давлением газа в емкости, а второй также требует введения в действие компрессоров.

Рассматривая подземное хранилище газа как емкость неограниченных размеров, процесс заполнения и опорожнения в обоих случаях можно рассматривать как перетекание газа из одной емкости в другую. Однако быстротечность процессов различна. В любом случае подробного внимания требуют отдельные присущие только определенному процессу особенности. При транспортировке газа в сжатом состоянии процесс заполнения и опорожнения может проходить довольно быстро, вызывая резкое изменение температуры газа и соответственно емкостей и элементов обвязки. При опорожнении подземных хранилищ отбор газа может осуществляться высокими темпами и вызывать колебания скважинных и наземных трубопроводов. При таких условиях вопрос надежности оборудования в каждом случае выходит на первый план. С целью определения расчетным методом долговечности его элементов, целесообразно использование имитационного моделирования.

Обоснование использования имитационного моделирования.

В общем укрупненно моделирование можно разделить на математическое и физическое. Математическое моделирование, в свою очередь, – на аналитическое и имитационное. Имитационное моделирование – это программное воспроизведение функционирования системы благодаря воссозданию функций или моделей элементов и связей. Имитационное моделирование базируется на математическом методе статистических испытаний, который моделирует и исследует на компьютере модель процесса функционирования объекта с образованием случайных процессов или случайных воздействий.

В настоящее время существует общепринятая тенденция, согласно которой исследования динамики механических систем может быть выполнено путем компьютерного моделирования [2, 3, 4, 5]. Но в отличие, например, от расчета на прочность методом конечных элементов, который давно вошел в практику инженеров-исследователей, динамические расчеты оборудования для транспортировки газа с использованием специализированного программного обеспечения в настоящее время в результате многих причин еще не стали необходимым атрибутом инженерного анализа.

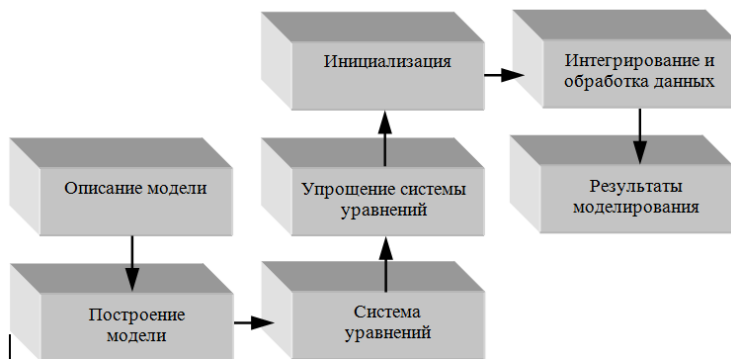


Рисунок 1 – Блок-схема имитационного моделирования в пакете MapleSim

Для моделирования динамических и управляемых систем в последнее время начали широко использовать специализированный пакет Simulink, входящий в состав автоматизированной системы Maple [6]. Программный продукт MapleSim позволяет существенно сокращать сроки проектирования и повышать качество разработки моделей механических систем и моделирования процессов, происходящих в этих системах. Так, в традиционном подходе для моделирования колебательных процессов [7], который использовался до недавнего времени, сначала создавалась математическая модель (как правило, в виде структурной схемы), а в дальнейшем – программная реализация данной модели на одном из универсальных языков программирования [5]. При этом неизбежно возникало дублирование описания элементов механической системы и связей между ними. В пакете MapleSim принципиально изменен характер требований к математическому обеспечению: для управления всем ходом вычислительного процесса разработаны графические модули, которые используются для построения моделей отдельных частей механической системы (рисунок 1). Так, моделирование динамики бурильной колонны, как механической системы с многими степенями

свободы с помощью пакета MapleSim раскрыло широкие возможности данного программного обеспечения [8].

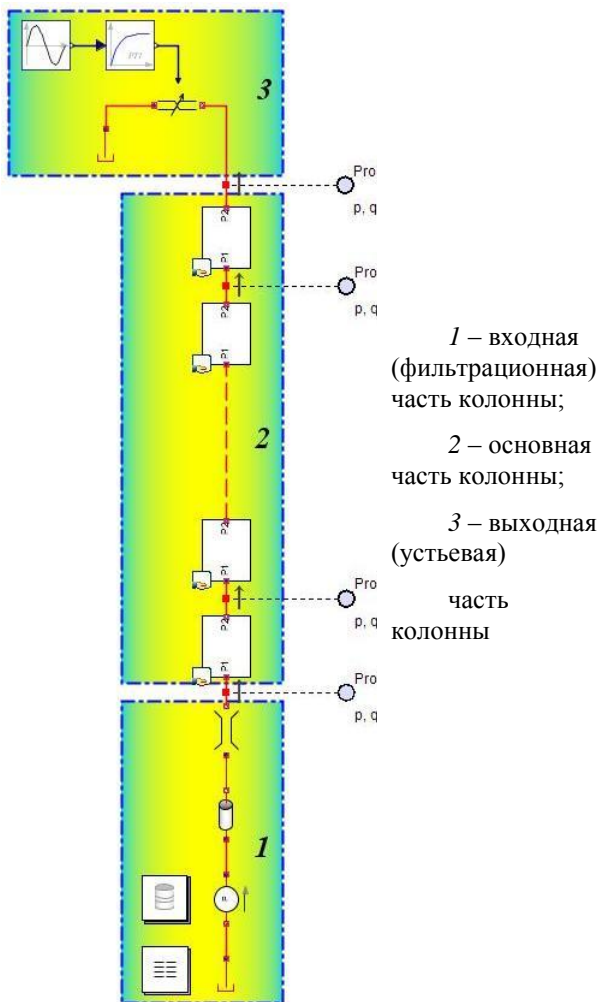


Рисунок 2 – Имитационная модель колонны НКТ, созданная в пакете MapleSim

Возвращаясь к особенностям эксплуатации оборудования на скважинах подземных хранилищ газа, необходимо отметить, что из-за непостоянства технологических процессов, и в частности отбора газа с большими скоростями, вопросы поведения колонны НКТ требует детальных исследований. Для удобства их проведения колонну НКТ смоделировано в виде входной, основной и выходной частей (рисунок 2). Для входной части указываются действующие внутри

хранилища давление и температура газа. В основной части колонны каждая НКТ подается в виде цилиндра, заполненного газом. Для устьевой части задаются необходимые параметры отбора или закачки газа. После этого на построенной модели НКТ указываются сечения, в которых необходимо определить термодинамические параметры и производится комплексный расчет.

Для примера на рисунке 3 приведены результаты исследований, характеризующие изменение параметров состояния газа в начальный момент его отбора на скважине подземного хранилища.

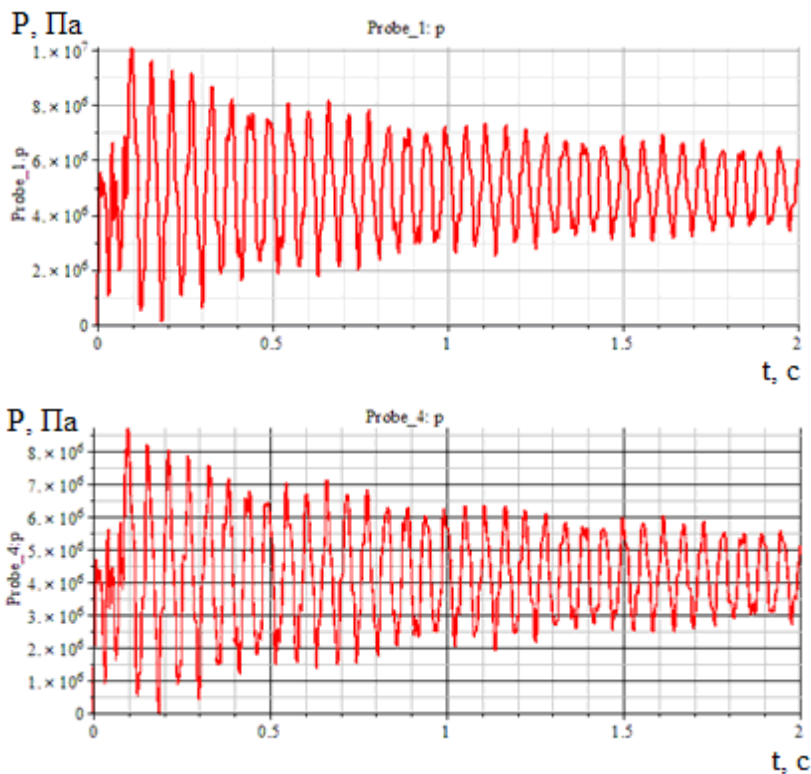


Рисунок 3 – Изменение давления газа в сечениях колонны НКТ в начальный момент его отбора

При реализации транспортной технологии CNG важной проблемой, связанной с функционированием грузовой системы, есть проблема оптимизации режима процесса заполнения и опорожнения емкостей.

По результатам теоретических и экспериментальных исследований процесса заполнения емкостей установлено, что уменьшение температуры газа в результате резкого его расширение

присутствует в начальный непродолжительное момент времени и подтверждается обледенением запорной арматуры в ходе экспериментальных исследований. Общее влияние уменьшения температуры газа является таким, который не приводит к уменьшению температуры стенки. При дальнейшем заполнении емкостей температура газа и, соответственно, их стенок растет. Рост определяется, в основном, значением начального давления в емкости [9].

Процесс истечения газа из емкости ограниченных размеров любой конструкции сопровождается ее охлаждением. Уровень понижения температуры зависит от скорости процесса. При малых скоростях благодаря теплопроводности стенок и их теплообмена с окружающей средой понижение температуры может быть довольно незначительным. Однако при скоростях, сопровождающихся критическим истечением газа, понижение температуры может составлять 60°C [10]. Тогда в зимний период при отрицательных температурах окружающей среды, а соответственно емкости и газа в ней, конечная температура при истечении газа из емкости может выходить за пределы диапазона ее рабочих температур. При этом также нужно обратить внимание на тот факт, что самой низкой температура будет при максимальном понижении давления газа в емкости. При таких условиях определяющим фактором в формировании напряженно-деформированного состояния емкости комбинированного типа является температурная нагрузка. Максимальное снижение температуры стальной оболочки при минимальном значении внутреннего давления может привести к отслоению элементов комбинированной конструкции [11]. Наличие зазора между элементами конструкции и попадания влаги на поверхность стальной оболочки предопределять ее коррозионное повреждение. Этот факт требует дополнительного внимания при проектировании и эксплуатации емкостей комбинированного типа, предназначенных для монтажа на морских транспортных средствах.

Для упрощения процесса проектирования и предупреждения нежелательных ситуаций при эксплуатации целесообразно использование имитационного моделирования поведения емкостей комбинированного типа во время их заполнения и опорожнения. Отдельные результаты предыдущих исследований процессов освещены в [9, 12]. Однако они дают ответ только на вопросы изменения параметров газа в ходе процессов. Для получения полной картины состояния оборудования в ходе процессов необходима разработка полной модели.

На рисунке 4 представлена структура модели поведения емкостей комбинированного типа, где $P_{гн}, P_{гк}$ – начальное и конечное давление газа в емкости, $T_{гн}$ – начальная температура газа в емкости, V_e – объем емкости, d_m – диаметр соединительного трубопровода,

Q_k – производительность компрессора, D_e – диаметр емкости, S_M – толщина металлической оболочки; S_K – толщина композитного усиления, k_K, k_M – коэффициенты теплопроводности, α_K, α_M – коэффициенты теплового расширения, E_K, E_M – модули упругости.

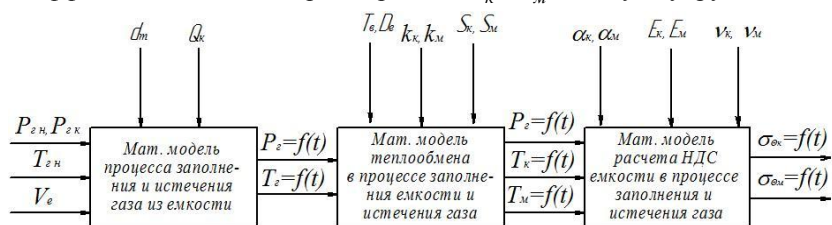


Рисунок 4 – Структура модели исследования теплового и напряженно-деформированного состояния (НДС) емкости комбинированного типа

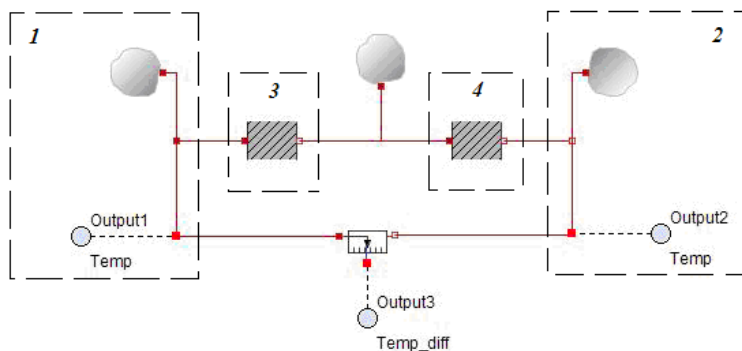


Рисунок 5 – Имитационная модель процесса теплообмена, созданная в пакете MapleSim. 1 – газ в емкости; 2 – окружающая среда; 3 – стенка стального баллона; 4 – слой композитного усиления

На предыдущем этапе исследований [9, 12] получено характер изменения давления и температуры газа в процессе заполнения и истечения газа из емкостей без композитного усиления. В последующем, для стального баллона с композитным усилением, проведены исследования процесса теплообмена с помощью программного продукта MapleSim (рисунок 5).

Для условий быстрого заполнения баллона с поднятием температуры газа до 353 К результаты имитационного моделирования дальнейшего процесса теплообмена приведены на рисунке 6.

Для воспроизведения совокупности процессов (рисунок 4) необходимо наличие связей между отдельными моделями и возможности решения прямых и обратных задач.

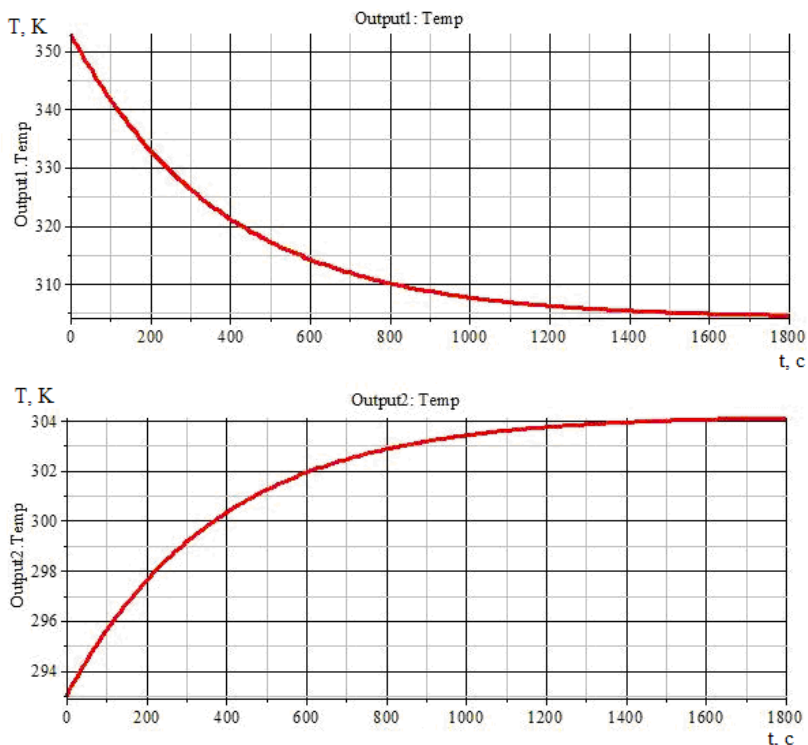


Рисунок 6 – Результаты имитационного моделирования процесса теплообмена

Еще одним путем реализации имитационного моделирования процессов является использование среды Matlab / Simulink. Разработка и реализация в системе Matlab / Simulink новых алгоритмов, повышающих эффективность процесса моделирования на всех его этапах: ввод и предварительная обработка данных, синтез уравнений движения, их численное решение и последующий анализ, позволили воплотить в системе Matlab / Simulink два основных принципа, что лежат в основе идеологии комплекса. Это принципы универсальности и многоуровневой оптимизации.

Для исследования динамики в том числе и колонны насосно-компрессорных труб можно выделить два подхода, позволяющие связать механическую систему, созданную в программном комплексе "Universal Mechanism", с моделью системы управления, построенной в среде Matlab / Simulink. Остановимся подробнее на особенностях каждого из предлагаемых вариантов моделирования.

Моделирование с использованием инструмента Matlab Import (рисунок 7) предполагает, что модель системы управления, созданная в среде Matlab / Simulink, сначала компилируется в динамическую

библиотеку (DLL), а затем уже эта библиотека средствами программного комплекса "Universal Mechanism" подключается к модели механической части. Процедура подключения динамической библиотеки производится с помощью Мастера связи с внешними библиотеками программного комплекса "Universal Mechanism". Непосредственно моделирование динамики управляемого движения происходит в программном комплексе "Universal Mechanism".

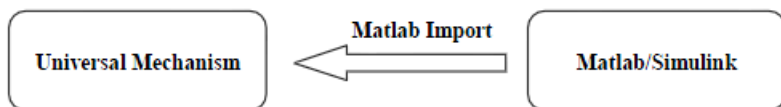


Рисунок 7 – Моделирование с использованием инструмента Matlab Import

Другой вариант моделирования предполагает, что в модель системы управления Matlab / Simulink (рисунок 8) включается отдельный блок (в терминах Matlab – это S-функция), который представляет собой модель механической системы программного комплекса "Universal Mechanism". Мастер экспорта в Matlab / Simulink формирует m-файл и все необходимые вспомогательные файлы для работы UM-модели.

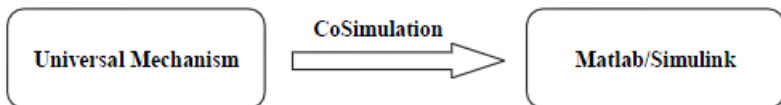


Рисунок 8 – Моделирование с использованием инструмента CoSimulation

На рисунке 7 и 8 показаны пути экспорта / импорта моделей и приложение, в котором будет выполняться моделирование сложной модели, включающей UM-модель и модель Matlab / Simulink. Поток данных в процессе численного моделирования уравнений движения в любом случае происходит в двух направлениях.

Выводы. Использование имитационного моделирования для исследования напряженно-деформированного состояния нефтегазового оборудования с учетом особенностей протекания термодинамических процессов путем решения прямых и обратных задач, создает возможность более полного учета комплекса статических и переменных напряжений и, как следствие, повышения точности определения долговечности его элементов.

Последующие исследования будут направлены на обоснование выбора оптимальных режимов протекания термодинамических процессов и условий эксплуатации нефтегазового оборудования при транспортировке и хранении газа.

1. Надёжность [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Надёжность>.

2. Андреев Ю.М. Розробка аналітичних комп'ютерних методів аналізу та синтезу динаміки машин. дис... докт. техн. наук 05.02.09 / Андреев Ю.М. – Харків, 2008. – 236с.

3. Советов В.Я. Моделирование систем: Практикум / В.Я. Советов. – М.: Высшая школа, 2003. – 295с.

4. Поршнев С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB / С.В. Поршнев. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 592с.

5. Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование / Ю.И. Рыжиков. – М.: Логос, 2003. – 357с.

6. Redfern M., Betounes D. Mathematical Computing: An Introduction in Programming Using Maple.- Hattiesburg: Springer-Verlag, 2002, 420 pp.

7. Аладьев В.З. Программирование и разработка приложений в Maple / В.З. Аладьев, В.К. Бойко, Е.А. Ровба. – Гродно: Таллинн 2007. – 459с.

8. Гриджук Я.С. Моделювання поздовжніх коливань бурильної колони в середовищі MapleSim / Я.С. Гриджук // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні: Х Міжнародна науково-технічна конференція "вїбрації в техніці та технологїях", 11-13 жовтня 2011р.: Укр. міжвід. наук.-тех. зб. – Львів, 2011. – №45 – С. 31-37.

9. Джус А. П. Використання імітаційного моделювання для дослідження процесів заповнення суден CNG / А. П. Джус, О. М. Сусак, Л. Є. Шкіца // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Том 2, № 3(68). – С. 4-9.

10. Курбатов Е. С. Газодинамика процесса истечения из резервуаров со сжатыми газами / Е. С. Курбатов // Молодой ученый. – 2014. – №8. – С. 49-51.

11. Джус А. П. Особливості використання комбінованих ємностей для транспортування стисненого природного газу (CNG) морськими акваторіями / А. П. Джус // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2015. – №1(54). – С. 34-40.

12. Джус А. П. Забезпечення процесів завантаження і розвантаження морських транспортних засобів при транспортуванні стиснутого природного газу / А. П. Джус, Я. С. Гриджук // Технологический аудит и резервы производства – 2015. – № 2/1(22). – С. 64-69.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Произведен анализ алгоритмов выделения и идентификации лиц на изображениях, исследована возможность применения рассмотренных алгоритмов для распознавания ситуации и решения задачи классификации различных групп лиц.

Ключевые слова: алгоритм Виолы-Джонса, LBP, МГК, метод Фишера, идентификация лиц, распознавание лиц.

Распознавание лиц является одной из самых изученных задач в таких областях как цифровая обработка изображений, компьютерное зрение, биометрия, организация видеоконференций, создание интеллектуальных систем безопасности и контроля доступа и т.п. Процесс распознавания лиц обычно состоит из двух этапов: поиск области лица на изображении и сравнение найденного лица с лицами, находящимися в базе данных. Несколько найденных лиц на изображении позволяют распознать ситуацию (например, принадлежность к определенной студенческой группе).

В настоящее время метод Виолы-Джонса является самым популярным методом для поиска области лица на изображении из-за его высокой скорости и эффективности.

Следует отметить, что этот детектор обладает крайне низкой вероятностью ложного обнаружения лица. Метод хорошо работает и обнаруживает черты лица даже при наблюдении объекта под небольшим углом, примерно до 30° [1]. При угле наклона больше 30° вероятность обнаружения лица резко падает. Указанная особенность метода не позволяет в стандартной реализации детектировать лицо человека, повернутое под произвольным углом, что в значительной мере затрудняет или делает невозможным использование алгоритма в современных производственных системах с учетом их растущих потребностей.

В данном методе для того, чтобы рассчитать яркость прямоугольного участка изображения, используют интегральное представление. Интегральное представление изображения представляет собой матрицу, совпадающую по размерам с исходным изображением. В каждом ее элементе хранится сумма интенсивностей

всех пикселей, находящихся левее и выше данного элемента. Элементы матрицы рассчитываются по следующей формуле[1]:

$$I(x, y) = \sum_{x_1 \leq x, y_1 \leq y} i(x_1, y_1),$$

где $I(x, y)$ – значение точки (x, y) интегрального изображения; $i(x, y)$ – значение интенсивности исходного изображения. На основе применения интегрального представления изображения вычисление признаков одинакового вида, но с разными геометрическими параметрами, происходит за одинаковое время.

С точки зрения необходимости использования достаточно простых алгоритмов получения признаков, перспективным является использование Хаарподобных характеристик, представляющих собой результат сравнения яркостей в двух прямоугольных областях изображения.

В стандартном методе Виолы–Джонса используются прямоугольные признаки, рисунок 1. Эти признаки называются примитивами Хаара.

При работе с ними происходит следующее: в сканирующем окне алгоритм использует один из примитивов, накладывая его на изображение окна, затем считает сумму значение пикселей каждой области функции Хаара:

$$F = U - V,$$

где U – сумма значений яркостей точек, закрываемых светлой частью признака, а V – сумма значений яркостей точек, закрываемых темной частью признака[2].

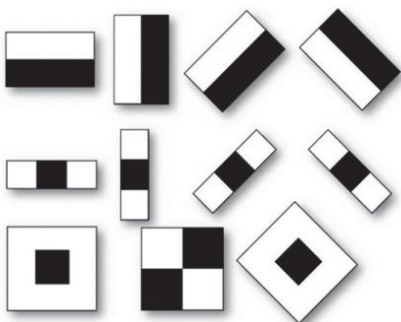


Рисунок 1 – Примитивы признаков Хаара

После чего получается обобщенная характеристика части изображения.

Метод Виолы–Джонса использует в своем составе алгоритм Бустинга.

Бустинг – комплекс методов, способствующих повышению точности аналитических моделей. Бустинг (boosting) означает дословно «усиление» «слабых» моделей – это процедура последовательного построения композиции алгоритмов машинного обучения, когда

каждый следующий алгоритм стремится компенсировать недостатки композиции всех предыдущих алгоритмов[2].

Таким образом, сложный классификатор представляет собой совокупность фильтров, каждый из которых обладает набором признаков лица. Изображение сканирующего окна последовательно проходит каждый из фильтров, если хотя бы один фильтр определит: «Рассматриваемое изображение – предположительно не лицо», то в этом случае сложный алгоритм определяет рассматриваемую область как не лицо и переходит к следующей итерации.

Другим алгоритмом поиска лиц на изображении является LBP [3] (Local Binary Patterns) для каждого проверяемого пикселя изображения в 8-связной области сравнивает яркость пикселя из области с проверяемым пикселем. В случае, если первое значение больше - пикселю области присваивается значение «1», в противном - «0». 8-битное число, получаемое обходом пикселей по часовой стрелке, называется Binary Pattern, и используется для сравнения со значениями в классификаторе. Из этих данных не составляет труда построить гистограмму и сравнивать текстуры по гистограммам LBP.

Для сравнения этих алгоритмов были выбраны 20 изображений, на которых находятся 50 лиц. Результаты представлены в таблице 1. Из таблицы видно, что алгоритм Виолы-Джонса обладает лучшей способностью выделения лиц, но большей вероятностью ложного срабатывания, пример которого представлен на рисунке 2.

Таблица 1 – Сравнение алгоритмов выделения лиц

Алгоритм	Распознано, %	Не распознано, %	Ложное срабатывание, %
LBP	77	23	0,06
Виола-Джонс	91,4	8,6	38

После того, как лицо выделено, необходимо его сравнить с имеющимися лицами в базе данных. Такое сравнение может осуществляться с использованием метода главных компонент(МГК) или методом Фишера.

Метод главных компонент (Principal Component Analysis, PCA)– один из наиболее распространенных методов для уменьшения размерности данных, потери наименьшего количества информации. Он заключается в линейном ортогональном преобразовании входного вектора P размерности N в выходной вектор Q размерности M, $M < N$. Компоненты вектора Q являются некоррелированными, и общая дисперсия после преобразования остаётся неизменной [1].

Главная идея МГК состоит в представлении изображений лиц людей в виде набора главных компонент изображений, называемых «собственные лица» (Eigenfaces). Собственные лица имеют полезное

свойство, заключающееся в том, что изображение, соответствующее каждому такому вектору имеет лицеподобную форму, рисунке 3. Вычисление главных компонент сводится к вычислению собственных векторов и собственных значений ковариационной матрицы, которая рассчитывается из изображения.



Рисунок 2 – Распознанные лица и ложные срабатывания алгоритма Виолы-Джонса

Сумма главных компонент, умноженных на соответствующие собственные вектора, является реконструкцией изображения.



Рисунок 3 – Пример изображений собственных векторов

При решении задачи классификации, когда признаки принадлежат различным классам (например, посчитаны на изображениях лиц различных людей), МГК не использует информацию о принадлежности признака к определенному классу. Метод нахождения линейного подпространства признаков, в котором лучше разделяются заданные классы, был предложен Фишером[5]. Позже, его подход был распространен на случай многих классов, и в настоящий момент носит название ЛДА Фишера. Принципиальное отличие ЛДА от МГК – это использование классовой информации для нахождения оптимальной проекции признаков, повышении разделимости классов.

Таким образом, МГК выбирает проекцию пространства изображений на пространство признаков таким образом, чтобы минимизировать внутриклассовое и максимизировать межклассовое

расстояние в пространстве признаков. В этих методах предполагается, что классы линейно разделимы.

Для сравнения алгоритмов идентификации были выбраны 10 лиц по 2 изображения на каждое лицо, затем произведено тестирование на других 20 изображениях (около 50 лиц). Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Сравнение алгоритмов идентификации лиц

Алгоритм	Распознано, %	Не распознано, %
Метод Фишера	67	33
Метод собственных лиц	72	28

Из представленных таблиц видно, что вероятность правильного распознавания лиц на изображении ниже, чем его выделения, поскольку сказываются различные условия освещения, повороты головы.

В результате анализа алгоритмов выделения и идентификации лиц на изображениях можно сделать вывод, что для решения подобных задач необходима комбинация различных алгоритмов. Кроме того, для применения этой комбинации необходима предобработка изображений и приведение их к одинаковому формату и размеру. Также можно отметить, что рассмотренные алгоритмы могут быть применены для распознавания ситуации и решения задачи классификации различных групп лиц.

1. Буй Тхи Тху Чанг, Фан Нгок Хоанг, Спицын В.Г. Распознавание лиц на основе применения метода Виолы–Джонса, вейвлет-преобразования и метода главных компонент// Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 320. – № 5. – С. 54–59.

2. Воробьева К.О. Распознавание лиц и глаз на фотографии//Электронный молодежный научно-технический вестник. – 2013. №7.

3. Local Binary Pattern/Wikipedia. URL. http://en.wikipedia.org/wiki/Local_binary_patterns (дата обращения: 04.02.2015)

4. Гистограмма направленных градиентов /Wikipedia. URL. https://ru.wikipedia.org/wiki/Гистограмма_направленных_градиентов (дата обращения: 04.02.2015)

5. Тимошенко Д.М. Методы автоматической идентификации личности по изображениям лиц, полученным в неконтролируемых условиях: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Тимошенко Д.М.;СПбГУ. Санкт-Петербург, 2014. – 140 с.

**д.в.н. профессор Зернов М.И.,
аспирант Козлов П.Ю.
Филиал МЭИ в г. Смоленске
E-mail:originaldod@gmail.com**

УВЕЛИЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ ВЕСОВОГО АЛГОРИТМА СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТЕКСТОВ

В докладе представлены данные предварительных исследований точности частотного и весового алгоритмов автоматической классификации текстовых документов, написанных на естественном языке. А также представлены данные увеличения точности весового алгоритма, используя предлагаемый алгоритм обучения.

Ключевые слова: классификация, текстовый, документ, весовой, частотный, алгоритм.

На сегодняшний день в условиях быстрого развития интернета и сетей коммуникации есть сильная необходимость в системах автоматической обработки текстовой информации (АОТ). Для сложных синтаксических и семантических систем анализа, существует необходимость, на начальных этапах обработки, определения предметной области документов, иначе, как показано на рисунке 1, невозможно будет привлечь специальные знания по конкретной предметной области для машинного понимания текстов.

На рисунке 1 приведена функциональная схема системы автоматической обработки текстов [3].

Данный функционал может быть полезен для поисковых информационно-новостных систем и других.

Для определения предметной области чаще всего используется статистические и частотные алгоритмы. При обработке коротких документов у данных алгоритмов возникают проблемы – частота использования слов не превышает установленный порог при обучении, что не позволяет верно определить предметную область документа.

Если возникает необходимость в анализе подобных документов, предлагается использовать алгоритм, основанный на использовании весовых коэффициентов слов.

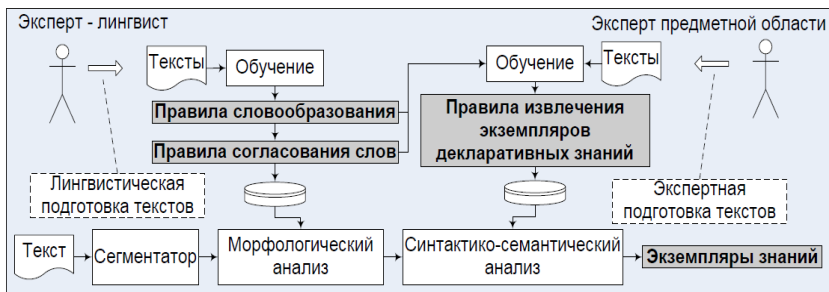


Рисунок 1 – Функционирование системы автоматической обработки текстов

Идея данного алгоритма состоит в следующем:

1. анализируя обучающую выборку документов, записываем слова в базу знаний и присваиваем им равные весовые коэффициенты;
2. при обучении алгоритма весовые коэффициенты изменяются в зависимости от уникальности слова в контексте данной предметной области.

Проведем эксперимент, где частотный алгоритм и весовой обучим на одинаковом наборе документов для семи предметных областей. Каждой предметной области соответствует девять текстовых документов, написанных на естественном языке. Далее проведем анализ девяти документов для каждой предметной области и подведем итоги.

Обучение весового алгоритма заключается в том, что все слова делятся на три группы: уникальные, неуникальные и общие.

Уникальные слова являются самыми важными для нас, т.к. они встречаются только в данной предметной области и должны иметь наибольший весовой коэффициент среди всех остальных.

Неуникальные слова могут встречаться и в других предметных областях, но не во всех одновременно. Данные слова также важны и должны обладать средним значением весового коэффициента, т.к. имеют влияние на определение предметной области.

Общие слова встречаются во всех предметных областях и никаким образом не могут влиять на результат анализа, поэтому им присваивается весовой коэффициент равный единице.

Первый вариант весового алгоритма - все весовые коэффициенты равны пяти.

Второй вариант - весовой коэффициент уникальных слов равен десяти, неуникальных слов равен пяти, общих слов равен одному.

Объем текстовых документов в среднем составляет 110 слов.

Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты эксперимента

Название алгоритма	Частотный алгоритм	Весовой алгоритм 1	Весовой алгоритм 2
Всего документов проанализировано	63	63	63
Количество правильно распознанных документов	33	40	46
Количество неправильно распознанных документов	30	23	17
Процент ошибок	48	36	27
Точность	52	64	73

Обучение весового алгоритма увеличило точность анализа на 9%. Изменяя сочетание и соотношение весовых коэффициентов уникальных, неуникальных и общих слов можно добиться еще большего увеличения точности весового алгоритма.

Таким образом можно сделать вывод, что весовой алгоритм предпочтительней применять при анализе небольших текстовых документов.

1. Дроздов В. В., Клышинский Э. С. О повышении качества синтаксического анализа текста за счет обучения с учителем. Москва, 2010.

2. Леонтьев Н.Н. Автоматическое понимание текстов: системы, модели, ресурсы. М.: Издательский центр «Академия», 2006.

3. Симаков К. В. Модели и методы извлечения знаний из текстов на естественном языке. Москва, 2008.

СПОСОБ ВЫДЕЛЕНИЯ СМЫСЛОВЫХ ФРАГМЕНТОВ В ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТАХ МАЛОГО РАЗМЕРА

Создание способа обработки текстовых документов на основе частотного метода, который отличается добавлением этапа оценки дополнительных параметров текста, что позволяет выделять информационные модули в слабоструктурированном тексте малого размера.

Ключевые слова: частотный метод, вес слова, рубрика.

Информация, представленная в текстовом виде, используется наиболее широко для описания окружающей действительности и процессов происходящих в ней. Поэтому анализ текстов средств массовой и технической информации представляет интерес в технических системах поддержки принятия решений (СППР).

Подобные системы, которые используются в СППР, импортируют информацию в текстовой форме, классифицируют её по рубрикам для последующего анализа в соответствии с иерархией рубрик для дальнейшего использования.

Классической методикой для классификации текста является частотный анализ, который заключается в определении частоты появления ключевых слов в тексте. По частоте появления можно определить предметную область текста. Однако данная методика не дает хороших результатов для текстов малых размеров, и поэтому для них не применяется.[2]

Тем не менее, потребность работы с такими небольшими фрагментами текстов необходима для большинства СППР.

Для классификации таких текстовых фрагментов необходимо анализировать дополнительные параметры и особым образом их обрабатывать. К дополнительным параметрам будем относить: положение ключевых слов в тексте, расстояние между ключевыми словами, наличие специальных символов и другие особенности текста.

Распознанные и классифицированные фрагменты текста форматируются и передаются СППР. Нераспознанные фрагменты собираются в специальный раздел и обрабатываются другими методами.

Для реализации предложенного метода может использоваться алгоритм, состоящий из 3-х этапов.

На первом этапе происходит подготовка текста.

- Текст разбивается на предложения и слова/словоформы.
- Удаляются «стоп-слова» и слова с низким информативным критерием в рубрике, который рассчитывается по формуле 1. [1]:

$$MI(x_i, c) = \sum_{x_i \in \{0,1\}} \sum_{c \in \{0,1\}} P(x_i, c) * \log \frac{P(x_i, c)}{P(x_i)P(c)} \quad (1)$$

где: $P(x_i)$ – отношение количества фрагментов текста, содержащих слово x_i к количеству всех фрагментов;

$P(c)$ – отношение количества фрагментов текста, принадлежащих рубрике c к количеству всех фрагментов текста;

$P(x_i, c)$ – вероятность совместного распределения слов и рубрик;

- Все слова приводятся к нормальной форме

На 2-м этапе происходит отнесение фрагмента текста к одной или нескольким рубрикам.

Априорная вероятность для каждого фрагмента текста рассчитывается по формуле 2.

$$P_{i,j} = \sum_k wa_k \quad (2)$$

где: i – номер анализируемого фрагмента текста;

j – номер рубрики, с которой проводится сравнение;

k – номер найденного ключевого слова в фрагменте текста;

wa – порог ключевого слова, рассчитывается по формуле 3. [1]:

$$wa_k = \beta + (1 - \beta) \frac{1}{1.5 + 1.5 * \frac{dl}{avgdl}} * \frac{\log(\frac{N + 0.5}{n})}{\log(N + 1)} \quad (3)$$

где: dl – мера длины фрагмента текста;

$avgdl$ – средняя длина фрагмента текста;

β – коэффициент, равный 0.4;

N – количество документов в коллекции;

n – количество документов, где встретилось i -е слово;

Рубрицирование фрагмента происходит по формуле 4.

$$P_i = P_{i,j} > порог \quad (4)$$

Фрагменты текста, преодолевшие порог относятся к соответствующей рубрике. В случае отнесения к нескольким рубрикам, данный фрагмент текста подлежит последующему анализу на 3-м этапе.

На 3-м этапе анализируемые фрагменты текста представляются в виде вектора. Каждому слову, встречающемуся в каком либо документе, соответствует координата в пространстве признаков. Для слова, встречающегося в документе, значение соответствующей координаты положительна и представлена в виде тройки значений (w_b, w_m, w_c)

где w_b – вес слова, которое находится в начале анализируемого фрагмента текста;

w_m – вес слова, которое находится в середине анализируемого фрагмента текста;

w_e – вес слова, которое находится в конце анализируемого фрагмента текста;

Весы слова в рубрики для каждого фрагмента текста рассчитываются по формуле 5.

$$w_{k,j} = \left(\frac{n_j}{N_j} - \frac{\sum_{g \neq j} \frac{n_g}{N_g}}{y} \right) \quad (5)$$

где: N_j – количество фрагментов текста в j -й рубрики;

n_j – количество фрагментов текста в j -й рубрики, где встретилось i -е слово;

g – номер рубрики, с которой проводится сравнение;

y – количество рубрики;

Отнесение фрагмента текста к одной из рубрик происходит по формуле 6.

$$\delta = \max_j \left(\sum_s \cos(d_s, e_s) \right) \quad (6)$$

где: j – номер рубрики, с которой проводится сравнение;

e – вектор признаков рубрики j ;

d – вектор признаков фрагмента текста, которое подлежит сравнению;

s – положение слова/словоформы в анализируемом фрагменте текста;

Анализируемый фрагмент текста классифицируется к одной из рубрик и извлекается из списка анализируемых фрагментов.

На основании вышеизложенного алгоритма разработано программное средство, позволяющее классифицировать нормативно-правовые документы для целей СППР.

1. Автоматическая рубрификация полнотекстовых документов по классификаторам сложной структуры [Электронный ресурс] / Б.В. Добров, Н.В. Лукашевич – Режим доступа: http://www.cir.ru/docs/ips/publications/2002_cai_rubr.pdf.

2. В.И. Шабанов, А.М. Андреев. Метод классификации текстовых документов, основанный на полнотекстовом поиске // Труды первого российского семинара по оценке методов информационного поиска. Под ред. И.С. Некрестьянова - Санкт-Петербург: НИИ Химии СПбГУ, 2003.

3. Добров Б.В., Лукашевич Н.В., Использование тематического представления содержания текста для автоматической обработки

документов // V Нац. конф. по искусственному интеллекту. - Казань, 1996.

4. Лукашевич Н.В., Салий А.Д. Представление знаний в системе автоматической обработки текстов // НТИ. Сер.2. – 1997 – N3.

к.э.н. доцент Казак А.Н.
Институт экономики и управления
Гуманитарно-педагогической академии (филиал)
Федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования «Крымский федеральный
университет им. В.И. Вернадского» в г. Ялта
E-mail: kazak_a@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ОБЪЕМА ПРОДАЖ ТУРИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ ОТ ТЕМПА РОСТА ЦЕН И РИТМИЧНОСТИ ПОТОКА ТУРИСТОВ

Научная новизна работы. В современных условиях актуально исследование возможности использования математических методов при планировании и организации туристического бизнеса. Моделирование зависимости объема продаж туристических услуг от темпа роста цен и ритмичности потока туристов является в нем важным элементом.

Ключевые слова: моделирование, объем продаж, туристические услуги, ритмичность, поток туристов.

Зависимость объема продаж туристических услуг от их цены определяется как

$$\dot{S} = \beta(p - p^*), \quad (1)$$

где \dot{S} – объем продаж за единицу времени, p – текущая цена, p^* – некоторая равновесная цена, близкая к среднерыночной, β – коэффициент пропорциональности. Здесь функция $S(t)$ имеет смысл текущей скорости продажи. То есть, объем продаж товара за промежуток времени Δt будет равен $S(t)\Delta t$. Размерность коэффициента β зависит от единиц S и P .

Зависимость объема продаж и от ритмичности потока туристов. Для этого вместо уравнения (1) рассмотрим систему уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{p} = f_1(t)(p - p^*) + f_2(t) \\ (\dot{S} = -\beta(p - p^*) + u(t)) \end{array} \right\} \quad (2)$$

Здесь $f_1(t)$ – функция экспоненциального изменения цен во времени, $f_2(t)$ – аддитивного изменения цен во времени, $0 < \beta$ – коэффициент пропорциональности, $u(t)$ – функция ритмичности поставок.

Решая уравнение, получим:

$$\dot{S} = -\beta(p(t_0) - p^*) \exp\left(\int_{t_0}^t f_1(\theta) d\theta\right) - \beta \int_{t_0}^t \exp\left(\int_{t_0}^{\tau} f_1(\theta) d\theta\right) f_2(\tau) d\tau + u(t). \quad (3)$$

Интегрируя уравнение для объема продаж за единицу времени, получим выражение:

$$S(t) = -\beta^{(p(t_0) - p^*) \cdot \int_{t_0}^t \exp\left(\int_{t_0}^{\tau} f_1(\theta) d\theta\right) d\tau} - \beta \int_{t_0}^t \int_{t_0}^{\tau_1} \exp\left(\int_{\tau}^{\tau_1} f_1(\theta) d\theta\right) f_2(\tau) d\tau d\tau_1 + (t_0) \quad (4)$$

Формула показывает, что в рамках данной модели для max объема продаж необходимо:

1. $P(t_0) < P^*$ в начальный момент времени t_0 , то есть начальная цена должна быть меньше равновесной.

2. $F_2(t) \leq 0$, то есть в аддитивном смысле цены должны либо падать либо не меняться, $f_1(t) > 0$, а в экспоненциальном смысле расти.

3. Объем продаж не зависит от вида функции ритмичности потока туристов, а зависит лишь от ее интеграла от начала момента времени t_0 до текущего времени t , то есть полного вклада поставок в объеме продаж.

**к.э.н. доцент Казак А.Н.,
магистрант Дорошок А.Н.**

**Институт экономики и управления
Гуманитарно-педагогической академии (филиал)
Федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования «Крымский
федеральный университет им. В.И. Вернадского» в г. Ялта
E-mail: kazak_a@mail.ru, alexdoroshok92@mail.ru**

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ-МЕНЕДЖЕРОВ

Предложена вероятностная модель процесса обучения студента менеджера.

Ключевые слова: процесс обучения, квалификация, лекции

Целью процесса обучения является подготовка квалифицированных менеджеров в той или иной области знания. В данной математической модели будем считать, что отличие менеджера от обычного сотрудника заключается в том, что сотрудник, не разбирающийся в некоторой области знания, дает правильные ответы на вопросы по этой области знания в 50 % случаев, то есть с вероятностью $\frac{1}{2}$. Менеджер же в данной области знания дает правильные ответы в большем проценте случаев, то есть с вероятностью большей чем $\frac{1}{2}$. При этом данная вероятность тем больше, чем выше его квалификация (то есть, количество знаний S полученных им в процессе обучения больше). В соответствии с этими идеями рассмотрим процесс обучения студента-менеджера в какой-либо области знания.

В соответствии с этими идеями рассмотрим процесс обучения студента-менеджера. Пусть в процессе обучения он дает правильные ответы на экспертные вопросы, входящие в сферу его компетенции, с вероятностью $W_1 = W_1(t)$. Эта вероятность будет решением системы дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dW_1}{dt} = S(t) \left(W_1 - \frac{1}{2} \right) & (1) \\ \frac{dS}{dt} = f(t) + (k(t) - \alpha)S, & (2) \end{cases}$$

Здесь W_1 -вероятность верного экспертного суждения ($1 - W_1 = W_2$ - вероятность ложного экспертного суждения), S -количество знаний по специальности (прослушанная доля полного курса лекций и лабораторных работ), $f(t)$ – доля полного курса лекций, прослушанных в единицу времени, $K(t)S$ - прирост знаний за счет семинарских занятий (в единицу времени), а точкой обозначено дифференцирование по времени t .

Представим решение уравнения (2) в виде:

$$S = C(t) \exp, \quad (3)$$

тогда подставив его в уравнение (2), получим:

$$\frac{dS}{dt} = \frac{dC}{dt} \exp \quad (4)$$

что даёт уравнение для функции $C(t)$:

$$\frac{dC}{dt} = \exp \quad (5)$$

Подставляя решение уравнения (4):

$$C(t) = C(0) + \int_0^t d\Theta_1 \exp \left\{ \int_0^{\Theta_1} d\Theta (K(\Theta) - \varphi) \right\} f(\Theta_1)$$

в выражение (3), получим решение уравнения (2):

$$S = (C(0) + \int_0^t d\Theta_1 \exp\left\{-\int_0^{\Theta_1} d\Theta (K(\Theta) - \varphi)\right\}) f(\Theta_1),$$

где мы используем условие $S(0) = C(0) = 0$, т.е. то, что в начальный момент обучения $t=0$ никаких знаний у студентов не было.

Подставляя решение (5) в уравнение (1), получим его решение:

$$W_1(t) = \frac{1}{2} + W_1(0) \exp\left(\int_0^t d\tau S(\tau)\right). \quad (6)$$

Рассмотрим теперь случай, когда коэффициент прироста знаний за счет семинарских занятий K и доля полного курса лекций f зависят от времени ($K = K_0$). Тогда решения (5) и (6) примут вид:

$$S = \int_0^t d\Theta_1 \exp\{(K - \varphi)(t - \Theta_1)\} f(\Theta_1) = -f_0 \int_0^t d(t - \Theta_1) e^{(K - \varphi)(t - \Theta_1)} = \quad (7)$$

$$W_1(t) = \frac{1}{2} + W_1(0) \exp\left\{\int_0^t d\tau \frac{f_0}{K - \varphi} (e^{(K - \varphi)\tau} - 1)\right\} =$$

Итак, видно, что в процессе обучения количество знаний у студентов растет по экспоненте, показатель которой пропорционален времени обучения t и разности между коэффициентом забывания (формула(7)), а вероятность правильной экспертной оценки растет еще быстрее (формула(8)).

Таким образом, в данной математической модели наибольший рост знаний студента-менеджера достигается за счет лабораторных работ и семинарских занятий. Следовательно, при распределении затрат на организацию процесса обучения должны доминировать затраты на лабораторные работы и семинарские занятия.

1. Бережной Л.И. Теория оптимального управления экономическими системами: Учебное пособие. СПб.: ИВЭСЭП, Знание, 2002. – 64 с.

2. Малыхин В.И. Математическое моделирование экономики. М., УРАО, 1998. – 160 с.

д.т.н., д.э.н., профессор Киселенко А.Н.,
к.т.н., доцент Сундуков Е.Ю.,
старший инженер Тарабукина Н.А.
Институт социально-экономических
и энергетических проблем Севера УрО РАН
E-mail: translab@iespn.komisc.ru

РЕГРЕССИОННЫЕ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБЪЕМОВ ПЕРЕВОЗОК ВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА

Проведен системный анализ состояния водных путей сообщения Европейского Северо-Востока. При прогнозировании динамики объемов перевозок использован прикладной регрессионный анализ [1, 2]. Сделаны прогнозы объемов перевозок водным транспортом Республики Коми. Выявлены тенденции динамики перевозок водным транспортом Архангельской области.

Ключевые слова: водные пути сообщения, Европейский Северо-Восток, объемы перевозок, регрессионный анализ, прогнозирование.

Под Европейским Северо-Востоком (ЕСВ) понимаются Архангельская область (АО) с Ненецким автономным округом и Республика Коми (РК).

Одномерные регрессионные модели. Модели прогнозирования объемов грузовых и пассажирских перевозок Архангельской области и Республики Коми были получены на основе временных рядов данных за 1995 – 2012 гг. (табл. 1). Для 2013 г. сравнивались прогнозируемые значения с фактическими.

Из линейных и полиномиальных моделей со степенями два и три были отобраны наилучшие по результатам дисперсионного анализа модели:

для грузовых перевозок АО

$$Y_k^* = -0,0019(t_k)^3 + 0,0647(t_k)^2 - 0,6476t_k + 3,6542; \quad (1)$$

для грузовых перевозок РК

$$Y_k^* = -0,001(t_k)^3 + 0,0337(t_k)^2 - 0,3129t_k + 1,1907; \quad (2)$$

для пассажирских перевозок АО

$$Y_k^* = 0,0002(t_k)^3 - 0,0065(t_k)^2 + 0,0671t_k + 0,8141; \quad (3)$$

для пассажирских перевозок РК

$$Y_k^* = 0,0003(t_k)^3 - 0,0044(t_k)^2 + 0,0167t_k + 0,0133; \quad (4)$$

где t_k – индекс номера года, Y_k^* – прогнозируемый показатель (объем перевозок) на k -й год, грузовые перевозки измеряются в млн т, пассажирские – в млн чел.

Таблица 1 – Перевозки водным транспортом общего пользования в субъектах Европейского Северо-Востока

Год	Грузовые перевозки, млн т		Пассажирские перевозки, млн чел.	
	Архангельская область ¹⁾	Республика Коми ²⁾	Архангельская область	Республика Коми
1995	2,70	0,7	1,1	0,03
1996	3,13	1,1	0,8	0,04
1997	2,76	0,4	0,8	0,02
1998	1,45	0,3	0,8	0,02
1999	1,69	0,2	1,1	0,02
2000	1,20	0,4	1,1	0,01
2001	1,97	0,6	1,1	0,01
2002	1,53	0,5	1,0	0,01
2003	1,66	0,3	1,1	0,01
2004	1,84	0,2	1,1	0,01
2005	1,58	0,2	1,1	0,01
2006	2,70	0,7	0,9	0,06
2007	1,97	0,6	1,0	0,14
2008	2,99	0,8	1,1	0,12
2009	1,00	0,9	0,9	0,08
2010	1,55	1,0	0,9	0,25
2011	2,19	0,5	0,9	0,43
2012	2,28	0,7	1,2	0,43
2013	2,69	0,4	1,1	0,53

... – данные отсутствуют

¹⁾ Без предприятий (организаций) малого предпринимательства, за 2006 - 2008 и 2010 и 2011 гг. данные приведены по полному кругу организаций, имеющих лицензии на перевозочную деятельность.

²⁾ С 2006 г. - по организациям всех видов экономической деятельности. 2010 г. - без микропредприятий. Источники: [3, 4].

Для моделей (1) – (4) был проведен дисперсионный анализ с использованием программного пакета STATISTICA, результаты которого представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Результаты дисперсионного анализа моделей прогнозирования перевозок водным транспортом субъектов Европейского Северо-Востока

Номер модели	Множественный коэффициент корреляции R	Коэфф. детермин. R^2	Значен. Критерия Фишера, F	Табл. значен. критер. Фишера, $F_{табл}$	$F > F_{табл}$
1	0,5692	0,3243	7,6855	3,34	
2	0,6698	0,4487	13,02	3,34	
3	0,3221	0,1038	1,6012	3,34	
4	0,9599	0,9294	187,69	3,34	+

* при уровне значимости 0,95% ($\alpha=0,05$)

Полиномиальные зависимости со степенью три для грузовых перевозок водным транспортом АО и РК – модели (1) и (2) имеют невысокие значения R^2 , но они позволяют отслеживать рост объемов перевозок после 2002 г. и спад после 2009 г., что соответствует процессам, протекавшим в национальной экономике.

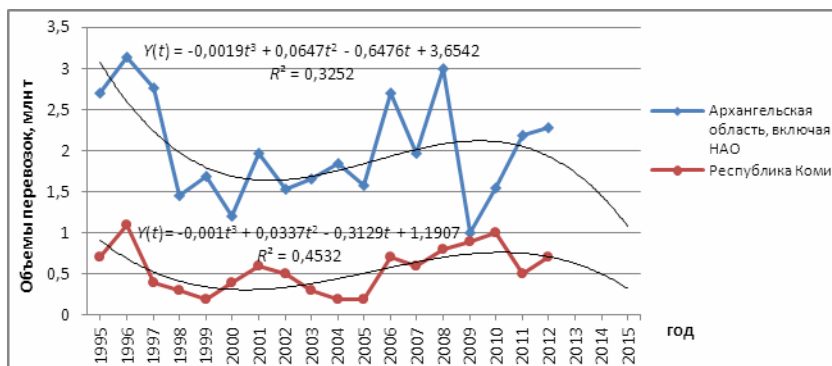


Рисунок 1 – Объемы грузовых перевозок водным транспортом Архангельской области и Республике Коми в 1995 - 2012 гг. с кубическими трендами (модели (1), (2))

По итогам 2013 г. продолжилось снижение объемов грузовых перевозок в РК (см. табл. 1), что соответствует выявленному тренду. Для АО выявленная закономерность не подтверждается, т.к. наблюдался рост объемов перевозок грузов за счет обеспечения завоза на Крайний Север.

Тренды, полученные для моделей (3) и (4), показаны на рис. 2. Модель (3) пассажирских перевозок АО имеет низкое значение R^2 и не подходит для получения прогнозных значений. Для получения прогноза на 2013-2015 гг. можно использовать среднее значение за 1995-2012 гг. равное приблизительно 1 млн чел. Фактический объем

перевозок в 2013 г. составил 1,1 млн чел. (табл. 1) – отклонение от прогнозного значения составило 10 %, что по критериям качества методов прогнозирования является приемлемым.

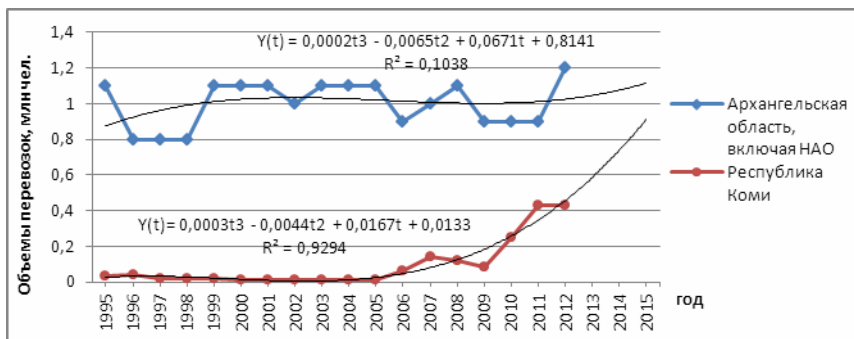


Рисунок 2 – Объемы пассажирских перевозок водным транспортом Архангельской области и Республике Коми в 1995 - 2012 гг. с кубическими трендами (модели (4), (5))

Модель (4) является наилучшей по критериям R^2 и Фишера из всех полученных и может использоваться для прогнозирования объемов пассажирских перевозок в Республике Коми на 2013 – 2015 гг., о чем будет сказано ниже.

Многомерные регрессионные модели. Возможность использования многомерной регрессионной модели была рассмотрена для пассажирских перевозок РК в период с 1995 по 2012 гг.

Было исследовано влияние на объемы пассажирских перевозок таких факторов как индекс номера года ($t_i^{(1)}$), численность населения республики ($t_i^{(2)}$), среднедушевые денежные доходы населения РК в месяц ($t_i^{(3)}$) и среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работающих в экономике ($t_i^{(4)}$) в период 1995 – 2012 гг. Данные по объемам пассажирских перевозок водным транспортом и значения перечисленных выше показателей для РК для конкретного года приведены в табл. 3. По этим данным были получены оценки и модель многомерной линейной регрессии:

$$Y_k^* = -0,6114 - 0,0048t_k^{(1)} + 0,5363t_k^{(2)} - 1,8 \cdot 10^{-5}t_k^{(3)} + 3,31 \cdot 10^{-5}t_k^{(4)}. \quad (5)$$

Таблица 3 – Данные для получения оценок линейной регрессии по объемам пассажирских перевозок в Республике Коми [4]

Год (i)	Объемы пасс. Перевозок водным транспортом, млн чел. (Y_i)	Индекс номера года ($t_i^{(1)}$)	Численность населен. млн чел. ($t_i^{(2)}$)	Среднедушевые денежные доходы населения в месяц, руб. ($t_i^{(3)}$)	Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций, руб. ($t_i^{(4)}$)
1995	0,03	1	1,185	695	878
1996	0,04	2	1,174	981	1360
1997	0,02	3	1,161	1330	1485
1998	0,02	4	1,149	1459	1699
1999	0,02	5	1,135	2225	2417
2000	0,01	6	1,124	3141	3559
2001	0,01	7	1,019	4862	5178
2002	0,01	8	1,016	6225	6506
2003	0,01	9	1,006	7477	7884
2004	0,01	10	0,996	9291	9482
2005	0,01	11	0,963	11452	11612
2006	0,06	12	0,945	13782	14082
2007	0,14	13	0,935	16761	17077
2008	0,12	14	0,922	19334	20827
2009	0,08	15	0,912	20085	23686
2010	0,25	16	0,899	22260	26140
2011	0,43	17	0,89	23897	28897
2012	0,43	18	0,881	25430	33971

Для оценки качества модели (5), был проведен дисперсионный анализ, результаты которого сведены в табл. 4.

Таблица 4 – Результаты дисперсионного анализа многомерной модели прогнозирования пассажирских перевозок водным транспортом РК

Номер модели	Множественный коэффициент корреляции, R	Коэффициент детерминации, R^2	Значение критерия Фишера, F	Табличное значение критерия Фишера, $F_{\text{табл}}^*$
5	0,9326	0,8698	21,71	3,18

* при уровне значимости 0,95%

Для Архангельской области собрать данные аналогичные

рассматриваемым в табл. 3 по имеющимся источникам не представилось возможным.

Прогнозы объемов перевозок водным транспортом. Получение прогнозных значений на 2013 – 2015 гг. рассмотрим на примере Республике Коми. Для получения прогнозных значений объемов грузовых перевозок водным транспортом РК использовалась модель (2). Прогнозные значения объемов пассажирских перевозок РК на тот же период рассчитаны по моделям (4) и (5). При использовании моделей (2) и (4) были получены трендовые значения для указанного периода. Для модели (5) на основе одномерной линейной регрессии были получены прогнозные значения анализируемых показателей $t_k^{(1)}$, $t_k^{(2)}$, $t_k^{(3)}$, $t_k^{(4)}$, а затем прогнозируемые значения выходных переменных на 2013 – 2015 гг. (см. табл. 5).

Таблица 5 – Прогнозы объемов грузовых и пассажирских перевозок водным транспортом в Республике Коми в 2013 – 2015 гг.

Номер модели	Единицы измерения	Прогнозные значения		
		2013 г.	2014 г.	2015 г.
2	тыс. т	552,0	413,0	221,0
4	тыс. чел.	799,9	987,3	1202,0
5	тыс. чел.	274,8	293,8	312,8

Сравним прогнозные значения для 2013 г. с фактическими (табл. 1). Рассчитанное по формуле (2) прогнозное значение объемов перевозок грузов водным транспортом в РК в 2013 г. равняется 552 тыс. т. Фактическое же значение данного показателя составило 414 тыс. т или 75% от прогнозируемого. В 2014 и 2015 гг. прогнозируется снижение объемов грузовых перевозок водным транспортом в РК.

Прогнозные значения объемов пассажирских перевозок водным транспортом в РК для 2013 г. по моделям (4) и (5) равны соответственно 799,9 и 274,7 тыс. чел., фактическое же значение составило 530,1 тыс. чел. В первом случае прогноз превышает фактическое значение на 51 %, во втором случае прогноз составляет 52 % от фактического значения. Это объясняется действием субъективных факторов, которые трудно формализуются. В частности, созданием ООО «Региональная транспортная компания» и приобретением ею пяти катеров КС-110, которыми в навигацию 2013 г. было перевезено около 82 тыс. чел. в Вуктыльском, Усть-Цилемском, Ижемском районах РК, городах Печоре и Усинске.

Продолжающееся сокращение численности населения на ЕСВ, особенно в удаленных поселках, предполагает и сокращение объемов перевозок водным транспортом. Кроме того, строительство мостов и автомобильных дорог ведет к переключению пассажиропотоков с

водного транспорта на автомобильный. Процессы, происходящие в политической и экономической жизни страны (введение санкций, снижение объемов добычи и перевозки углеводородов и др.), предрасполагают к использованию при планировании функционирования предприятий водного транспорта ЕСВ более низких значений объемов грузовых перевозок.

Выводы:

- на ближайшие два или три года прогнозируется снижение объемов грузовых и пассажирских перевозок водным транспортом ЕСВ;

- на социально-значимых направлениях требуется обеспечение мер государственной поддержки водных перевозок.

1. Андронов А.М., Киселенко А.Н., Мостивенко Е.В. Прогнозирование развития транспортной системы региона. – Сыктывкар: КНЦ УрО РАН, 1991. – 178 с.

2. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ, 3-е изд.: пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. – 912 с.

3. Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Архангельской области: официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arhangelskstat.gks.ru>.

4. Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Республике Коми: официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://komi.gks.ru>.

**к.т.н. Колесникова Т.А.,
Варченко М. В.**

**Харьковский национальный университет радиоэлектроники
E-mail: mariyavarchenko@ukr.net**

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СЖАТИЯ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ

Предложена оптимальная процедура сжатия, основой которой является кодирования цветовых составляющих, а также первоначальная цветовая коррекция видеофрагмента при помощи разработанной программы на языке программирования Java.

Ключевые слова: сжатие, видеосигнал, цветовое пространство, цветовая коррекция

Введение

Современной техника позволяет создавать и работать с медиафайлами, обмениваться ими со своими друзьями, размещать в интернет пространстве или хранить на устройствах памяти. Изучение

различных алгоритмов и процедур сжатия медиа-информации является областью научных исследований, которая остается популярной уже больше четверти века.

Постановка цели исследования

Скорости передачи данных через сети и Интернет все время возрастают, объемы флеш-накопителей и жестких дисков все время увеличиваются, но вопрос о хранении информации остается острым. Не смотря на все это передавать информацию в исходном виде не разумно, это занимает много времени и уменьшает место хранения, поэтому актуален вопрос сжатие видеоданных.

Сжатие видеоданных имеет несколько достоинств. Во-первых, оно дает возможность использовать цифровое видео в среде передачи и хранения видеоконтента, которая не поддерживает несжатое видео [1].

Во-вторых, сжатие видеоданных делает более эффективным использование ресурсов при передаче и хранении видеоданных. Существуют два типа систем сжатия данных: системы сжатия без потерь информации (неразрушающее сжатие) и системы сжатия с потерями информации (разрушающее сжатие). Технологии сжатия видеоизображения – это сокращение и удаление избыточных видеоданных с целью оптимизации хранения файлов цифрового видео и их передачи по сети.

Известно, что цветное изображение требует не менее трех чисел на один пиксел для точной передачи его цвета. Метод, выбранный для представления яркости и цвета, называется цветовым пространством. Есть три наиболее популярные цветовые модели – это RGB (использующееся в компьютерной графике); YIQ, YUV или YCbCr (использующейся в видеосистемах); и CMYK (использующейся в цветовой печати). Все цветовые пространства могут быть получены из RGB пространства извлекаемое камерами и сканерами [2].

Целью исследования являлось предложить такую процедуру сжатия видеосигнала, в основе которой лежит кодирование цветовых составляющих, за счет чего уменьшается конечный объем файла. Упор исследования делался на цветовую составляющую видео, а не изменение его динамических составляющих.

Выбор цветового пространства

Известно, что органы зрения человека менее чувствительны к цвету предметов, чем к их яркости (светимости).

В цветовом пространстве RGB все три цвета считаются одинаково важными, и они обычно сохраняются с одинаковым разрешением. Однако можно отобразить цветное изображение более эффективно, отделив светимость от цветовой информации и представив ее с большим разрешением, чем цвет.

Цветовое пространство YCbCr и его вариации (иногда их обозначают YUV) является популярным методом эффективного представления цветных изображений в видеоинформации.

Элементы цветового пространства: Y - яркость или интенсивность (размер 8 бит; значения от 16 до 235), C_b - "цветность синего" или более точно отклонение цвета от серого на оси blue-yellow, C_r - "цветность красного" или более точно отклонение цвета от серого на оси red-cyan.

Яркостная компонента содержит "черно-белое" (в оттенках серого) изображение, а оставшиеся две компоненты содержат информацию для восстановления требуемого цвета.

Полное описание цветного изображения задается величиной Y (компонентой светимости) и тремя хроматическими разностями C_b , C_r и C_g , которые выражают разность между интенсивностью соответствующего цвета и средней светимостью каждого пиксела изображения.

Возникает вопрос о значении нового представления цвета, поскольку получается четыре компонента вместо трех в пространстве RGB. Однако число $C_b + C_r + C_g$ является константой, поэтому только две из трех хроматических компонент необходимо хранить или предавать, поскольку третью компоненту всегда легко вычислить, зная две другие. Преимущество пространства YC_bC_r по сравнению с RGB заключается в том, что компоненты C_b и C_r можно представлять с меньшим разрешением, чем Y , так как глаз человека менее чувствителен к цвету предметов, это позволяет сократить объем информации, требуемый для представления хроматических компонент, без заметного ухудшения качества передачи цветовых оттенков изображения.

Самый очевидный формат, это так называемый формат 4:4:4, который означает полную точность в передаче хроматических компонент, т.е. на каждые 4 световые отсчеты Y передаются по 4 отсчета компонент C_b и C_r . Другой формат 4:2:2 ($YUY2$) предполагает, что на каждые 4 отсчета компоненты Y приходится по два отсчета хроматических компонент. Данный формат используется для высококачественного цветного видео и используется в стандартах MPEG-4 и H.264.

Формулы для прямого и обратного преобразования выглядят следующим образом:

$$Y = k_r R + (1 - k_b - k_r) \times G + k_b B$$

$$C_b = \frac{0,5}{1 - k_b} (B - Y)$$

$$C_r = \frac{0,5}{1 - k_r} (R - Y)$$

Для обратного преобразования формула выглядит:

$$R = Y + \frac{1 - k_r}{0,5} \times C_r$$

$$G = Y - \frac{2k_b(1 - k_b)}{1 - k_b - k_r} \times C_b - \frac{2k_r(1 - k_r)}{1 - k_b - k_r} \times C_r$$

$$B = Y + \frac{1 - k_b}{0,5} \times C_b$$

Рекомендация ITU-T с идентификатором BT.601 предлагает следующие коэффициенты: $k_b=0.114$, $k_b=0,299$. С этими коэффициентами получаем следующие формулы:

$$Y_{601} = 0,299 \times R' + 0,587 \times G' + 0,114 \times B'$$

$$C_b = -0,172 \times R' - 0,339 \times G' + 0,511 \times B' + 128$$

$$C_r = 0,511 \times R' - 0,428 \times G' + 0,083 \times B' + 128$$

Данные формулы используются для кодирования восьмибитного сигнала RGB с диапазоном возможных значений от 16 до 235, то есть 16 соответствует полностью белому, а 236 – полностью черному цвету. Это сделано с целью улучшения передачи по сетевым каналам [3]. Кодирование по соответствующим формулам уменьшает объем информации, но не в такой степени как предполагалось изначально. Поэтому было предложено проводить первоначальную цветовую коррекцию видеосигнала, а только затем дополнительно кодировать цветовые составляющие.

Цветовая коррекция видеосигнала

Суть такой коррекции заключается в том, чтобы проводить покомпонентную коррекцию отдельных составляющих цветового пространства RGB. Одним из этапов коррекции является задание желаемых цветов на выбранном фрагменте видео при помощи разработанного программного средства. На основе полученного скорректированного фрагмента видео, проводится последующая цветовая коррекция для видео в целом. Очевидным недостатком предложенной цветовой коррекции является то, что она применима для определенной категории видеoinформации. Это видео - содержащее те цвета, которые нам априори известны. А также то, что проводить такую коррекцию вручную довольно сложно.

Особенностью данной цветовой коррекции, является то, что пользователь выбирает некоторую небольшую совокупность малых фрагментов, цвет которых ему известен (например, участки лица, листья цветов, цвет неба, участки знакомой одежды и др.). Далее, используя эти тестовые фрагменты и соответствующие им фрагменты на исходном кадре, решается задача идентификации модели цветовой коррекции.

Модель цветовой коррекции изображений строится в цветовом пространстве RGB в виде соотношений, реализующих покомпонентные преобразования вида:

$$\begin{cases} R^* = f_r(R) = a_r R^3 + b_r R^2 + c_r R + d \\ G^* = f_g(G) = a_g G^3 + b_g G^2 + c_g G + d \\ B^* = f_b(B) = a_b B^3 + b_b B^2 + c_b B + d \end{cases}$$

$$\begin{cases} R^* = f_r(R) = a_r R^3 + b_r R^2 + c_r R + d_r \\ G^* = f_g(G) = a_g G^3 + b_g G^2 + c_g G + d_g \\ B^* = f_b(B) = a_b B^3 + b_b B^2 + c_b B + d_b \end{cases}$$

где R, G, B – координаты цвета фрагментов на исходном кадре, R^*, G^*, B^* – «желаемые» координаты цвета на тех же фрагментах, $a_r, a_g, \dots, d_g, d_b$, – пока неизвестные коэффициенты, которые должны быть определены в результате решения задачи идентификации.

Программа разработана на языке программирования Java. При открытии программы создается файл, в который сохраняются рассчитанные коэффициенты. В верхней части открывшегося окна находятся пиктограммы команд «Выбрать изображение...» и «Сохранить изображение...». Выбранное изображение для коррекции появляется в середине окна программы. Значение координат R, G, B выбранной точки на изображении отображается, выше поля ввода новых значений координат. После ввода желаемых координат следует нажать пиктограмму «Корректировать». В командной строке программа выводит рассчитанные координаты.

Пример: выбираем видеофрагмент и извлекаем из него кадр, цвета на котором нам известны. В данном случае: первая точка – это красный цвет с координатами: $R=250, G=21, B=28$; вторая точка – это зеленый цвет с координатами: $R=100, G=112, B=0$; третья точка – это белый цвет с координатами: $R=244, G=230, B=201$. Зная исходные координаты цвета, задаем желаемые цвета, в данном случае пусть они будут следующие. Первая точка – это красный цвет с координатами: $R=255, G=0, B=0$; вторая точка – это зеленый цвет с координатами: $R=99, G=119, B=0$; третья точка – это белый цвет с координатами: $R=255, G=255, B=255$. Задаем желаемые цвета в разработанной программе.

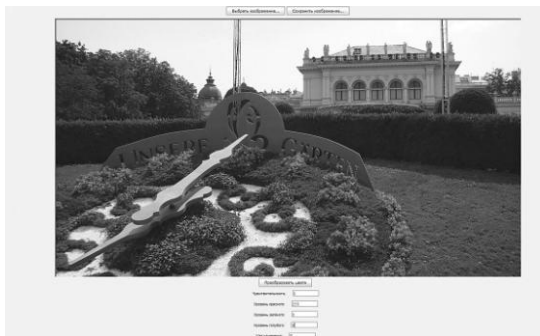


Рис. 1. Задание желаемых цветов

После сохранения, получаем откорректированный файл уже с переведенным цветовым пространством, объем которого уменьшился примерно в два раза.

Выводы

Сжатие видеoinформации необходимая часть корректного хранения данных. Но сжатие информации возможно не только за счет сжатия внутрикадрового и межкадрового расстояния, но и за счет кодирования цветовых составляющих видеосигнала. Цветовая коррекция является составной частью в процедуре сжатия, которая позволяет не только улучшать визуальное восприятие информации, но и реализовывать по каналное кодирование цветовых составляющих, что приводит к уменьшению информационного объема файла.

Данное исследование выявило недостатки, как первоначальный отбор обрабатываемого видео; трудозатраты в проведении коррекции, поскольку в программе существуют ограничения. Для достижения лучших результатов необходимо комплексное сжатие видеоданных, учитывая, как и динамические, так и цветовые составляющие.

1. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео [Текст]: учеб. / В. Ватолин, А. Ратушняк, М. Смирнов, В. Юкин. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. –384 с.

2. Поташников А. М. Методы адаптивного кодирования цветовых составляющих видео изображений с применением преобразования Каранена-Лоэва. [Текст] / А. М. Поташников // Журн. МИРЭА. – 2012, №6 – С127-130.

3. Со И. А. Измерение цветовых искажений видеоизображений с использованием характеристик зрительной системы. [Текст] / И. А. Со // Журн. Компьютерная оптика. – 2011. – Т. 35, №3. –С. 395-407.

**к.т.н. доц. Колесникова Т.А.
Дацюк А.С.**

**Харьковский национальный университет радиоэлектроники
E-mail: andaturk@gmail.com**

ИССЕДОВАНИЕ ПРОЦЕДУРЫ КОРРЕКЦИИ БАЛАНСА СЕРОГО ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Цветовые искажения получаемых снимков помимо многих других причин связаны с освещением снимаемой сцены, неправильным заданием баланса белого и серого, ошибками в экспозиции. Различные источники света создают освещение с разными цветовыми характеристиками. Поэтому если при съемке неправильно установить баланс белого, то в снимках появляется цветовой оттенок, который подлежит корректировке. Недоэкспонирование или уменьшение

фокусировки приводят к смягчению насыщенности цветов, а при переэкспонировании получаются пастельные цвета. Все это приводит к необходимости программной настройки цвета.

Ключевые слова: баланс серого, коррекция, цветовой баланс, цветовая коррекция, цветовые модели, цифровые фотографии.

Структуру анализируемых опубликованных материалов можно условно разделить на три основные группы.

В первую группу входят книги которые относятся к рассмотрению цифровых фотографий. Особое внимание при этом уделялось параметрам влияющие на качество фотографии, программное обеспечение для коррекции фотографий. Рассмотрены работы таких авторов Келби С.[1], Маргулиса Д. [2].

Вторая группа источников – работы в которых рассмотрены вопросы коррекции цветовой составляющей цветового изображения. К второй группе относятся авторы Фершиль М.Д. [3], Хант Р.В. [4].

В отдельную группу выделены публикации и статьи в журналах по издательско-полиграфическому делу и публикации, размещенные в сети Интернет. В них рассматриваются современные алгоритмы цветовой коррекции изображения. Рассматривались статьи Котова В. [5] и Свердлова С. [6].

Целью данной работы является анализ существующих методов цветового баланса изображений, выявления их недостатков и предложение процедуры коррекции цветового баланса, основанной на выявлении паразитного оттенка и удалении его с изображения с помощью автоматизированной пакетной обработки изображения.

В ходе исследования был проведен анализ алгоритма коррекции цифровых изображений основанный на коррекции баланса серого.

В данном алгоритме рассматривается коррекция баланса по-серому изображения в цветовом пространстве RGB. Предполагается, что сумма всех цветов на изображении естественной сцены дает серый цвет.

Таким образом, для проведения коррекции цветового баланса по-серому необходимо провести расчет средних яркостей по каналам изображения согласно следующим формулам:

$$\begin{aligned} \bar{R} &= \frac{1}{N_x \times N_y} \sum R(x, y); \quad \bar{G} = \frac{1}{N_x \times N_y} \sum G(x, y); \\ \bar{B} &= \frac{1}{N_x \times N_y} \sum B(x, y); \quad \text{Avg} = \frac{\bar{R} + \bar{G} + \bar{B}}{3} \end{aligned} \quad (1)$$

где $R(x, y)$, $G(x, y)$, $B(x, y)$ - цветовые характеристики изображения (красный, зеленый и синий);

N_x, N_y – размер изображения в пикселях;

Avg – средние значение.

Масштабировать яркости пикселей по следующим коэффициентам:

$$R' = R \cdot \frac{Avg}{R}; \quad G' = G \cdot \frac{Avg}{G}; \quad B' = B \cdot \frac{Avg}{B} \quad [4].$$

Цветовая модель RGB является аппаратно-зависимой, то есть она зависит от способа передачи нам цвета. Она указывает конкретному устройству, как использовать соответствующие им красители, но не имеет сведений о восприятии конечного цвета человеком. В зависимости от настроек яркости, контрастности и резкости монитора компьютера, освещенности помещения, угла, под которым мы смотрим на монитор, цвет с одними и теми же параметрами RGB воспринимается нами по-разному.

Чтобы передать человеку более достоверную информацию о цвете, к аппаратно-зависимым цветовым моделям прикрепляют так называемые цветовые профили. Каждый из такого профиля содержит информацию о конкретном способе передачи человеку цвета и регулирует конечный цвет с помощью добавления или изъятия из какого-либо составляющего первоначального цвета параметров. Например, для печати на глянцевой пленке используется цветовой профиль, убирающий 10% Cyan и добавляющий 5% Yellow к первоначальному цвету, из-за особенностей конкретной печатной машины, самой пленки и прочих условий. Однако даже прикрепленные профили не решают всех проблем передачи нам цвета.

Аппаратно-независимые цветовые модели не несут в себе сведений для передачи цвета человеку. Они математически описывают цвет, воспринимаемый человеком с нормальным цветным зрением.

Цветовая модель Lab аппаратно-независима и соответствует особенностям восприятия цвета глазом человека. В этой модели любой цвет определяется светлотой (Luminance) и двумя хроматическими компонентами: параметром «а», который изменяется в диапазоне от зеленого до красного, и параметром «в», изменяющимся в диапазоне от синего до желтого цвета.

Благодаря характеру определения цвета в Lab появляется возможность отдельно воздействовать на яркость, контраст изображения и на его цвет. Во многих случаях это позволяет ускорить обработку изображений.

Поэтому предлагается в дальнейшем в работе рассматривать изображение в цветовом пространстве Lab.

Для перевода цифрового изображения из цветового пространства RGB в цветовое пространство Lab воспользовались ортогональной цветовой координатной системой Lру [6]. Одной из осей координатной системы выберем ось светлоты (L). Две другие оси координат должны располагаться в плоскости, перпендикулярной оси L. На этой плоскости можно будет ввести полярную систему координат «насыщенность – тон». Точки цветового пространства,

соответствующие ахроматическим (серым) цветам должны располагаться на оси L.

Учет поворота осей координат в положение, когда направление оси p совпадает с направлением проекции вектора Y на плоскость, перпендикулярную оси L, позволяет определить координаты базисных единичных векторов координатной системы RGB в новой координатной системе Lру. Эти координаты являются элементами матрицы преобразования из координатной системы RGB в координатную систему Lру. Преобразование запишется так:

$$\begin{pmatrix} L \\ P \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L_R & L_G & L_B \\ P_R & P_G & P_B \\ Y_R & Y_G & Y_B \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad (2)$$

Выполнив вычисления, для sRGB получим:

$$\begin{pmatrix} L \\ P \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,2126 & 0,7151 & 0,0722 \\ 0,6468 & -0,6468 & 0,0000 \\ 0,7325 & 0,2649 & -0,9974 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad (3)$$

В правой части (3) фигурирует вектор линейризованных sRGB-координат.

Преобразование из Lру в линейризованную sRGB может быть записано, если использовать обращенную матрицу преобразования (4):

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1,0000 & 1,1355 & 0,0724 \\ 1,0000 & -0,4107 & 0,0724 \\ 1,0000 & 0,7248 & -0,9302 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} L \\ P \\ Y \end{pmatrix} \quad (4)$$

Поскольку модель Lab имеет огромный цветовой охват, преобразование изображения из режима RGB в режим Lab происходит без потери цветовой информации, а затем без потерь перевести результат обратно в режим RGB.

Далее необходимо определить паразитный оттенок, для того, чтобы в дальнейшем можно было исключить его. Паразитный оттенок – это нежелательный цветовой сдвиг изображения.

Мы предполагаем, что средний цвет исходного изображения не должен быть серым, тогда реальный усредненный цвет покажет нам паразитный оттенок.

Установка цветового баланса в средних тонах обеспечивает нас наибольшей информацией о цвете. Если в светах и тенях нет проблем, паразитные оттенки не особенно сильны, а изображение близко к полноконтрастному, то такой установки будет достаточно для получения приемлемого качества картинки.

Баланс по-серому в модели Lab производить следующим образом:

$$\bar{L} = \frac{1}{N_x * N_y} \sum L(x, y), \quad a = 0, \quad b = 0, \quad (5)$$

где N_x и N_y – размер изображения в пикселях; L , a , b – каналы изображения.

Используя данный метод стоит учитывать что исходная картинка не обязательно будет иметь среднюю яркость. Если изображение в целом темнее среднего, результат применения фильтра усреднения так же будет темнее среднего, а инвертированная версия окажется светлее среднего и вместе с избавлением от паразитного оттенка картинка получит ненужное осветление.

Работая с цветовой моделью Lab, стоит учитывать некоторые моменты. На практике это следует учитывать, поднимая цветовую насыщенность в Lab: кривая в канале b должна иметь меньшую крутизну, чем в канале a . Иначе теплые тона начинают уходить в желтизну.

Экспериментальные исследования проводились в программе Adobe PhotoShop версии CS6.

Для этого проведения эксперимента было выбрано 750 изображений. Для автоматизации предложенной процедуры был написан скрипт на языке Java и внедрен в программу Adobe PhotoShop. Программная реализация была выполнена в программе Adobe PhotoShop с помощью фильтра Average (Усреднение) осуществляется подсчет и усреднение значений яркостей пикселей изображения.

Скрипт выполняет следующие действия:

- перевод в цветовую модель LAB,
- создание дубликата активного слоя,
- применение фильтра Average (Усреднение),
- вычисление цвета пикселя этого слоя,
- вычисление средней яркости,
- удаление слоя с фильтром Average (Усреднение);
- создание корректирующей кривой с нужными параметрами,
- перевод в цветовую модель RGB.

Однако экспериментальные исследования показали, что не для всех типов цифровых изображений такая процедура коррекции подходит. Она не подходит к изображениям, содержащим яркие оттенки цвета или к изображениям, содержащим много тонких оттенков одного цвета, например кожа на портретах.

В дальнейшем планируются исследования в этом направлении.

Осуществленная автоматизация предлагаемой процедуры позволяет осуществлять пакетную обработку изображений, сокращая время на обработку изображений.

1. Келби С. «Цифровая фотография. Том 4» [Текст] пер. с англ. / С.Келси – М.: Вильямс, 2010 – 256 с.

2. Маргулис Д. «Классическое руководство по цветокоррекции» [Текст] пер. с англ. / ООО «РТВ-Медиа», 2001 – 398 с.
3. Фершильд М. Д. «Модели цветового восприятия» [Текст] пер. с англ. / М. Д. Фершильд – М.: Вильямс, 2004 – 438 с.
4. Хант Р.В.Г. «Цветовоспроизведение» [Текст] пер. с англ. / Р.В.Г. Хант – М.: Вильямс, 2009 – 928 с.
5. Котов В. «Adobe Lightroom для фотографов» [Текст] / В. Котов – М.: Эксмо-Пресс, 2008 – 160 с.
6. Свердлов С. З «Ортогональнаяцветовая координатная система» [Эл. ресурс] Режим доступа – http://univologda.ac.ru/articles/Sverdlov_S_Z_Orthogonal_color_coordinat_e_system.pdf.html.

**д.т.н. проф. Кораблев Н.М.,
Легедина А.В.,
Башлак А.О.**

**Харьковский национальный университет радиоэлектроники
E-mail: korablev@kture.kharkov.ua a_legedina@mail.ru
artemnet4@gmail.com**

ФОРМИРОВАНИЕ МНОЖЕСТВА ПРИЗНАКОВ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ СИМВОЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННЫХ ИММУННЫХ СИСТЕМ

В данной статье рассматривается один из этапов решения задачи распознавания символов, а именно формирование множества признаков на изображении. Предлагается подход для решения задачи распознавания символов с использованием искусственных иммунных систем (ИИС), который позволяет получить более точный результат решения задачи и с большей скоростью, за счет включения в задачу распознавания этапа формирования множества признаков на основе клеточного автомата, а также за счет использования методов ИИС на этапах скелетонизации, обучения и распознавания.

Ключевые слова: искусственная иммунная система, распознавание символов, признаковое пространство, аффинность, антитело, антиген.

Процесс распознавание символов можно разделить на три основных этапа [1]: 1) подготовка изображения (предварительная обработка); 2) выделение признаков на изображении; 3) отнесение символа на основе выделенных признаков к тому или иному образу (сама задача распознавания). На этапе подготовки изображения решаются следующие задачи [2]:

1. Бинаризация - первичное разделение пикселей изображения на

две категории: значимые пиксели и незначимые. В данной работе значимые пиксели являются черными.

2. Подавление шума. Общим подходом здесь является вычисление для каждого пикселя некоторой функции и сравнение ее значения с пороговым; если значение меньше порогового, то пиксель удаляется (становится белым), иначе остается черным. В нашем случае для каждого пикселя считается число черных соседей в единичной окрестности. Соседями в единичной окрестности будем называть ближайшие восемь пикселей. Если количество черных соседей больше либо равно семи, то оставляем этот пиксель, иначе удаляем. После этого удаляем все пиксели без черных соседей.

3. Скелетонизация. Для построения скелета распознаваемого символа используется гибридный подход, который основан на использовании ИИС, а именно, модели клональной селекции, и алгоритма скелетонизации Зонге-Суня, указанный гибридный подход предложен и рассмотрен в [2].

Следующим этапом, после скелетонизации символа, является выделение его признаков. После получения скелетного представления фиксируются его следующие параметры: особые точки, структура контура, цепной код. В данной концепции признаки – это наличие у символа следующих распознавательных элементов: окончания, углы, Т-соединения и пересечения. Примеры признаков приведены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Примеры выделения признаков

Для выделения графических структур, которые соответствуют математическому описанию угла, окончания прямой, пересечения и Т-соединения используется алгоритм на основе клеточного автомата [3]:

Шаг 1. На вход последовательности клеточных автоматов поступает изображение символа. *Шаг 2.* Верхняя левая черная клетка изображения помечается красной и серой метками. *Шаг 3.* Автомат «создание шлейфа»: красная метка заменяется синей меткой. *Шаг 4.* Автомат «создание фронта»: черные клетки без серой метки рядом с клетками с серой меткой помечаются серой и красной метками. *Шаг 5.* Одна клетка рядом с красной меткой заменяет синюю метку зеленой. *Шаг 6.* Автомат «проход по шлейфу»: все клетки рядом с клетками с зелеными метками заменяют синие метки зелеными. *Шаг 7.* Автомат «проход по фронту»: все клетки с красной, но без зеленой метки, находящиеся рядом с клетками с зеленой меткой, помечаются зеленой меткой; если клетка с красной и зеленой меткой находится рядом с клеткой с синей меткой, то данная клетка помечается оранжевой

меткой. *Шаг 8.* Если, начиная с шага 5, автоматы не изменили состояния ни одной клетки, то перейти на шаг 9, иначе перейти на шаг 5. *Шаг 9.* Автомат «удаление зеленых меток»: все зеленые метки у клеток удаляются. *Шаг 10.* Если, начиная с шага 3, автоматы не изменили состояния ни одной клетки, то перейти на шаг 11, иначе перейти на шаг 3. *Шаг 11.* Верхняя левая черная клетка изображения помечается синей меткой. *Шаг 12.* Автомат «удаление нижних лишних меток»: если над клеткой с синей или оранжевой меткой находится клетка с такой же меткой, то в данной клетке эту метку удалить. *Шаг 13.* Автомат «удаление лишних меток справа»: если слева от клетки с синей или оранжевой меткой находится клетка с такой же меткой, то в данной клетке эту метку удалить. *Шаг 14.* Если, начиная с шага 12, автоматы не изменили состояния ни одной клетки, то завершить последовательность, иначе перейти на шаг 12.

Для решения поставленной задачи в работе используется ИИС. Вводится популяция антител [5], где каждое антитело соответствует пикселю (клетке) на изображении и представляет собой строку фиксированной длины:

$$Ab = \langle x_1 \dots x_i \dots x_m, y_1 \dots y_i \dots y_m, c_1 \dots c_i \dots c_m, s_1 \dots s_i \dots s_m \rangle, \quad (1)$$

где $x_1 \dots x_i \dots x_m, y_1 \dots y_i \dots y_m$, $i = \overline{1, n}$ – координаты i -й точки из популяции антител размером n , каждая из которых кодируется m разрядами; $c_1 \dots c_i \dots c_m$ – цвет данной точки; $s_1 \dots s_i \dots s_m$ – выживаемость клетки $\{0;1\}$ **{0; 1}** (избыточна клетка или нет).

Антигены Ag представляют собой чужеродные объекты, поступившие в систему для дальнейшего распознавания и исследования:

$$Ag = (ag_1, ag_2, \dots, ag_m), \quad (2)$$

где m - общее количество антигенов.

Среди основных моделей ИИС выделяют модель иммунной сети, модель клональной селекции и модель отрицательного отбора, каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки [4, 5]. На этапе обучения системы распознаванию символов выбрана модель отрицательного отбора [5,6], которая обладает наилучшими качествами для решения поставленной задачи, а именно, возможностью с большой вероятностью обнаруживать изменения в исходном наборе данных с помощью небольшого набора детекторов, а также возможностью получения работоспособных решений за короткое время [5]. Основным компонентом данной модели является специфическая область иммунной памяти, хранящая информацию только о «своих» клетках.

Основная идея алгоритма отрицательного отбора заключается в том, чтобы сгенерировать множество детекторов, а затем использовать их для бинарной классификации как «свой» или «чужой». Формально

алгоритм негативного отбора можно представить в виде [5]:

$$NegAlg = (\Sigma^l, L, S, N, r, n, s, pr), \quad (3)$$

где Σ^l – пространство форм, L – длина рецептора; S – множество «Своих» детекторов, N – множество «Чужих» детекторов; r – кросс-реактивный порог; n – общее число назначаемых детекторов; s – размер множества детекторов; pr – правило совпадения строк в смежных позициях.

На этапе обучения система, используя обучающую выборку образов (свои антигены), создает множество комплементарных образов, называемых детекторами. Алгоритм обучения имеет вид [6]:

Шаг 1. Производится инициализация начальной популяции антител со случайной позицией и случайным вектором скорости. С точки зрения иммунного алгоритма данная популяция представляет собой множество клеток памяти, размер которого в процессе обучения остается постоянным; изменяются лишь свойства его элементов.

Шаг 2. Создается цикл для всех элементов обучающего множества «своих» (множества антигенов). Дальнейшие действия производятся последовательно для каждого антигена.

Шаг 3. Создается цикл для каждого детектора из популяции.

Шаг 4. Оцениваются связи «антиген-антитело». При этом для расчета используется следующее соотношение [6]:

$$f_{Ab-Ag} = \frac{k_\varepsilon}{\varepsilon} + D_{E(Ab-Ag)} \rightarrow \min, \quad (4)$$

где ε – кросс-реактивный порог антитела (детектора); k_ε – коэффициент значимости кросс-реактивного порога (параметр настройки алгоритма); $D_{E(Ab-Ag)}$ – евклидово расстояние между детектором и элементом обучающего множества.

Параметр k_ε является очень важным параметром обучения. Он управляет робастностью получаемого решения. Увеличение этого параметра «стимулирует» алгоритм поддерживать детекторы большего радиуса, что дает более грубое, но при этом более устойчивое решение.

Шаги 5, 6. На основании рассчитанных значений аффинности вычисляются лучшие частицы в текущей итерации и за все время работы алгоритма.

Шаг 7. По вычисленным значениям оценок происходит обновление значений векторов скорости и координат частиц в стае.

Шаги 8, 9. Для оптимизации взаимного расположения детекторов строятся и оцениваются связи «детектор-детектор».

Шаг 10. На основании вычисленных оценок связей «детектор-детектор» производится корректировка значений векторов скорости и координат каждой частицы в популяции.

Шаг 11. Найденная лучшая частица возвращается в популяцию клеток памяти, заменяя соответствующую выбывающую с целью сохранения постоянного состава популяции.

Шаг 12, 13, 14. Данный процесс повторяется до тех пор, пока не будет выполнено определенное условие останова (например, качество распознавания). При этом выходом данной фазы является обученная популяция клеток памяти (детекторов).

Были проведены экспериментальные исследования предложенного подхода. Результаты экспериментальных исследований представлены на рисунке 2. Системе предлагалось распознать одну из выбранных цифр: «0», «1», «2», «3», «4», «5», «6», «7», «8», «9». При этом считалось, что символ распознан корректно, если значение соответствия максимально приближалось к единице. В ходе экспериментальных исследований замерялась скорость распознавания с помощью предложенного в работе подхода по сравнению с классическими методами [1].

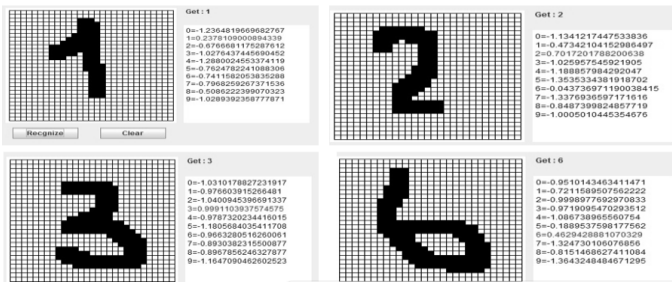


Рисунок 2 – Результаты экспериментальных исследований

Полученные результаты показали, что за счет включения в задачу распознавания этапа формирования множества признаков на основе клеточного автомата, а также использования методов ИИС на этапе скелетонизации и обучения, рассматриваемая задача решалась быстрее в 1,5 раза и более качественно.

Таким образом, в работе был рассмотрен этап задачи распознавания образов – формирование множества признаков на изображении. Результаты экспериментальных исследований показали, что предложенный в работе подход дает возможность получить результат решения задачи распознавания быстрее и с более высокой точностью.

1. Gonzales, R.C. and Woods, R.E., (2005), *Tsyfrovaya obrabotka izobrazheniy* [Digital Image Processing], Tekhnosfera, Moscow, Russia, 1072 p.

2. Кораблев Н.М. Скелетонизация символов с использованием модели клональной селекции / Н.М. Кораблев, А.В. Легедина, О.Г. Лебедев // Системы обробки інформації: збірник наукових праць. –

Х.: ХУПС, 2014. – Вип. 4 (120). – С. 14-17.

3. Тоффоли Т. Машины клеточных автоматов / Т. Тоффоли, Н. Марголус - М.: «Мир», 1991.

4. Амосов А.А. Вычислительные методы для инженеров: Учеб. Пособие / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова – М.: Высш. шк., 1994. 544 с.

5. Искусственные иммунные системы и их применение / Под ред. Дасгупты Д. Пер. с англ. Романюхи А.А. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. 344 с.

6. Литвиненко В.И. Применение алгоритма роевых частиц для модификация фазы обучения алгоритма отрицательного отбора при бинарной классификации / В.И. Литвиненко, И.А. Лурье, О.В. Терещенкова, Н.В. Корниловская // Международная научно-техническая конференция «Геоинформационные системы, компьютерные технологии эколого-экономического мониторинга, ГИСКТЭЭМ – 2014».

**к. ф.-м. н. доцент Кристалинский В.Р.
Смоленский государственный университет
E-mail: kristvr@rambler.ru**

О РЕАЛИЗАЦИИ СКРЫТЫХ МАРКОВСКИХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ MATHEMATICA

В работе рассматривается построение скрытого марковского процесса, моделирующего экономическую задачу, и его исследование с помощью системы Mathematica.

Ключевые слова: скрытый марковский процесс, системы Mathematica.

Скрытая марковская модель – это статистическая марковская модель, в которой моделируемая система рассматривается как марковский процесс с ненаблюдаемыми (скрытыми) состояниями.

В простых марковских моделях состояние непосредственно видно наблюдателю, и поэтому вероятности переходов – единственные требуемые параметры. В скрытой модели Маркова состояния непосредственно не наблюдаемы, но вывод, зависимый от состояний, наблюдаем. Каждое скрытое состояние имеет распределение вероятностей возможных вариантов вывода. Поэтому последовательность выводов, созданных скрытой марковской моделью, дает информацию о последовательности ненаблюдаемых состояний. Заметим, что прилагательное «скрытый» относится к последовательности состояний, в которых может находиться модель, а

не к параметрам модели: модель все равно является «скрытой», даже если эти параметры известны точно.

Скрытая марковская модель известна своими приложениями в распознавании образов: распознавании речи, рукописного текста, а также в биоинформатике. В связи с тем, что в большом количестве задач экономики мы также имеем дело с неполной информацией, скрытые марковские модели могут активно использоваться в задачах экономико-математического моделирования.

Алгоритмы, реализующие скрытые марковские модели весьма сложны, и их использование требует глубоких знаний математики и программирования. Использование современных систем компьютерной математики, таких, как система Mathematica, делает математическое моделирование с использованием данной модели доступным широкому кругу специалистов в различных прикладных областях, в частности, в экономике.

Рассмотрим следующий пример. Пусть торговый центр получает некоторый товар с единого склада. Склад получает товар у трех поставщиков. Полученный товар может быть высокого, среднего или низкого качества. На основании качественных показателей получаемых товаров можно получить вероятности того, что товар произведен тем или иным поставщиком. Процесс перехода склада от одного поставщика к другому является марковским. Вначале товар берется у произвольного поставщика (с равными вероятностями). С помощью скрытой марковской модели менеджмент торгового центра может сделать вывод о том, в какой последовательности склад работает с поставщиками.

Данная задача может быть решена с помощью скрытых марковских моделей. В данном случае скрытыми состояниями являются выбранные поставщики, последовательность выводов – это качество поставленных товаров. Система Mathematica позволяет решить эту задачу, то есть найти наиболее вероятную последовательность предприятий-поставщиков, используя встроенный алгоритм. Приведем команды системы Mathematica, реализующие решение данной задачи.

Задаем скрытый марковский процесс

**P=HiddenMarkovProcess[{1/3,1/3,1/3},{0.3,0.5,0.2},{0.45,0.35,0.20},
{0.30,0.25,0.45}},{0.2,0.6,0.2},{0.1,0.5,0.4},{0.1,0.3,0.6}];**

Здесь первым указан вектор начальных вероятностей выбора поставщиков, далее указаны вероятности перехода от одного поставщика к другому (например, после первого поставщика с вероятностью 0,3 снова выбирается первый поставщик, с вероятностью 0,5 – второй, с вероятностью 0,2 – третий). Далее указываются вероятности, с которыми по качеству товара можно определить поставщика. Например, если поставленный товар пришел высокого

качества, то с вероятностью 0,2 он произведен первым поставщиком, с вероятностью 0,6 – вторым, с вероятностью 0,2 – третьим.

Получаем наиболее вероятную последовательность поставщиков

FindHiddenMarkovStates[{3,3,3,1,2,2,3,3,1,2,2},P]

Здесь указан вектор полученных качественных состояний товара. Первое состояние – высокое качество, второе – среднее, третье – низкое.

{3,3,3,1,2,1,2,2,1,2,1}

На выходе получаем последовательность поставщиков товара.

**к. ф.-м. н. доцент Кристалинский Р.Е.
Военная Академия войсковой противовоздушной
обороны Вооруженных Сил Российской Федерации
им. Маршала Советского Союза А.М. Василевского
E-mail: krist1940@rambler.ru**

НАХОЖДЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТЕЙ СОСТОЯНИЙ В СИСТЕМАХ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

В работе предлагается алгоритм вычисления вероятностей состояний в системах массового обслуживания с помощью системы Mathematica.

Ключевые слова: вероятности состояний, система массового обслуживания, система Mathematica.

В существующей литературе исследование систем массового обслуживания производится по следующей схеме: составляется размеченный граф состояний, записывается система уравнений Колмогорова, находится система линейных уравнений для определения предельных вероятностей, находятся предельные вероятности. Вероятности состояний системы для произвольного момента времени вообще не находятся.

Использование системы Mathematica позволяет по размеченному графу состояний сразу определить вероятности состояний для произвольного момента времени, исходя из них найти предельные вероятности.

В качестве примера рассмотрим СМО с $n \geq 1$ каналами, на вход которой поступает простейший поток заявок с интенсивностью λ . Предположим, что поток обслуживания каждым каналом также простейший, но с интенсивностью μ . Это означает, что непрерывно занятый канал обслуживает в среднем μ заявок в единицу времени.

Заявка, поступившая в СМО в момент, когда все каналы заняты, становится в очередь и ожидает обслуживания. Далее предполагается, что в данной системе имеется ограничение на длину очереди, под которой понимается максимальное число мест в очереди, а именно предполагается, что в очереди могут находиться максимум $m \geq 1$ заявок. Заявка, поступившая в систему массового обслуживания в момент, когда в очереди стоят m заявок, получает отказ и покидает систему.

Такая система называется системой массового обслуживания с ожиданием и ограничением на длину очереди. Опишем размеченный граф состояний такой системы.

Занумеруем состояния системы по числу заявок, находящихся в системе как в очереди, так и под обслуживанием:

S_0 – в СМО нет заявок, т.е. все n каналов свободны,

S_1 – в СМО одна заявка, т.е. занят один канал, остальные каналы свободны;

S_k – в СМО $k < n$ заявок, т.е. заняты k каналов, остальные $n - k$ свободны;

S_n – в системе массового обслуживания n заявок, т.е. все каналы заняты, очереди нет;

S_{n+1} – в СМО $n+1$ заявка, т.е. все n каналов заняты и в очереди одна заявка;

S_{n+r} – в СМО $n + r$ ($r < m$) заявок, т.е. все n каналов заняты и в очереди стоят r заявок;

S_{n+m} – в СМО $n + m$ заявок, т.е. все n каналов заняты и m заявок стоят в очереди.

Переходы СМО из состояния в состояние при возрастании индекса состояния на единицу происходят под воздействием одного и того же входящего потока заявок с интенсивностью λ . Поэтому плотности вероятностей переходов

$$\Lambda_{k-1,k} = \lambda, k = 1, \dots, n + m$$

Если система находится в состоянии, в котором занято k ($1 \leq k \leq n$) каналов, то переход её в соседнее состояние с меньшим индексом порождается потоком, представляющим собой k каналов обслуживаний. Поэтому интенсивность этого суммарного потока будет равна $k\mu$. Поэтому плотности вероятностей переходов СМО из состояния с большим индексом в соседнее состояние с меньшим индексом могут быть определены по формуле

$$\Lambda_{k,k-1} = \begin{cases} k\mu, \text{ если } k = 1, \dots, n, \\ n\mu, \text{ если } k = n + 1, \dots, n + m. \end{cases}$$

Алгоритм решения рассматриваемой задачи можно описать следующим образом:

- 1) Строим матрицу плотностей вероятностей переходов Λ .
- 2) Строим обобщённую матрицу плотностей вероятностей переходов. С этой целью к диагональному элементу матрицы прибавляем сумму элементов соответствующей строки с противоположным знаком.
- 3) Определяем марковский процесс с построенной обобщённой матрицей плотностей вероятностей переходов.
- 4) Находим вероятности состояний.
- 5) Находим предельные вероятности.

Рассмотрим следующий пример.
 На автозаправочной станции имеются две колонки. Машины приезжают на станцию с интенсивностью λ машин в минуту. Интенсивность процесса обслуживания $\mu = 0,4$ машины в минуту. Найти вероятности состояний рассматриваемой системы. Вычислить предельные вероятности.

Приведём алгоритм решения этой задачи в системе Mathematica.

Строим матрицу плотностей вероятностей переходов.

```

 $\Lambda$  = Table[0, {i, 1, 6}, {j, 1, 6}];
 $\lambda$  = 0.5;  $\mu$  = 0.4;
Do [ $\Lambda$ [[k-1, k]] =  $\lambda$ , {k, 2, 6}]
Do [ $\Lambda$ [[k, k-1]] =  $\mu$ , {k, 2, 3}]
Do [ $\Lambda$ [[k, k-1]] = 2  $\mu$ , {k, 4, 6}];
Do [ $\Lambda$ [[i, i]] = -Sum[ $\Lambda$ [[i, j]], {j, 1, 6}], {i, 1, 6}]
    
```

Строим обобщённую матрицу плотностей вероятностей переходов.

```

Do[ $\Lambda$ [[i, i]] = -Sum[ $\Lambda$ [[i, j]], {j, 1, 6}], {i, 1, 6}]
    
```

Строим соответствующий дискретный марковский процесс с непрерывным временем.

```

R = ContinuousMarkovProcess[1,  $\Lambda$ ];
    
```

Находим вероятности состояний системы для произвольного момента времени.

```

r1[t_] = FullSimplify[N[Probability[x == 1, x ~ R[t]]];]
r2[t_] = FullSimplify[N[Probability[x == 2, x ~ R[t]]];]
r3[t_] = FullSimplify[N[Probability[x == 3, x ~ R[t]]];]
r4[t_] = FullSimplify[N[Probability[x == 4, x ~ R[t]]];]
r5[t_] = FullSimplify[N[Probability[x == 5, x ~ R[t]]];]
r6[t_] = FullSimplify[N[Probability[x == 6, x ~ R[t]]];]
    
```

Находим предельные вероятности состояний системы.

```

Limit[r1[t], t ->  $\infty$ ] 0.451777
Limit[r2[t], t ->  $\infty$ ] 0.282361
Limit[r3[t], t ->  $\infty$ ] 0.11765
Limit[r4[t], t ->  $\infty$ ] 0.0735314
Limit[r5[t], t ->  $\infty$ ] 0.0459571
Limit[r6[t], t ->  $\infty$ ] 0.0287232
    
```

ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫЙ АЛГОРИТМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КОДОВ ФИБОНАЧЧИ

В данной работе предложен помехоустойчивый алгоритм преобразования двоичного кода в код Фибоначчи, который может быть использован в системах сбора и передачи информации с повышенной надежностью передаваемых данных, в качестве счетного устройства в котором применяется быстродействующий счетчик импульсов в минимальных кодах Фибоначчи.

Ключевые слова: код Фибоначчи, надежность, помехоустойчивость.

Широкое использование преобразователей кодов в автоматике и вычислительной технике для кодирования и декодирования двоичной информации формирует перед исследователями задачу построения устройств, которые имеют повышенную помехоустойчивость и стойкость к отказам. Одним из способов получения высоких показателей помехоустойчивой работы устройств, является применение помехоустойчивых систем счисления, например, таких как фибоначиевая, биномиальная, «золотая» система Бергмана и др., среди которых своей простотой и хорошей помехоустойчивостью выделяется фибоначиевая система счисления [1 – 3]. На практике существует задача преобразования двоичных кодов в коды Фибоначчи. Ее можно представить в виде алгоритмов преобразования данных, которые могут быть реализованы как в аппаратном, так и в программном виде. Задачей данной работы является построение алгоритма помехоустойчивого преобразования двоичного кода в код Фибоначчи, который обладает простотой реализации, при этом исключая сложные арифметические и логические операции.

Коды Фибоначчи относятся к классу помехоустойчивых неразделимых кодов, использующих для своего построения числа Фибоначчи: 1, 1, 2, 3, 5, 8, ..., F_n , в которых каждое последующее число равно сумме двух предыдущих чисел, начиная с третьего. Фибоначиевое число представляется в виде следующего равенства [4]:

$$N_k = \sum_{k=1}^n a_k F_n, \quad (1)$$

где $a_k \in \{0, 1\}$; F_k — вес k -го разряда, равное k -му числу Фибоначчи.

Основной характеристикой данного кода является то, что в нем не могут находиться рядом две или больше единицы – между единицами

обязательно должен находиться хотя бы один ноль. Их диапазон определяется суммой $P = P_{m-1} + P_m$.

В табл. 1 приведен пример кодов Фибоначчи с весами 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13. Очевидно, что их диапазон $P = 21$.

Таблица 1 – Код Фибоначчи для ряда 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13

№	F_n	№	F_n
0	000000	11	010100
1	000001	12	010101
2	000010	13	100000
3	000100	14	100001
4	000101	15	100010
5	001000	16	100100
6	001001	17	100101
7	001010	18	101000
8	010000	19	101001
9	010001	20	101010
10	010010		

Данный алгоритм преобразования двоичного кода в код Фибоначчи заключается в синхронном использовании операций двоичного и фибоначиевого счета. При этом алгоритме, на каждом его шаге, происходит потактовое сравнение двоичного числа, находящегося в регистре хранения с фибоначиевым. При равенстве данных чисел, процедура счета прекращается, а преобразованное число будет являться исходным результатом.

Алгоритм может быть реализован в виде устройства, представленного на рис. 1.

Преобразователь двоичного кода в код Фибоначчи имеет в своей структуре следующие блоки: блок управления 1, входной регистр 2, блок запрета 3, блок дешифрации нуля 4, вычитающий двоичный счетчик 5, суммирующий счетчик Фибоначчи 6, выходной регистр 7, блок отображения информации 8, ЭВМ 9. Предлагаемый алгоритм преобразования двоичного кода в код Фибоначчи основан на синхронном использовании операций двоичного и фибоначиевого счета. Для реализации последнего в аппаратном виде используется быстродействующий счетчик в минимальных кодах Фибоначчи, представленный в работе [5].

Суть алгоритма заключается в следующем:

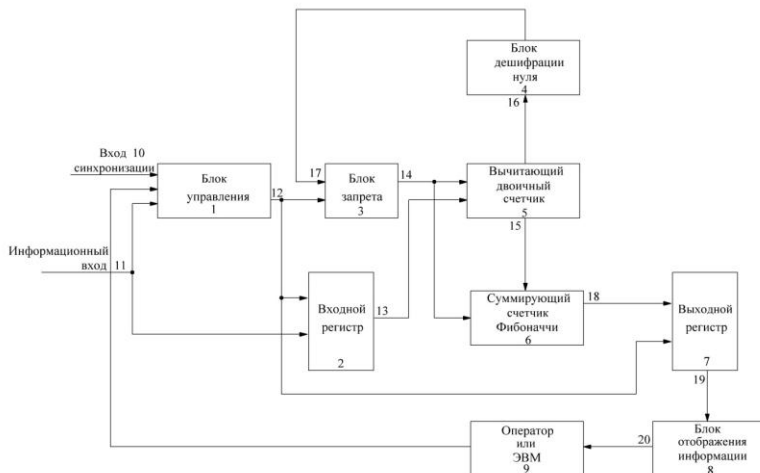


Рисунок 1 – Структурная схема преобразователя двоичного кода в код Фибоначчи

1. Происходит обнуление вычитающего двоичного и суммирующего фибоначчьевого счетчиков.

2. Производится запись двоичного числа, поступающего на вход преобразователя во входной регистр.

3. В случае перебора двоичным счетчиком всех возможных комбинаций, при котором не был получен сигнал равенства с содержимым регистра, происходит останов счетчика с выработыванием сигнала ошибки.

4. Счет идет до тех пор, пока не появится фибоначчьево число, в котором между единицами будет находиться только один нуль.

5. Если между единицами будут стоять только по одному нулю, а 1 будет находиться в старшем разряде, то цикл счета окончен.

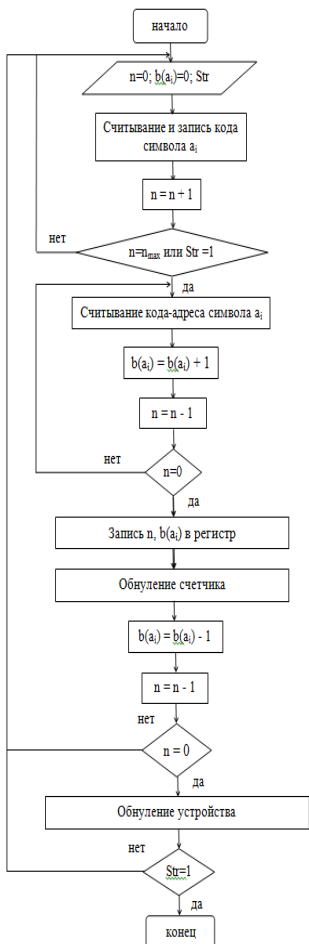


Рисунок 2 – Алгоритм преобразования двоичного кода в код Фибоначчи в общем виде

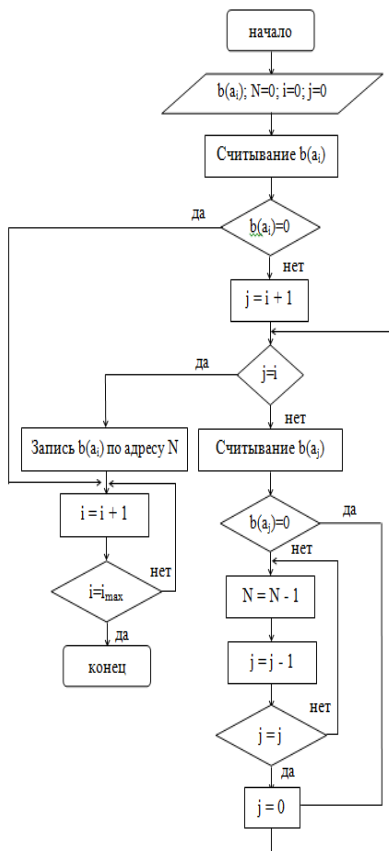


Рисунок 3 – Детализованный алгоритм преобразования двоичного кода в код Фибоначчи

6. Появление в фибоначчиевом числе двух подряд стоящих единиц, в процессе счета, является признаком ошибки.

7. В случае обнуления двоичного счетчика, срабатывает блок дешифрации нуля, который активирует блок запрета и прекращает подачу тактовых импульсов на счетные устройства.

8. После выполнения данных операций осуществляется переход к пункту 1.

Алгоритм работы представлен в виде граф-схем на рис. 2, 3. В этом алгоритме $b(a_j) = a_j \dots a_0$ – последовательность фибоначиевых чисел, n_{max} – максимальное фибоначиевое число.

Данное устройство работает следующим образом. На информационный вход 11 устройства преобразования кодов поступает двоичная кодовая комбинация. Данная кодовая комбинация одновременно поступает на вход блока управления 1 и входного регистра 2. Тактирующие импульсы, которые подаются на вход синхронизации 10, поступают на блок управления, который служит для управления двоичным вычитающим счетчиком 5 и суммирующим счетчиком Фибоначчи 6. Входной регистр 2 содержит массив данных для преобразования чисел.

Одновременно двоичный вычитающий счетчик 5, к которому поступают данные с выхода входного регистра 2 уменьшает значения содержащихся чисел, в то время как суммирующий счетчик Фибоначчи 6 их увеличивает. Когда двоичный счетчик 5 будет содержать все нули, сработает блок дешифрации нуля 4, который активирует блок запрета 3 и прекратит подачу тактовых импульсов на счетные устройства. Преобразованные кодовые комбинации с выхода 20 счетчика 6 подаются на вход выходного регистра, после чего подаются на блок отображения информации 8.

Выводы. В данной работе был предложен преобразователь двоичного кода в код Фибоначчи. Разработаны алгоритмы и аппаратная часть данного устройства. Недостатками данного преобразователя являются существенные аппаратные затраты и небольшое быстродействие преобразования данных. К достоинствам данного преобразователя можно отнести простоту реализации устройства, возможность преобразования данных в прямом и обратном направлениях.

1. Стахов А.П. Введение в алгоритмическую теорию измерения / А.П. Стахов. М.: Сов. Радио, 1997.

2. Борисенко А.А. Системы счисления с биномиальным основанием и двоичным алфавитом / А.А. Борисенко. ВИНТИ, 1982: № 909-82.

3. Bergman G. A. A number system with an irrational base / G. A. Bergman. Mathematics Magazine, 1957: № 31, 98.

4. Стахов А.П., Коды Фибоначчи и золотой пропорции как альтернатива двоичной системы счисления. Часть 2: / А.П. Стахов. Germany.: Academic Publishing, 2012.

5. Пат. на корисну модель № 89153 U Украина, МПК H03K 23/00 (2014.01). Лічильник імпульсів / Борисенко О.А., Маценко С.М. (Україна); заявник та патентовласник Сумський держ. ун-т. – № 201313302; Заявлено 15.11.2013; Надрук. 10.04.2014, Бюл. № 7, 2014.

НЕЧЁТКО-ЛОГИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПАРАДОКСОВ НЕОЖИДАННОЙ КАЗНИ И БУТЫЛКИ СТИВЕНСОНА

Логические парадоксы «неожиданной казни» и «бутылки Стивенсона», формализованные ранее [1] средствами сетей Петри, интерпретированы в плане анализа особенностей формирования человеческой логики, с привлечением нечётко-логических представлений и фактора ограниченности объёма «оперативной памяти» человека.

Ключевые слова: парадокс неожиданной казни, парадокс бутылки Стивенсона, сети Петри, нечёткая логика.

Введение. Ранее в [1, 2] рассмотрены два логических парадокса: «*парадокс неожиданной казни*» (ПНК) [3] и «*парадокс бутылки Стивенсона*» (ПБС) [4]. Оба они имеют словесную “литературно-художественную” формулировку ситуаций, но как показано [1, 2], допускают строгую алгоритмическую формализацию, в частности, средствами *сетей Петри* (СП) [5]. Кроме того, с привлечением СП, в [1, 2] продемонстрировано структурное совпадение моделей ПНК и ПБС, указывающее на «логическое единообразие» парадоксальных ситуаций. Рассмотрение ПНК и ПБС интересно в плане наработки формализованных ситуативных моделей, с перспективой использования их в дальнейшем в практике разработки *экспертных систем* (ЭС) и *систем поддержки принятия решений* (СППР), с направленностью на минимизацию негативного влияния *человеческого фактора* (ЧФ) в критических ситуациях.

Цель настоящего сообщения – интерпретация ПНК и ПБС в плане анализа особенностей формирования человеческой логики, с привлечением нечётко-логических представлений [6] и фактора ограниченности объёма «оперативной памяти» человека [7].

Кратко о парадоксе неожиданной казни [3]. Суд вынес некоему *преступнику* смертный приговор, который должен быть приведён в исполнение в течение недели, с дополнительным условием: казнь должна быть *неожиданной*, то есть *преступник* не должен знать день казни заранее, в противном случае он должен быть освобождён. ПНК состоит в том, что после оглашения приговора *преступник* сделал разъяснение, с учётом которого он должен быть отпущен немедленно. Смысл разъяснения следующий. Сегодня *понедельник* (Пн), а недельный срок истекает в *воскресение* (Вс). В *Вс* *преступник* казнён быть не может, так как если он дожил до *субботы* (Сб), значит он

будет знать день казни заранее. Следовательно, Вс отпадает и крайний срок казни – Сб. Но тогда в Сб он тоже казнён быть не может, потому что в *пятницу* (Пт) будет знать заранее, что будет казнён в Сб. Аналогично, в Пт он казнён быть не может, потому что будет знать об этом в *четверг* (Чт) и так далее. Поэтому *преступник* по данному приговору вообще не может быть казнён, а должен быть отпущен.

С точки зрения *формальной математической логики* (ФМЛ), разъяснение, *возможно*, вполне убедительное. Но с учётом реальных человеческих представлений – ситуация выглядит иначе. Действительно, если *преступник* дожил до Сб, то да, казнь по приговору ему не грозит. Но до Сб нужно сначала дожить. Все последующие рассуждения построены в предположении, что *преступник* сначала доживает до Сб, а потом шаг за шагом возвращается назад, в более раннее время (в Пт, в Чт и так далее), пока не попадает «в сегодня», где его следует сразу отпустить. Таким образом, ФМЛ не учитывает (точнее, позволяет словесно завуалировать) направление хода времени. В [2], с учётом моделирования на СП, предложена процедура с ежедневным получением приказа на проведение или откладывание казни в запечатанном конверте. Конверт контролируется на целостность (что может быть признано в качестве достаточного условием *неожиданности* содержащейся в нём информации), регистрируется, затем вскрывается и приказ зачитывается. Процедура регистрации, таким образом, проставляет (документирует) временные метки и исключает «прогулки в отрицательном времени».

Кратко о парадоксе бутылки Стивенсона [4]. Имеется “магический артефакт”, – бутылка с чёртиком внутри [4], – выполняющий любые желания *текущего* владельца. Неудобство состоит в том, что *текущий* владелец должен реализовать свои желания и затем успеть продать артефакт *новому* владельцу. Если *текущий* владелец оставляет артефакт при себе пожизненно, – он после смерти попадает в ад. Особенность: артефакт должен быть продан *новому* владельцу по цене дешевле, чем *текущий* владелец купил его у *предыдущего* владельца. Таким образом, в ходе всей этой “коммерческой деятельности” цена артефакта падает до наименьшего номинала валюты (например, до 1 копейки) и далее артефакт продан быть не может. *Последний* владелец артефакта – автоматически попадает в ад.

Парадокс БС состоит в том, что если следовать ФМЛ, то артефакт, при всей его привлекательности, изначально является *неликвидным*. В самом деле. *Последний* владелец не сможет его продать. Следовательно, он не станет покупать его у *предпоследнего* владельца. Следовательно, и у *предпоследнего* владельца будут «сложности с реализацией». Следовательно, он не станет покупать его у *предпредпоследнего* владельца. И так далее. Поэтому и произвольный

текущий владелец не сможет продать артефакт *новому* владельцу. Следовательно, и он не станет покупать его у *предыдущего* владельца.

Представленная логическая последовательность – формально убедительна, но совершенно не реализуема в реальных человеческих представлениях. Как и в случае ПНК, логика мотивации к поступку (не приобретать артефакт) здесь идёт «в отрицательном времени», а реализация позитивных возможностей (исполнение желаний) – «в положительном времени». Между тем, логика работы реального мира, в отличие от ФМЛ, не реализуется в отрицательном времени. В каждой текущей ситуации может быть реализовано несколько исходов, но после того как реализован конкретный исход (один из исходов) – остальные варианты снимаются с рассмотрения и доступа к ним – нет.

«Вечный двигатель» на основе парадокса бутылки Стивенсона. Рассмотрим следующую “задачку по политэкономии”. Имеется две граничащие между собой страны. Для определённости, пусть это будут Боливия и Парагвай. (Разумеется, ситуация гипотетическая, названия условные, а возможные совпадения - чистая случайность.) Страны в целом дружественные, но, в порядке поддержания общего валютного тонуса, проводят между собой лёгкие экономические разборки. Так, Главный банк Боливии приравнял Боливийский доллар к 90 Парагвайским центам. В ответ на это Главный банк Парагвая приравнял Парагвайский доллар к 90 Боливийским центам. Мальчик живёт на границе между Боливией и Парагваем. Пограничного контроля, как такового, нет, поэтому у мальчика свободный “безвизовый режим”. Он идёт в Боливийскую деревню, пьёт там кружку пива стоимостью 10 центов, платит Боливийский доллар, получает в качестве сдачи Парагвайский. Потом он идёт в Парагвайскую деревню, пьёт там кружку пива стоимостью 10 центов, платит Парагвайский доллар, получает в качестве сдачи Боливийский. В “задачке” спрашивается: кто реально заплатил за пиво?

Ситуация выглядит парадоксально. Ответ тоже парадоксальный, хотя и очевидный: за Парагвайское пиво платит Боливия, а за Боливийское - Парагвай. На то оно и экономические разборки. Но “задачка” приведена - совершенно по другому поводу. Рассмотренный выше ПБС в условиях представленного гипотетического Боливийско-Парагвайского финансово-экономического противостояния позволяет превратить артефакт в “вечный двигатель”. *Текущий* владелец артефакта имеет все возможности разбогатеть на столько, чтобы выдвинуть своих платных «агентов влияния» в финансовые верхушки Главных банков Боливии и Парагвая с целью неопределённо длительного поддержания описанного “единоборства валют”. Механизмом поддержания может явиться, в частности, сбалансированное поочерёдное подпитывание активов каждого из Главных банков с помощью того же артефакта. А далее - артефакт

можно неограниченно многократно перепродавать в узком кругу посвящённых лиц, чередуя конкурирующие валюты, и тем «посрамить дьявола» и «навечно поработить» чёртика в бутылке.

К сожалению, в силу упомянутой выше необратимости времени, отсутствует возможность лично встретиться с Р.Л. Стивенсоном (1850-1894) и предложить ему изложенный сюжет в качестве фабулы в продолжение рассказа [4]. Но с учётом возможной в меру критической оценки реально происходящего «в нашем беспокойном мире», не столь уж лишённым смысла может выглядеть предположение, что нечто подобное (подобный процесс, только, возможно, без самого артефакта) и реализуется на протяжении веков реальной человеческой истории.

Нечётко-логическая интерпретация парадокса бутылки Стивенсона. Как следует из описания [4], подробности «коммерческой деятельности», связанной с куплей-продажей артефакта, относятся к категории «коммерческой тайны». Сам факт существования артефакта в каждый текущий момент времени известен лишь узкому кругу: *текущему* владельцу и, возможно, одному или нескольким *предшествующим*. Каждый *текущий* владелец передаёт *следующему* лишь краткий фрагмент «коммерческой истории» артефакта, потому что полной истории он скорее всего и не знает. Поэтому идея «вечного двигателя», судя по описанию [4], никому в голову не приходила, и каждый *текущий* владелец («менеджер») фактически самостоятельно оценивает *свои личные* возможности и перспективы реализации артефакта. Данное оценивание может быть реконструировано в виде *лингвистической переменной* (ЛгП) «Перспективы реализации», имеющей, например, 5 термов:

- «Запросто, вообще нет никаких сложностей»;
- «Особых сложностей не предвидится»;
- «Достаточно хлопотно, но есть уверенность»;
- «Сложно выполнимо»;
- «Очень сложно, практически не выполнимо»;

с использованием которой «менеджер» принимает «коммерческое решение».

Нечётко-логическая интерпретация парадокса неожиданной казни. Вернёмся к ПНК. Парадоксальности ПНК можно дать следующее *предположительное* объяснение. Как отмечалось выше, применение ФМЛ позволяет словесно завуалировать направление хода времени. В самом деле, имеется следующая цепочка умозаключений:

(...в предположении, что *преступник* дожил до Сб...) \Rightarrow {...в Сб он точно знает что будет казнён в Вс...} \Rightarrow (...поэтому его не казнят в Вс...) \Rightarrow (...поэтому крайний день казни – Сб...) \Rightarrow (1)
(...однако, с Сб преступник тоже не может быть казнён, потому что...) \Rightarrow {...в Пт он точно знает что будет казнён в Сб...} \Rightarrow
(...поэтому он не может быть казнён в Сб...) \Rightarrow (...поэтому

крайний возможный день казни – Пт...) \Rightarrow (...однако, с Пт преступник тоже не может быть казнён, потому что...) \Rightarrow {...

Легко видеть, что блок, помещённый в фигурные скобки, циклически повторяется требуемое число раз с соответствующей сменой обозначений дней недели. Но главное не цикличность, а то, что цепочка рассуждений, чтобы быть оценённой (воспринятой и логически осмысленной) как единое целое, должна помещаться «в оперативной памяти» целиком. Между тем известно (исследовано, проверено экспериментально) [7] «магическое число» 7 ± 2 – объём человеческой «оперативной памяти». Смысл этого числа в том, что количество понятий или объектов (физических или виртуальных), которыми может реально и достаточно устойчиво (надёжно и продолжительно) оперировать или физически манипулировать человек, – не слишком велико. Оно составляет от 5 до 9 объектов, у разных особей, в зависимости от индивидуального уровня развития. В связи с этим, последовательность умозаключе-ий типа (1) просто не помещается вся в «оперативную память». Она помещается туда «по частям», а каждая часть – выглядит «как бы вполне логично».

Поэтому далее – ситуация оказывается аналогичной ПБС: сводится к некоторой ЛГП «Перспективы оценки ситуации», с терминами:

- «Совершенно правильно. Подсудимого освободить»;
- «Похоже что правильно. Скорее всего, освободить»;
- «Не понятно, что делать»;
- «Вызывает сомнения, но скорее всего, казнить»;
- «Совершенно не верно. Подсудимого казнить»;

руководствуясь которой (а не полной формальной корректностью логического описания ситуации *в целом*), судья принимает решение.

Реконструкция нечётко-логической обработки. Далее – парадоксы ПБС и ПНК интерпретируются единообразно. Помимо представленных выше «целевых» ЛГП, характеризующих предметную область, могут быть реконструированы ещё и различные «индивидуально-личностные» ЛГП. Так, в случае ПБС, это могут быть ЛГП, характеризующие озабоченность «менеджера» о собственном возрасте или здоровье, сложности его текущего финансового положения, а так же религиозные чувства и представления. В случае ПНК (т.е. для судьи) это могут быть «спешка и загруженность текущими судебными делами», текущие «социально-политические соображения», или «намерение идти обедать». В обоих вариантах единообразно (но строго индивидуально, в соответствии с системами термов ЛГП) строятся системы *решающих правил* (РП). Далее – при наличии профилей термов ЛГП и систем РП, – строятся нечёткие системы управления [6], которые и являются теми ЭС или СППР, средствами которых (с применением которых) реализуются принятия соответствующих решений.

Обсуждение. Следует особо отметить *универсальность* подобной процедуры. В ней нет элементов, уникальных или логически-специфичных для конкретной предметной ситуации. В частности, судья из ПНК, поставленный в ситуацию выбора из ПБС, скорее всего благополучно справился бы с задачей. Как показано выше, предметно-специфичной является лишь *одна* из нескольких (многих) ЛгП. Причём в этой ЛгП рассматриваются в действительности не предметно-специфические характеристики объекта управления, а «мера доверия» или «человеческое суждение» об этих предметно-специфических характеристиках. Таким образом, ЧФ оказывается способен «успешно справиться» с ситуацией принятия решения в «мало изученных» «слабо обусловленных» и даже «парадоксальных» предметных области, типа ПБС и ПНК.

Выводы. Логические парадоксы (на примере рассмотренных ПБС и ПНК) могут быть интерпретированы в плане анализа особенностей формирования человеческой логики. В частности, соответствующие системы управления (принятия решений в условиях неопределённости) могут быть реконструированы с привлечением нечётко-логических представлений.

1. Михаль О.Ф. Демонстрация парадоксов «неожиданной казни» и «бутылки Стивенсона» на сетях Петри // Информатика, математическое моделирование, экономика: Сборник научных статей по итогам Четвёртой Международной научно-практической конференции, г. Смоленск, 23-25 апреля 2014 г. В 2-х томах. Том 1 – Смоленск: Смоленский филиал Российского университета кооперации, 2014. – с. 137-146.

2. Михаль О.Ф. Моделирование парадоксов логического мышления на сетях Петри // Бионика интеллекта : науч.-техн. журн. – Х. : Изд-во ХНУРЭ, 2014. – Вып. 2 (83). – С. 34-45. <http://open-archive.kture.kharkov.ua/bitstream/123456789/1542/1/bionica-2014-1-047-054.pdf>

3. Гарднер М. Математический досуг. М.: «Мир», 1972, С.95-109

4. Стивенсон Р.Л. Саганинская бутылка. / Собрание сочинений в 5 томах, т.1, М.: Изд. «Правда», С. 461-493

5. Котов В.Е. Сети Петри. - М.: Наука, 1984. - 160 с.

6. Усков А.А., Круглов В.В. Интеллектуальные системы управления на основе методов нечеткой логики. – Смоленск: Смоленская городская типография, 2003. – 177 с.

7. George A. Miller. The Magical Number Seven, Plus or Minus Two. // The Psychological Review, 1956, vol. 63, pp. 81-97. (<http://psychclassics.yorku.ca/Miller/>).

МОДЕЛИРОВАНИЕ НА СЕТЯХ ПЕТРИ ВЕРОЯТНОСТНО- МОДИФИЦИРОВАННОГО ПАРАДОКСА МОНТИ ХОЛЛА.

Парадокс Монти Холла смоделирован на сетях Петри. Модель модифицирована применительно к вероятностному аспекту. Результаты перспективны к использованию при разработке экспертных систем и систем поддержки принятия решений в ответственных ситуациях, требующих минимизации влияния человеческого фактора.

Ключевые слова: парадокс Монти Холла, сети Петри, экспертные системы.

Введение. В рамках некоторой «компьютерной парадигмы», человеческий мозг и *человеческий интеллект* (ЧИ) могут быть сопоставлены, соответственно, с аппаратным и программным обеспечением, средствами которых решаются задачи моделирования *окружающего мира* (ОМ) и построения модели поведения человека в ОМ с целью, допустим, наилучшего приспособления к ОМ. Эти модели ОМ на бытовом уровне принято обобщённо отождествлять (ассоциировать) со «*здравым смыслом*» (ЗС). ЗС эффективен в качестве «путеводной нити» внутри модели ОМ, но часто оказывается не приемлемым или даже опасным «на периферии» и «вне» модели ОМ. Возникающие при этом ситуации несоответствия ЗС называются *парадоксами*. Приверженность к ЗС в ситуациях несоответствия ЗС принято называть *человеческим фактором* (ЧФ), подразумевая под этим ограниченность ЧИ. Выявление и объяснение парадоксов (приведение их в соответствие с моделью ОМ или корректировка модели) способствует развитию и уточнению модели ОМ, расширению её «внутренней области» и, как следствие, повышению эффективности взаимодействия человека с ОМ. Показателем *парадокс Монти Холла* (ПМХ) [1], который при аналитическом рассмотрении [2], собственно парадоксом и не является, но демонстрирует непоследовательность и ограниченность ЧИ, как образчик влияния ЧФ. Интересен рассматриваемый далее модифицированный (вероятностный) вариант ПМХ, который не всегда и не во всех вариантах может быть изучен аналитически.

Цель настоящей работы – моделирование модифицированного ПМХ (наработка логических структур и типовых решений) средствами аппарата *сетей Петри* (СП) [3], что целесообразно к использованию, в частности, в практике разработки *экспертных систем* (ЭС) и *систем поддержки принятия решений* (СППР) для технических приложений.

Стандартная версия парадокса Монти Холла. Монти Холл – ведущий популярного «на западе» TV-шоу, в котором участнику предъявляются три закрытых двери, за которыми находятся призы. Ведущий поясняет, что в качестве призов, за одной из дверей находится автомобиль, за двумя другими – козлы. Задача участника шоу – правильно выбрать дверь и, следовательно, удачно получить приз. Ведущий знает, за которой дверью находится автомобиль. Ведущий предлагает участнику выбрать одну из трёх дверей. Участник указывает на одну из дверей. Эта дверь сразу не открывается, но ведущий открывает одну из оставшихся дверей, за которой, естественно, находится козёл, и предлагает участнику возможность изменить свой выбор двери. Вопрос: увеличатся ли шансы участника выиграть автомобиль, если участник примет предложение ведущего и изменит свой выбор? Правильный ответ: выигрышным (в вероятностном смысле) является именно решение изменить выбор. Вероятность получения главного приза при этом удваивается [2]. Данный вывод, однако, является не самоочевидным. «Самопроизвольно подключается» ЗС, согласно которому двери вроде бы те же, так какая разница, зачем менять?... Таким образом, ЧФ даже в подобной не сложной логической ситуации мешает принятию правильного решения. Корректность аналитического результата [2] может быть продемонстрирована на СП-модели [1], при построении которой делаются два конкретизирующих замечания.

Первое. В самой задаче двери – не нумерованные. Точнее, множество дверей не является линейно упорядоченным. Двери – просто разные. В связи с этим, в создаваемой модели, без нарушения общности, можно считать, что после того, как участник сделал первоначальный выбор двери, эта дверь «называется» 1-й. Это эквивалентно ситуации, когда двери пронумерованы, но участник всегда первоначально выбирает 1-ю дверь.

Второе. Ведущий, принимая решение о том, которую из дверей открыть, «мысленно рассматривает» только 2-ю дверь. Алгоритм «хода мысли» ведущего следующий: если за 2-й дверью козёл, ведущий её открывает; если же там автомобиль, ведущий открывает 3-ю дверь. Таким образом, ведущий попросту минимизирует ситуацию для участника, сводя её к двум альтернативам.

СП модель стандартного варианта ПМХ прокомментирована в [1]. Для последующего изложения представляет интерес карты смены разметки СП-модели для проигрышных (1-3) и выигрышных (4-6) вариантов игры. В рассматриваемой далее СП модели модифицированного ПМХ обозначения мест согласно стандартной модели [1] – в основном сохранены: **a** – решение участника «менять – не менять» свой выбор; **b, c, d** – «расстановка призов»; **e** – «активность» ведущего; **h** (далее в модифицированном варианте вводится так же **g**) – промежуточное, используемое в процессе работы модели; **m** и **n** – результат игры: «выигрыш» и «проигрыш» участника, соответственно.

	a	b	c	d	e	h	m	n
(1)	1	1	0	0	1	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	1
(2)	0	0	1	0	1	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	1
(3)	0	0	0	1	1	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	1
(4)	1	0	1	0	1	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	1	0
(5)	1	0	0	1	1	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	1	0
(6)	0	1	0	0	1	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	1	0

Легко видеть, что в стандартном ПМХ выигрышных вариантов столько же, сколько и проигрышных, но *участник* имеет возможность повысить свои шансы. Из числа выигрышных вариантов, – два (4 и 5) реализуются сменой выбора двери. То есть, как и показано в [2], смена выбора двери – выигрышная стратегия.

Вероятностно-модифицированный вариант парадокса Монти Холла состоит во введении не равновероятного размещения призов за дверями. В стандартной версии ПМХ молчаливо предполагается, что приз может находиться за любой из дверей с равной вероятностью. В рассматриваемом далее модифицированном варианте – данное условие снято: вероятность нахождения приза за 1-й, 2-й, 3-й дверьми равна, соответственно, p_1, p_2, p_3 ; где $p_1 \neq p_2 \neq p_3, p_1 + p_2 + p_3 = 1$. Для технической реализации этой ситуации, числовое значение $x \in [0, 1]$, полученное с помощью генератора псевдослучайных чисел с равномерным законом распределения, преобразуется в номер двери $N: \{1, 2, 3\}$, за которой предписывается расположить приз, согласно правилу:

$$N = \begin{cases} 1, & 0 \leq x < p_1; \\ 2, & p_1 \leq x < (p_1 + p_2); \\ 3, & (p_1 + p_2) \leq x \leq 1. \end{cases} \quad (1)$$

Очевидно, что при $p_1 = p_2 = p_3 = 1/3$ ситуация сводится к стандартному варианту, в котором выигрышная стратегия поведения *участника* – смена двери. Интересен вопрос: следует ли *участнику* придерживаться правила смены двери в модифицированном варианте игры?

Достаточно очевидна стратегия *участника*, например, при $p_1 < p_2 \ll p_3$ или $p_1 \ll p_2 < p_3$. Следует выбрать сначала дверь с наименьшей вероятностью, а затем сменить дверь. Но ситуация не столь ясна, если набор значений p_1, p_2, p_3 становится известным *участнику* только *после* выбора первой двери. Т.е. *участник* сначала указывает первую (начальную) дверь, потом на дверях развешивают таблички со значениями p_1, p_2, p_3 , затем *ведущий* открывает одну из невыбранных дверей и после этого предлагает *участнику* возможность изменить выбор двери. СП модель [1] для этого случая должна быть

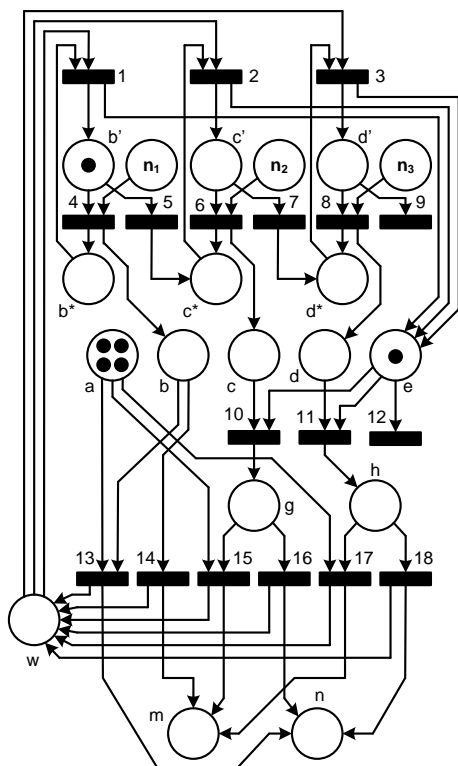
модифицирована с тем, чтобы обеспечивалась раздельная подача меток из мест c и d в места m и n . В варианте [1] заполнение мест c и d равновероятно; поэтому *ведущий* работает с ними симметрично; поэтому в модели допустимо их подключение к единому месту h . Но как только для мест c и d вероятности помещения приза становятся различными – симметрия нарушается и для полноты описания – появляется необходимость введения дополнительного места g и пары дополнительных переходов. Раздельные места g для c и h для d – позволяют воспроизвести на СП-модели статистические испытания: проиграть все возможные 6 комбинаций с требуемым соблюдением пропорциональности частотности расстановки меток.

Обозначим P_{11} и P_{10} – вероятность выигрыша (первый индекс) *при смене* и *без смены* (второй индекс) двери, соответственно. Обозначения для вероятности проигрыша будут P_{01} и P_{00} ; $P_{11} + P_{01} = 1$; $P_{10} + P_{00} = 1$. Пусть вероятности наличия приза p_1, p_2, p_3 допускают целочисленное выражение: заданы, например, в целых значениях процентов n_1, n_2, n_3 , соответственно, где $n_1 + n_2 + n_3 = 100$. В рамках комбинаторного подхода (см. таблицу выше), имеется 6 возможных разметок мест (a, b, c, d): (1100), (1010), (1001), (0100), (0010), (0001). Данная ситуация может быть проиграна на СП модели [1], дополненной местом g . С учётом (1), для этого требуется n_1 -кратно запустить модель при (1100), затем n_2 -кратно при (1010), затем n_3 -кратно при (1001) с накоплением меток в m и n . Значения N_{m1} (число выигрышей) и N_{n1} (число проигрышей) запомнить и в модели обнулить. Затем требуется n_1 -кратно запустить модель при (0100), затем n_2 -кратно при (0010) и n_3 -кратно при (0001) с накоплением меток в m (N_{m0} - выигрыш) и n (N_{n0} - проигрыш). Значения N_{m0} (число выигрышей) и N_{n0} (число проигрышей) так же запомнить. Таким образом, указанные 6 комбинаторных вариантов отыграны в модели пропорционально их вероятностям. Далее реализуется сопоставление вероятностей:

$$P_{11} = N_{m1} / (N_{m1} + N_{n1}); \quad P_{10} = N_{m0} / (N_{m0} + N_{n0}) \quad (2)$$

выигрыша *при смене* двери и *без смены* двери, соответственно, что и является результатом моделирования - рекомендацией по оптимальной стратегии игры. Описанная методика реализуется СП-моделью, содержащей ядро (СП модель согласно [1], дополненная местом g) обрамлённое «полуавтоматической» логикой. Дополнительно введены 10 мест и 9 переходов. Три однотипные группы, обозначенные ($b', b^*, n_1, 1, 4, 5$), ($c', c^*, n_2, 2, 6, 7$) и ($d', d^*, n_3, 3, 8, 9$), предназначены для автоматизации циклической смены разметки ядра модели. Место w замыкает цикл смены разметки. «Полуавтоматичность» системы состоит в том, что её нужно запускать дважды, раздельно для ситуаций *со сменой* и *без смены* дверей. При запуске для расчёта варианта *со сменой* двери – место a «заряжается» $n_1 + n_2 + n_3$ метками, изображающими смену двери в каждом из запусков ядра модели. В

место b' помещается метка, изображающая начальное положение приза. Метка в месте e изображает активность *ведущего* по открытию дверей. Наконеч в места, обозначенные n_1, n_2, n_3 помещаются, соответственно, по n_1, n_2, n_3 меток, изображающих кратность запуска ядра модели при соответствующем положении приза.



Исходная разметка СП показана на рисунке. При первом *цикле смены разметки* (ЦСР) срабатывает переход 4, изымается метка из b' и одна из меток из места, обозначенного n_1 , сбрасываются метки в b и b^* . Место b^* является ёмкостью промежуточного хранения сигнальной метки до завершения работы ядра модели. Место b есть «штатное» место ядра модели рисунок 2, изображающее первую дверь. Таким образом, дальше ситуация сводится к циклу работы СП. «По игре» - вступает *ведущий*: срабатывает один из переходов 10, 11, 12. Затем срабатывает переход 13, куда снимается одна из меток из a и метка из b . При этом сбрасываются метки в n (начало накопления значения N_{n1} - проигрыш) и в w (конец ЦСР). При следующих (n_1-1) ЦСР, метки из b^* и w поступают в переход 1, далее из 1 сбрасывается по одной метке в места b' и e . Ядро модели «заряжено» для следующего ЦСР.

По прохождении n_1 ЦСР, при которых в n оказываются сброшенными n_1 меток, вместо 4-го, срабатывает 5-й переход и метка из b' поступает в c^* , перемещая тем самым приз за 2-ю дверь. Далее отыгрывается n_2 ЦСР, при которых n_2 меток сбрасываются в m . Затем, вместо 6-го, срабатывает 7-й переход и метка из c' поступает в d^* , устанавливая приз за 3-ю дверь. При этом ещё n_3 меток сбрасываются в m . Наконец, когда все n_3 метки будут сброшены, вместо 8-го перехода сработает 9-й, который поглотит метку из d' . СП завершила работу. Результат: в m накоплено (n_2+n_3) меток, n накоплено n_1 меток.

При запуске для расчёта варианта *без смены двери* – исходная разметка такая же, как и для варианта *со сменой двери*, за исключением того, что место a оставлено неразмеченным, что изображает намерение участника не менять дверь. Общая логика работы СП остаётся прежней. Легко видеть, что в ходе ЦСР в m накоплено n_1 меток, n – (n_2+n_3) меток.

Далее, после подстановки в (2) значений в m и n в первом и втором запусках модели, получаем вероятности выигрыша *при смене* и *без смены* двери.

$$P_{11} = (n_2 + n_3) / (n_1 + n_2 + n_3); \quad P_{10} = n_1 / (n_1 + n_2 + n_3). \quad (3)$$

Расстановкой числа меток n_1, n_2, n_3 , мы комбинаторно воспроизвели в модели частотность событий, соответствующую (пропорциональную) вероятностям p_1, p_2, p_3 . Поэтому в (3) вместо n_1, n_2, n_3 могут быть подставлены p_1, p_2, p_3 , что, с учётом $p_1 + p_2 + p_3 = 1$, является аналитическим решением задачи в этой постановке:

$$P_{11} = (p_2 + p_3); \quad P_{10} = p_1. \quad (4)$$

Смысл (4) в том, что изначально выбранную дверь не следует менять, если ей соответствует вероятность не менее $1/2$. Если же $p_1 < (1/2)$, то это значит, что $p_2+p_3 \geq (1/2)$ и значит, что следует поменять дверь.

Легко видеть так же, что поскольку в стандартном варианте ПМХ $p_1 = p_2 = p_3 = 1/3$, - получаются значения вероятностей выигрыша $2/3$ *при смене* и $1/3$ *без смены* двери, что соответствует (1), и как изложено в [5]; т. е. решение не противоречит стандартному варианту.

Обсуждение. Правомочен вопрос: стоило ли создавать СП-модель при наличии столь простого аналитического решения? Ответ следующий.

1. Парадокс перестаёт быть парадоксом только после того, как «получает своё объяснение». До этого – он «противоречит ЗС». В рассматриваемом случае аналитическое решение приобрело ясные очертания только после (и благодаря) демонстрации с использованием представленных моделей.

2. Цель представленного материала – наработка типовых решений, применительно к использованию в ЭС и СППР.

Моделируемая ситуация действительно не отличается сложностью. Но сложность, превышающая чисто аналитические возможности, находится «совсем не далеко». Существуют «проклятие размерности», динамичность, неэргодичность, нестационарность, нелинейность и др. которые по одиночке или в комбинациях способны свести на нет практически любые аналитические возможности. Существует даже более простая вещь: воздействие на объект нескольких сложным образом взаимосвязанных случайных факторов с разными аналитически известными (!) функциями распределения. Получение и исследование аналитических решений при этом (в типичном случае) может быть связано с существенными трудностями. Поэтому ценность изложенного не столько в конкретной представленной СП-модели, сколько в демонстрации принципов и подходов, которыми возникающие многоисходные вероятностные ситуации могут быть реализованы в СП-моделях и вероятностно оценены.

3. Простота и «игровой характер» не являются мерами критичности для изучения объектов и ситуаций. Следует помнить, что теория вероятностей и комбинаторика зародились в XVII веке в связи с популярностью азартных игр, примерами из которых традиционно и по сей день пестрит соответствующая математическая литература. С другой стороны, разумеется, ПМХ «про козла за дверью» рассмотрен вовсе не в аспекте развития шоу-бизнеса. Более серьёзной прикладной областью является, например, дистанционное обеспечение надёжности бортовых технических систем. На текущий момент уже не относятся к сфере sciense fiction автономные самовосстанавливающиеся системы, находящиеся на удалённых не обслуживаемых объектах. Таковыми являются, например, космические аппараты. Дистанционная техническая поддержка подобных систем может быть осложнена (ограничена) задержкой во времени, информационным каналом, ограниченным ресурсом и др. В случае возникновения неисправностей, дистанционное обслуживание (человеческое интеллектуальное сопровождение) преимущественно может включать вероятностный анализ ситуаций, консультирование, реконфигурацию подсистем и др. Прямое (ручное) управление оказывается малоэффективным по причине временной задержки и ограниченной надёжности связи. Легко видеть, что в основных чертах это соответствует ПМХ. Таким образом, с рядом оговорок, представленное выше СП-моделирование может рассматриваться в качестве прототипа в решении подобных перспективных сложных задач.

1. Михаль О.Ф. Демонстрация парадокса Монти Холла на сетях Петри // Информатика, математическое моделирование, экономика: Сборник научных статей по итогам Четвёртой Международной научно-практической конференции, г. Смоленск, 23-25 апреля

2014 г. В 2-х томах. Том 1 – Смоленск: Смоленский филиал Российского университета кооперации, 2014. – с. 132-137.

2. S. Gnedin. The Mondee Gills Game. // The Mathematical Intelligencer, Volume 34, Number 1, 2012, p. 34-41.

3. Котов В.Е. Сети Петри. - М.: Наука, 1984. - 160 с.

**д.т.н. профессор Михаль О.Ф.,
ассистент Дяченко В.А.,
магистрант Ермолов О.Ю.,
магистрант Степанюк В.И.**

**Харьковский национальный университет радиоэлектроники
E-mail: oleg.mikhal@gmail.com**

ЛОКАЛЬНО-ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ НЕЙРОННЫХ СТРУКТУР НА СЕТЯХ ПЕТРИ

Рассмотрены принципы моделирования и особенностей реализации моделей биологических нейронных структур на одном из возможных (перспективных) аппаратов моделирования - сетях Петри с применением локально-параллельных алгоритмов.

Ключевые слова: моделирование, сети Петри, биологический нейрон.

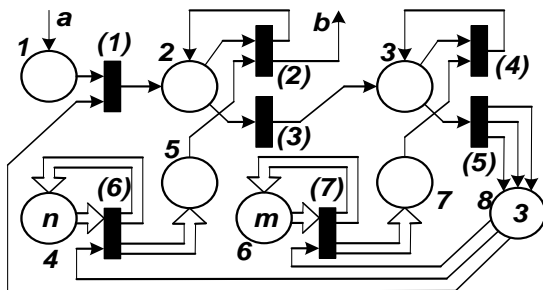
Введение. Живая клетка - *биологический нейрон* (БН) представляет собой логический элемент с тремя состояниями: "пассивность", "возбужденность", "релаксация". Согласно современным представлениям, он является базовым элементом организации информационных структур объектов живой природы. БН традиционно рассматривается как прообраз логического устройства - *технического нейрона* (ТН). Как прототип, БН демонстрирует значения ряда функциональных параметров, далеко ещё не достигнутых в ТН; а также уникальные и во многом не до конца изученные принципы работы. Сказанным определяется *актуальность* создания *модели биологического нейрона* (МБН), воспроизводящей элементов работы БН применительно к реализации их в ТН.

Цель настоящего сообщения – обсуждение (в развитие и с конкретизацией рассматривавшегося ранее [1, 2]) принципов моделирования биологических нейронных структур на одном из возможных (перспективных) аппаратов моделирования - *сетях Петри* (СП) с применением *локально-параллельных* (ЛП) алгоритмов.

Моделирование активности биологического нейрона на сетях Петри. В качестве аппарата моделирования, удобны СП, отличающиеся компактностью представления информации, асинхронностью, распределённостью и прозрачностью интерпретации.

Укрупнённый вариант (ядро) СП-модели представлен на схеме. Вход и выход обозначены *a* и *b*.

Фиксированные периоды (продолжительность, число циклов) "возбуждённости" и "релаксации" воспроизведены циклами прохождения *внутренней* сигнальной метки. Продолжительность циклов задаётся отдельно двумя счётчиками меток: место 4, *n* - возбуждённое состояние, активность; место 6, *m* - восстановление готовности модели, релаксация. Назначение остальных мест: 1 - входной буфер; 2 - отработка цикла возбуждённого (активного) состояния МБН; 3 - отработка цикла состояния релаксации; 5 и 7 - внутренние буферные каскады; 8 - буфер обратной связи МБН. Прозрачные стрелки (переходы 6 и 7) - прохождение меток поддержания состояний "возбуждённости" и "релаксации". В МБН применена СП с фиксированной последовательностью срабатывания переходов, показанной на схеме посредством нумерации (цифры в круглых скобках) переходов. Таким образом, модель является чисто детерминированной. Момент случайности (возможно наличный в живых системах) настоящей МБН (текущим используемым вариантом аппарата СП) не воспроизводится.



Цикл прохождения *внутренней* сигнальной метки модели - последовательность мест 2-3-4-8. В последнее, как показано на схеме, - сбрасывается 3 метки, *конкурентно* запускающие режимы готовности ("пассивность", переход (1)), активной работы ("возбуждённость", переход (6)) или не готовности ("релаксация", переход (7)). Коллизии разрешаются фиксированной последовательностью опроса срабатывания переходов. Таким образом, если, например, с *a* в место 1 приходит новая метка - новый сигнал возбуждения для МБН, - в случае если нейрон находится в состоянии "релаксации", сигнал будет игнорироваться до достижения нейроном состояния готовности ("пассивности"). Поскольку изображено только ядро нейрона (одиночной клетки), условно не показаны структуры для "начальной заправки" мест 4 и 6. Поэтому демонстрируемая структура обрабатывает только единственное (однократное) прохождений сигнала от входа к выходу (*a* → *b*). Смены разметок СП являются

дискретами модельного времени. Текущее состояние МБР и прохождение *внешней* сигнальной метки (от входа к выходу: $a \rightarrow b$) отслеживается линейкой индикаторных мест МБР.

Как отмечалось, моделирование представляет интерес в связи с уникальностью БН, как прототипа для технических систем и не полной изученностью принципов его функционирования. Воспроизведение функций нейрона на модели позволяет варьировать параметры, что не всегда доступно (возможно) в натурном эксперименте. Перспектива использования модели связана с наращиванием числа нейронов и составлением из них сборных нейронных конструкций. Объединение нескольких МБН потенциально позволили воспроизвести взаимодействие между БН и проследить, таким образом, информационные процессы - аналоги простейших реакций, рефлексов и логических функций, реализуемых мозгом.

Локально-параллельная реализация. Согласно имеющимся оценочным данным, головной мозг человека содержит от 10^{12} до 10^{16} нейронов. Точность в пределах 4 порядков более уместно характеризовать понятием “неопределённость”, чем “погрешность”, однако *бесспорны* огромные технические сложности, которые возникают при попытке компьютерного моделирования систем БН подобного объёма. Стоит отметить, например, что даже *фиксация* некоторого “понейронного мгновенного снимка” состояния активности нейронов (если бы таковой был получен, даже в оцифровке с низким разрешением), - с трудом поместилась бы на современный HDD объёмом несколько терабайт. Окончательное решение проблемы на настоящий момент не просматривается. Возможно, подобные задачи могут быть реализованы в будущем, на компьютерных средствах, работающих на иные принципы. Но в постановочном плане - безусловно *перспективны* усилия по поиску путей снижения ресурсоёмкости вычислений при разработке моделей нейронных систем. В связи с этим, представляет интерес принцип низкоресурсной ЛП обработки информации в применении к построению МБН на СП.

Согласно сделанным ранее оценкам, аппарат СП в ЛП реализации обеспечивает выигрыш одновременно в производительности и по расходу компьютерной памяти, возрастающий пропорционально разрядности используемого процессора.

Представление информации в ЛП форме отличается компактностью, низкой ресурсоёмкостью, а, следовательно, потенциально, высокой эффективностью алгоритмов обработки. В ЛП представлении отдельные информационные фрагменты располагаются в соседствующих непересекающихся сегментах внутри числа в пределах разрядности используемого средства ВТ. Указанный набор сегментов называется *регистровое представление* (РгП). В ЛП алгоритмах производятся операции над РгП, в ходе которых взаимно-однозначно соответствующие сегменты РгП-операндов взаимодействуют между собой, не оказывая влияния на

соседствующие сегменты. Информация при этом обрабатывается одновременно (параллельно во времени), но в представлении и в пределах ресурсов традиционной последовательной ВТ (Фон-Неймановского типа). ЛП представление информации особенно удобно в случае однотипных данных, которые могут быть закодированы в одинаковом формате и сохранены в виде сегментов равного размера, так как при этом алгоритмы обработки имеют наиболее простой вид.

Как отмечалось, БН, в отличие от базового элемента современных традиционных средств ВТ, может находиться в одном из трёх циклически сменяющихся состояний.

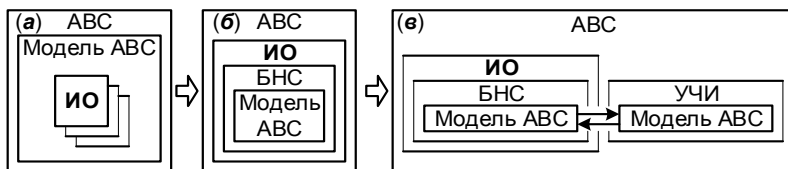
Модель нейронной сети является составной: состоит из нескольких субмоделей - моделей отдельных простых БН, соединённых между собой согласно той конфигурации, которая исследуется (моделируется). При реализации фрагмента сети из нескольких произвольно (псевдослучайно, либо согласно плану проведения эксперимента) связанных между собой БН, каждый из которых имеет свою собственную фазу работы и индивидуальные значения n и m , суммарная картина активности НС (предмет исследования) зависит от соотношения фаз и значений n и m субмоделей. За счёт того, что матрицы, на которых написаны отдельные СП-модели отдельных БН, представлены в ЛП форме, каждая из субмоделей БН может рассматриваться как относительно автономная. При этом, сборная модель НС легко реконфигурируема. Этим модель НС привлекательна в качестве инструмента исследования и многообещающа в плане результатов.

Низкоресурсная ЛП обработка информации в сочетании с использованием аппарата СП обеспечивает рост производительности при переводе модели НС на процессор с более высокой разрядностью. Компактное представление информации обеспечивает использование меньших объёмов памяти или, соответственно, больший размер модели при фиксированных объёмах памяти. Дополнительный выигрыш производительности достигается за счёт параллельности обработки в ЛП представлении.

Интерпретационные возможности моделирования фрагмента биологической нейронной сети. *Биологические* (живые) *нейронные сети* (БНС) интересны многообразием «режимов функционирования», следствием чего является разнообразие поведения *индивидуальных особей* (ИО) организмов, обеспечивающее выживание видов в *агрессивной* (враждебной, конкурентной) *внешней среде* (АВС).

Сущность функционирования нейронных сетей в живых организмах - есть создание в той или иной форме образов (моделей) АВС с последующей коррекцией индивидуального или коллективного поведения ИО согласно правилам, отрабатываемым на этих моделях. Основные моменты, связанные с эволюцией живых организмов,

иллюстрируются схемой. Направление эволюционного процесса обозначено прозрачными стрелками.



Простейшие ИО (например, одноклеточные) - в известном смысле сами являются элементами некоторой глобальной модели, тождественной ABC (а). Правила поведения (реакции на конкретные воздействия ABC, то есть самой глобальной модели) отрабатываются средствами естественного отбора по Дарвину. Таким образом, правила вырабатываются фактически не для ИО, а для популяции в целом (как показано на (а)).

У более развитых организмов появляется нервная система - БНС, то есть некоторое «вычислительное средство» для создания личной внутренней индивидуальной модели ABC (б). Эволюция организмов сопровождается совершенствованием моделирующего «вычислительного средства». Совершенствование происходит путём селекции наиболее совершенных (функциональных, развитых) воплощений, методом естественного отбора в процессе межвидовой и внутривидовой борьбы, опять же по Дарвину.

Текущий этап (в) глобальной эволюции живых систем, связанный с интеллектуальной человеческой деятельностью, характеризуется перенесением процесса моделирования на внешние устройства - *усилители человеческого интеллекта* (УЧИ). По своему смыслу, эти устройства являются дополнениями и продолжениями БНС. В функциональном отношении, они подхватывают и развивают информационные процессы, реализуемые БНС. Таким образом, между моделями (частями модели) ABC в БНС и УЧИ реализуется информационный обмен (показан на (в) разнонаправленными стрелками).

Представленная схема является упрощённой по крайней мере в трёх аспектах.

- Не обозначены мотивационные моменты (цели и движущие силы), согласно которым ABC является именно агрессивной, а ИО должны стремиться модельно эволюционировать.
- Не прослежены индивидуальные и коллективные аспекты моделирования.
- Не представлено разграничение между «аппаратной частью» и «программным обеспечением» БНС.

Однако в целом схема достаточна, как исходный пункт концептуального рассуждения.

С учётом представленной схемы, важной составляющей исследования становится моделирование самого процесса моделирования АВС средствами БНС. В особенности, представляет интерес “интеллектуальный” этап эволюции (**ϵ**), так как именно на нём БНС выступает в качестве прототипа УЧИ. У организмов, наделённых высшей нервной деятельностью, процесс моделирования (работы мозга) наблюдается в виде волн (циклов, колебаний) мозговой активности, регистрируемых, в частности, средствами энцефалографии.

Модель *фрагмента* БНС, составленная из простых моделей нейронов, характеризующихся в дискретном времени индивидуальными значениями периодов «возбуждения» и «релаксации», способна воспроизводить «разфазировку» в работе нейронов, а также, при достаточных объёмах, смену интенсивности функционирования отдельных областей, что интерпретируемо как аналог мозговой активности. Изучение модели интересно в плане сопоставления с реальными БНС и реализуемым ими поведением организмов.

1. Ермолов О.Ю., Дяченко В.А., Михаль О.Ф. Моделирование на сетях Петри активности биологического нейрона. // Материалы 19-го Международного молодёжного форума «Радиоэлектроника и молодёжь в XXI веке». Сб. материалов форума. Т.5. – Харьков: ХНУРЭ. 2015. – с. 148-149.

3. Степанюк В.И., Дяченко В.А., Михаль О.Ф. Интерпретационные возможности моделирования фрагмента биологической нейронной сети. // Материалы 19-го Международного молодёжного форума «Радиоэлектроника и молодёжь в XXI веке». Сб. материалов форума. Т.5. – Харьков: ХНУРЭ. 2015. – с. 170-171.

**д.т.н. профессор Михаль О.Ф.,
ассистент Дяченко В.А.,
Мясоедов Г.В.,
Сафонов Д.А.**

**Харьковский национальный университет радиоэлектроники
E-mail: oleg.mikhal@gmail.com**

МОДЕЛЬ ФРАГМЕНТА БИОЛОГИЧЕСКОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ НА СЕТЯХ ПЕТРИ

Предложена минимальная по структуре и простая по программной реализации упрощённая модель одиночного биологического нейрона на сетях Петри.

Ключевые слова: модель нейрона, нейронная сеть, сети Петри.

Введение. Построение моделей *нейронных структур* (НС), воспроизводящих естественные биологические НС (информационные структуры, составленные из *биологических нейронов* (БН)), представляет интерес по крайней мере в трёх аспектах:

- выработка общего понимания информационных процессов, происходящих в БН - живых (естественных, природных) «носителях интеллекта»;
- поиск и разработка методов для исследования параметров работы искусственных НС, воспроизводящих естественные НС;
- наработка «парка моделей», в частности на *сетях Петри* (СП), с перспективой последующей интеграции их (или формализованных с их использованием принципов) в более обширные «образования» для использования, в частности, в *экспертных системах* (ЭС) и *системах поддержки принятия решений* (СППР).

Развитие любого из указанных аспектов может оказаться в конце концов ключевым в понимании системных принципов функционирования «носителей интеллекта» и достаточно важным в дальнейшем совершенствовании средств вычислительной техники в направлении поддержки функций усиления человеческого интеллекта.

Цель настоящего сообщения – формулирование (в развитие к рассмотренному ранее [1, 2]) ряда базовых понятий, которые целесообразны к изучению средствами моделирования: построение одиночного нейрона, как прибора с 3 логическими состояниями и комбинирование нескольких нейронов в простую НС с обратной связью.

«Носитель интеллекта», как термин, – заключён в кавычки ввиду *парадоксальности* его смысла, состоящей в следующем. На настоящий момент прочно установлено, что в объектах живой природы вся нервная деятельность (от элементарных реакций и рефлексов до высших проявлений духовности и творческой активности) «аппаратно реализована» на НС. Однако собственно понятие «интеллект» имеет нечёткую природу, допускает множество градаций и какая-либо (сколь либо чёткая) «нижняя граница» его проявления по существу не установлена. Философское понятие «переход количества в качество» по существу является констатацией этого факта и в содержательном плане ничего не добавляет. В связи с этим, нейрон, возможно являющийся «элементарной частицей», которая может претендовать на звание «носителя интеллекта», чрезвычайно важен как предмет изучения и объект моделирования.

Биологический нейрон, как устройство, являющееся носителем определённой части столь сложного явления, как интеллект, в системном смысле (в информационном плане, согласно текущим представлениям) устроен довольно просто. Нейрон способен находиться в 3 *состояниях*: "*пассивное*" (ПС), "*возбуждённое*" (ВС),

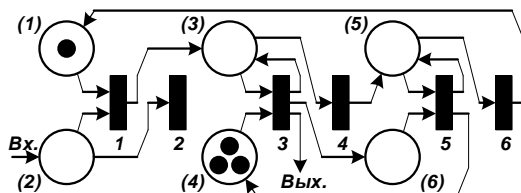
"релаксация" (РС). Соответственно, дискретно-временная модель одиночного БН на СП должна характеризоваться двумя параметрами: числами n и m временных дискретов (циклов смены разметки СП), приходящихся на периоды ВС и РС, соответственно. Реакция модели на входное воздействие (метку на входе) должна различаться в зависимости от того, в какой фазе (состоянии) работы модели эта метка поступила.

На диаграмме, иллюстрирующей динамику смены состояний БН, представлены последовательно сменяющиеся фазы БН на временной оси T .



Временные отсчёты $t_1 - t_{i+3}$ (обозначены жирными метками) демаркируют границы состояний. Прозрачными стрелками обозначены моменты времени, в которые рассматривается поведение системы. *Пассивность* - есть готовность нейрона перейти в *активное* состояние. Если бы внешнее воздействие (входная метка в СП модели) поступило в моменты t_1 или t_4 , то в эти моменты времени прервалась бы *пассивная* фаза и началась *активная*. Но по-видимому этих воздействий тогда не было и поэтому нейрон переходил в *активную* фазу в более поздние моменты t_i и t_{i+3} . В моменты времени t_2 и t_5 система (нейрон) уже находится в состоянии *активности*. Поэтому поступающие сигналы поглощаются, не изменяя состояние системы. Повлиять на продолжительность *активной* фазы они так же не могут, поскольку *активная* фаза есть расходование некоторого внутреннего энергетического ресурса БН. Наконец в момент t_3 сигнал игнорируется, т.к. БН не имеет достаточного энергетического ресурса и как раз в этот момент занимается его восстановлением.

Модель одиночного нейрона (минимальный фрагмент НС) иллюстрируется СП, представленной на схеме:



Три последовательные фазы (смены состояний) работы модели нейрона наглядно представлены однородными группами элементов:

- ПС (пассивность, наличие «энергетического ресурса», готовность к переходу в активное состояние) – места (1) и (2), переходы 1 и 2;

- АС (активность, выработка «энергетического ресурса») – места (3) и (4), переходы 3 и 4;

- РС (релаксация, накопление «энергетического ресурса») – места (5) и (6), переходы 5 и 6.

Текущая принадлежность к одному из состояний (нахождение в одном из состояний) индицируется положением сигнальной метки в местах (1), (3) и (5). На представленной схеме сигнальная метка находится вместе (1), что означает, что БН находится в состоянии ПС. «Энергетический ресурс» изображается набором меток, которые находятся в местах (перемещаются между местами) (4) и (6). На представленной схеме три метки находятся в месте (4), что соответствует состоянию ПС и указывает, что продолжительность фазы АС будет составлять 3 временных дискрета.

Работа модели одиночного нейрона состоит в следующем, Правильно размеченное первоначальное исходное состояние изображено на представленной схеме. Это состояние соответствует режиму ПС у БН и в нём модель может находиться неограниченно долго, в ожидании входного сигнала, подаваемого в виде метки, поступающей (Вх.) в место (2). При поступлении метки – модель начинает работать и последовательно отыгрывает цепочку смен состояний ПС → АС → РС → ПС. Происходит следующее. На входах перехода 1 имеется пара меток (в (1) и (2)); переход 1 срабатывает и метка сбрасывается в место (3). Это положение метки индицирует, что модель перешла в состояние АС. При этом, на входах перехода 3 имеется пара меток (в (3) и (4)); метка из (3) и одна из меток из (4) изымаются; переход 3 срабатывает и сбрасывается по одной метке в места (3) и (6), а так же на выход (Вых.) модели. Сброс метки в (3) удерживает модель в состоянии АС. Поступление метки на выход (Вых.) есть выдача сигнала на другую аналогичную модель БН, подключённую к выходу. Сброс метки на (6) есть один из шагов «перекачки меток» (4) → 3 → (6). Поскольку в местах (3) и (4) имеются метки, переход 3 снова сработает и сбросит ещё по одной метке. Как показано на схеме, в месте (4) изначально находилось 3 метки. Это значит, что «перекачка меток» (4) → 3 → (6) отработает 3 цикла. В последнем из них сигнальная метка из перехода 3 поступает в место (3), но далее срабатывает переход 4 метка переходит в (5), переключая модель в режим РС. К этому моменту место (4) пусто, а в месте (6) имеется полный комплект меток (в нашем случае – 3 штуки), что соответствует полной выработанности «энергетического ресурса» нейрона и заданию продолжительности периода релаксации РС. Механизм, реализующий режим РС (места (5) и (6), переходы 5 и 6), полностью аналогичен механизму реализации режима АС (места (3) и

(4), переходы 3 и 4). Различие состоит лишь в направлении «перекачки меток» (6) \rightarrow 5 \rightarrow (4). По завершении процесса «перекачки», последняя сигнальная метка, сброшенная в (5), поступает не в переход 5, а через переход 6 возвращается с место (1). Этим осуществляется переключение модели в БН в режим РС.

Пока модель находилась в состояниях АС или РС, на любых из этих 8 тактов работы, через вход модели (Вх.) в место (2) могли поступать внешние сигнальные метки от других нейронов. Все они были игнорированы. Поскольку в месте (1) не было внутренней сигнальной метки, переход 1 не мог сработать. Вместо него всякий раз срабатывал переход 2, который безвозвратно изымал метку из (2).

Ограничение (упрощение) работы модели одиночного нейрона связано с равенством $n = m$ времён нахождения модели в режимах АС и РС. Как показано выше, оба временных интервала определяются пересылкой одного и того же фиксированного набора меток между местами (4) и (6). В реальных живых НС, продолжительности фаз АС и РС в общем случае зависят от множества факторов, связанных с особенностями обитания соответствующего живого организма во внешней среде (или особенностями расположения данного нейрона в данном живом организме). Соответственно, значения n и m – в общем случае не равны и не постоянны. Сказанным определяется ограничение (мера упрощённости) рассмотренной модели. Единственным оправданием использования модели при наличии такого ограничения (упрощения), является простота реализации на СП, а следовательно и простота (низкоресурсность) программной реализации.

Моделирование группы взаимосвязанных нейронов предполагает наличие ряда соединений (Вых.) \rightarrow (Вх.). Некоторые из вариантов соединений могут быть кратными, либо могут включать циклы. Сложность и многообразие структурообразования лавинообразно нарастает с ростом числа нейронов. При этом практически всякая из подобных многонейронных моделей интересна, как предмет изучения, чем и определяется привлекательность и полезность рассмотренной упрощённой модели одиночного нейрона

Модель, включающая группы взаимосвязанных БН, каждый из которых работает согласно представленной трёхфазной диаграмме, может демонстрировать особенности взаимодействия между отдельными нейронами в зависимости от разнесения их фаз во времени, а также динамику заполнения сети активным состоянием нейронов. Следует ожидать, что модель потенциально способна выявлять (демонстрировать) пульсации максимумов активности-релаксации при определённых соотношениях объёма сети, параметров связности сети и отношения n/m . Пульсации, которые могут быть интерпретированы как автоволновые колебания, представляют интерес как аналог ритмов головного мозга, критерии появления и динамика смены которых - приоритетно важны для оценки состояния НС.

Выводы. Предложенная модель одиночного биологического нейрона на сетях Петри является упрощённой, поскольку в ней жёстко фиксировано равенство продолжительностей фаз активности и релаксации. За счёт этого упрощения, модель минимальна по структуре и проста по программной реализации. Многонейронные сборки на базе рассмотренной простой модели, предположительно могут демонстрировать широкое многообразие аспектов нейронной активности, что представляет интерес в плане модельной оценки работы (устойчивости, производительности) различных конфигураций нейронных структур.

1. Мясоедов Г.В., Дяченко В.А., Михаль О.Ф. Модель фрагмента биологической нейронной сети на сетях Петри. // Материалы 19-го Международного молодёжного форума «Радиоэлектроника и молодёжь в XXI веке». Сб. материалов форума. Т.5. – Харьков: ХНУРЭ. 2015. – с. Материалы 19-го Международного молодёжного форума «Радиоэлектроника и молодёжь в XXI веке». Сб. материалов форума. Т.5. – Харьков: ХНУРЭ. 2015. – с. 162-163.

2. Сафонов Д.А., Дяченко В.А., Михаль О.Ф. Особенности локально-параллельной реализации на сетях Петри модели биологической нейронной сети // Современные методы развития информационно-коммуникационных технологий и средств управления. Материалы 4-й международной н.-т. конф. – Полтава-Баку-Белгород-Кировоград-Харьков, 2014. – с. 24.

**д.т.н. профессор Михаль О.Ф.,
магистрант Кошура В.В.**

**Харьковский национальный университет радиоэлектроники
E-mail: oleg.mikhal@gmail.com**

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ИНСТРУМЕНТАРИЯ НАКОПЛЕНИЯ И ДИАЛОГОВОЙ ОБРАБОТКИ ИНДИВИДУАЛЬНО-ЦЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ

Проанализированы требования к программным продуктам, в связи с разработкой инструментария для накопления и структурирования *индивидуально ценной информации* (ИЦИ). Рассмотрена реализация одного из плагинов – расширения аутлайнера Outwiker, – предназначенного для упрощения процедур реконфигурирования древовидной структуры каталогов хранения ИЦИ.

Ключевые слова: аутлайнер, древовидная структура.

Введение. Средства *вычислительной техники* (ВТ) по своему назначению, использованию и общей логике развития являются

усилителями человеческого интеллекта (УЧИ) [1]. Именно в этом смысле допустимо усматривать общность и единство между человеческим и машинным интеллектами, а также говорить об интеллекте, как о едином феномене. Феномен интеллекта является многоаспектным, и один из аспектов - организация памяти. Сильными сторонами машинной памяти являются, в частности, быстроедействие и хранение больших объёмов информации. Но при этом человеческая память остаётся эталоном и прототипом в части изучения принципов организации, применительно к реализации средствами ВТ, в виде *программных продуктов (ПП)*, то есть, применительно к созданию УЧИ.

Память предполагает отбор и хранение информации. Вся информация храниться не может, и не должна. Имеет смысл только та информация, которая используется (повторно и многократно). Отбор предполагает селекцию информации согласно её ценности, а ценность – соответствие некоторым критериям. В связи с этим, интересна *индивидуально-ценная информация (ИЦИ)*. Индивид - это одна из реализаций (единичная и конкретная) человеческого интеллекта, для которой требуется индивидуальный УЧИ. Таким образом, ИЦИ формируется согласно индивидуальным ценностным критериям и применительно к индивидуальному последующему использованию. Соответственно, средства ВТ, выступающие в качестве УЧИ, в части поддержания работы с ИЦИ, должны обеспечивать надлежащую гибкость в обработке информации, в формировании индивидуальных критериев ценности информации, а так же в организации информации в соответствии с этими индивидуальными критериями ценности.

Цель настоящей работы – анализ требований к ПП и средствам ВТ, в связи с разработкой, в продолжение к рассмотренному ранее [2, 3], элементов инструментария для структурирования (и реструктурирования) ценностных критериев, а также формирования (накопления, упорядочения и диалоговой обработки) ИЦИ.

Аутлайнеры это ПП, предназначенные для работы с ИЦИ. Термин появился относительно недавно и объединяет в себе разношёрстный материал. В интернете могут быть найдены десятки ПП - индивидуальных записных книжек, менеджеров заметок, блокнотов, органайзеров, программ для хранения личных материалов и заметок и др. В типичном случае аутлайнеры - это компьютерные программы, которые позволяют разделить текст на отдельные разделы, связанные меж собой древовидной структурой либо иерархически. Текст может быть свернут в узлы, либо развернут и отредактирован. Аутлайнеры обычно употребляются для программирования, сбора либо организации однотипных данных, записи мыслей и идей (индивидуальных, либо коллективных, например, касающихся управления проектами), и др. Важной особенностью многих аутлайнеров является возможность организации и реорганизации

структуры хранения информации, наличие механизмов поиска, многоуровневость и альтернативность систем упорядоченности на одном и том же массиве информации, поддержка ссылок между отдельными элементами и группами и др. В связи с этим, аутлайнеры существенно различаются по принципам программной реализации.

Индивидуально-ценная информация интересна (может быть охарактеризована) по крайней мере тремя аспектами: *индивидуальностью, изменчивостью и долговременностью*.

Индивидуальность предполагает разнообразие форматов хранимой информации, поскольку индивидуально-ценным является, преимущественно, содержание, «информационный контент», а не форма представления..

Изменчивость предполагает не только возможность редактирования, но и возможность реструктурирования массива хранимой ИЦИ, в частности, в соответствии с изменяющимися во времени индивидуальными представлениями о ценности того или иного блока в общем массиве ИЦИ.

Долговременность (долговременное хранение) ИЦИ предполагает поддержку наиболее устойчивых и перспективных форматов представления информации, простоту и устойчивость обеспечения целостности массива ИЦИ, Возможность параллельной (резервной) поддержки (редактирования) другими ПП, а так же минимальные изменения при возможных сменах аппаратных платформ и (или) операционных систем.

Круг ПП, наиболее полно (по нашему мнению) удовлетворяющий подобным представлениям о качестве аутлайнера, оказывается не столь уж и широким. В частности, MS OneNote, который решительно всем хорош в качестве хранилища и обработчика ИЦИ, выпадает, по причине преимущественной Windows-ориентированности.

Разнообразие принципов программной реализации аутлайнеров иллюстрируется несколькими группами (направлениями развития). Полный обзор и классификация не являются целью настоящей работы. Ограничимся лишь общими замечаниями. HTML-, PHP- и JavaScript-базированные аутлайнеры чаще всего предполагают наличие локального сервера, что не всегда удобно и бывает ресурсоёмко. Различные тайм-менеджеры и менеджеры заметок, многие из которых поддерживают (эмулируют) древовидную структуру хранения данных, большей частью базируются на локальных базах данных. Тайм-менеджеры безусловно хороши для оперативной обработки информации (текущая почта, заказы, управление проектами и др.), не предполагающей продолжительного долговременного хранения. Ограниченность форматов представления и возможные проблемы с переносимостью ИЦИ при смене аппаратно-программных платформ - снижают (по нашему мнению) применимость ПП.

Наиболее удобны к использованию, повидимому, аутлайнеры в которых в качестве деревообразующей (древовидной) - используется

сама файловая структура ОС. Файл, как единица хранения и базовый структурный элемент – инвариантен относительно ОС. Даже в случае перехода на другую аппаратно-программную платформу, файлы и их взаиморасположение в дереве каталогов остаются неизменными. Программная реализация аутлайнера базируется при этом по существу на работе с файлами, т.е. на использовании базовых функций ОС.

Имеется три аутлайнера, использующих файловую систему ОС, это Wikidpad [4], Outwiker [5], ТОМВО [6]. Все три являются проектами с открытым кодом, таким образом могут сопровождаться, обновляться и дополняться энтузиастами-пользователями-программистами в меру потребностей, изменения представлений УЧИ и в соответствии с текущими тенденциями развития средств ВТ.

ТОМВО – японская разработка. В сети выложены японская и английская версии. Поддерживает только txt-формат. Имеет механизм поиска и автонаименование-переименование файла в соответствии с содержимым его 1-й строки. Последнее – очень удобно. Файл автоматически сохраняется с новым (актуальным) именем, если заголовок соответствующей текстовой заметки был изменён.

Wikidpad – изначально англоязычный ПП. Русский хелп отсутствует. Имеется механизм поиска, а так же wiki-автоматизация, включающая, в частности, автогенерацию Содержания страницы (с заголовками и подзаголовками), генерацию todo-списков и автоматическое создание страниц и ссылок на эти страницы, по слову в camel-формате, в тексте любой другой страницы. Автопереименования файлов не поддерживает. Неудобством является так же то, что разветвлённая многоуровневая древовидная структура поддерживается только внутри интерфейса Wikidpad. В соответствующей директории ОС все поддиректории, соответствующие отдельным веткам, хранятся в единой директории. Т.е. возможности работы с древовидной структурой во внешних редакторах – несколько ограничены.

Outwiker – относительно недавняя изначально русскоязычная разработка с поддержкой своих wiki-правил и возможностью накопления (сбора, подключения) файлов любого формата в специальных накопительных директориях (__attach). Помимо аппарата поиска, имеется параллельная теговая структура, поддерживаемая облаком тегов. Имеется и активно развивается независимыми разработчиками система плагинов, позволяющая наращивать функционал ПП. По максимуму уже наличного предоставляемого функционала, ПП Outwiker был выбран как наиболее целесообразный для освоения, текущего использования и совершенствования инструментария.

Разработка элементов инструментария, как отмечалось, поддерживается в ПП Outwiker аппаратом плагинов. Разработанный плагин AutoRenamer, предназначенный для автоматического переименования заметок, реализует две задачи:

- выполнение автоматического переименования заметки при изменении первой строки заметки;
- автоматическое заполнение первой строки пустой заметки на основе имени заметки.

Автоматическое переименование заметки происходит в следующих случаях:

- в настройках выставлена опция "Автоматически переименовывать файлы по их первой строке". В этом случае будут переименовываться абсолютно все заметки;
- в теле заметки присутствует служебное слово (:autorename:). В таком случае будет переименована только та заметка, в теле которой будет найдено данное служебное слово. Для добавления данного служебного слова в заметку можно в режиме редактирования вики выбрать пункт меню Вики -> AutoRenamer -> Автоматическое переименование (:autorename:).

При этом следует учесть, что имя заметки не будет на 100% совпадать с содержимым ее первой строки. Так как файл физически переименовывается на диске, то он не должен содержать определенных символов. Эти символы и будут удалены из имени заметки. Кроме этого важно помнить, что даже после ручного переименования заметки ее имя вновь будет автоматически изменено, если будет удовлетворено одно из условий автоматического переименования заметок, указанных выше.

Автоматическое заполнение первой строки заметки происходит при создании пустой заметки. Первая строка заметки будет заполнена на основании введённого имени заметки, если в настройках выставлена опция "Автоматически устанавливать первую строку по имени страницы при создании". Следует помнить, что первая строка также будет установлена по имени заметки и в том случае, если в уже существующей заметке удалить абсолютно весь текст.

Более подробно работа разработанного плагина AutoRenamer, а так же особенности его установки описаны на сайте ПП Outwiker [5].

Перспективные направления развития инструментария в рамках ПП Outwiker, как отмечалось, формируются исходя из практики освоения и эксплуатации этого ПП. Так, если поместить рабочую директорию ПП ТОМВО [6] в специально определённую поддиректорию __attach рабочей директории ПП Outwiker, то устанавливается доступ к информационному блоку дерева ТОМВО из обоих этих продуктов. Как результат, с этим информационным блоком можно работать из любого из ПП, что создаёт дополнительные пользовательские удобства. Существующее ограничение – в ПП Outwiker непосредственно (за один клик) не раскрываются поддиректории дерева ТОМВО. Доступ имеется только через Проводник Windows. Перспективной является организация развёртывания-свёртывания узлов дерева ТОМВО непосредственно

внутри ПП Outwiker. Другое интересное направление – использование нескольких возможных (доступных по выбору) шаблонов начального заполнения при организации новой страницы.

Расширение инструментария аутлайнеров, предназначенного для автоматизации накопления и диалоговой обработки ИЦИ, в целом следует рассматривать как перспективное направление совершенствование УЧИ

1. Михаль О.Ф. Информационный аспект организации индивидуальной творческой человеческой деятельности. // Информатика, математическое моделирование, экономика: Сборник научных статей по итогам Третьей Международной научно-практической конференции, г. Смоленск, 24-26 апреля 2013 г. В 3-х томах. Том 2 – Смоленск: Смоленский филиал Российского университета кооперации, 2013. – С. 81-88.

2. Кошура В.В., Михаль О.Ф. Накопление и диалоговая обработка индивидуально-ценной текстовой информации. // Коваленко-март-2015

3. Кошура В.В., Михаль О.Ф. Методы накопления и диалоговой обработки индивидуально-ценной текстовой информации. // Материалы 19-го Международного молодёжного форума «Радиоэлектроника и молодёжь в XXI веке». Сб. материалов форума. Т.5. – Харьков: ХНУРЭ. 2015. – с. 233-234.

4. Интернет ресурс: <http://wikidpad.sourceforge.net/>

5. Интернет ресурс: <http://jenyay.net/Soft/Outwiker>

6. Интернет ресурс: <http://tombo.sourceforge.jp/En/>

**д.т.н. профессор Михаль О.Ф.,
аспирант Мохамад Али**

**Харьковский национальный университет радиоэлектроники
E-mail: oleg.mikhal@gmail.com**

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ЛОКАЛЬНО-ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СОРТИРОВКИ В СИСТЕМАХ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ.

Рассмотрено применение алгоритмов сортировки данных в локально-параллельном представлении в системах обработки информации с обратной связью. Частным подвидом таких систем являются обучающие системы.

Ключевые слова: локальная параллельность, сортировка данных, обработка информации.

Алгоритмы сортировки данных в *локально-параллельном* (ЛП) представлении допускают многообразные варианты применения [1] в

информационных системах (ИС). Цель настоящей работы – рассмотрение парадигмы их применения в системах *обработки информации* (ОИ) с обратной связью.

Упрощённо, ЛП ОИ предполагает помещение N независимых информационных фрагментов в кодированном виде (в битовом представлении) в непересекающиеся соседствующие m -битовые сегменты числа с разрядностью R регистра процессора. Таким образом, $mN \leq R$. Информация, уплотнённая посредством такого *регистрового представления* (РгП), обрабатываются по специальным алгоритмам. В результате оказываются обработанными *параллельно* N информационных фрагментов. Один из видов ЛП обработки - ЛП сортировка - предполагает разделение РгП на чётную и нечётную “полусборки” РгП, содержащие соответствующие сегменты, и последующие итерации m -битовых регистровых сдвигов чётной полусборки относительно нечётной. При каждом сдвиге полусборки параллельно посегментно сопоставляются и обмениваются некоторыми из сегментов, так чтобы в одной из них всякий раз оказывались большие, а в другой - меньшие значения. Результат: в худшем случае за N итераций РгП оказывается отсортированным.

В системе, рассмотренной в [1], информация от внешнего объекта обрабатывается (преобразуется) и поступает к оператору. Цель передачи информации – принятие оператором управленческих решений. В рассмотренном варианте [1], – источник исходной информации самый общий: окружающий мир. Оператор принимает некие управленческие решения относительно окружающего мира, в котором он находится. Подобная ИС может быть охарактеризована как *разомкнутая*.

На рис. 1 представлена структура ИС *с обратной связью*. Легко видеть симметричность и наличие функциональной инверсности. Для левой части источником информации (в виде данных, например, снимаемых с датчиков) является ОУ, приёмником информации (в виде содержательного описания (образа) состояния ОУ) - оператор, а для правой части – источником информации (в виде управленческого решения) является оператор, а приёмником информации (в виде управляющего воздействия) – ОУ. В обоих случаях – функционирование системы - процесс переработки входной информации в выходную, носящий последовательный характер во времени.

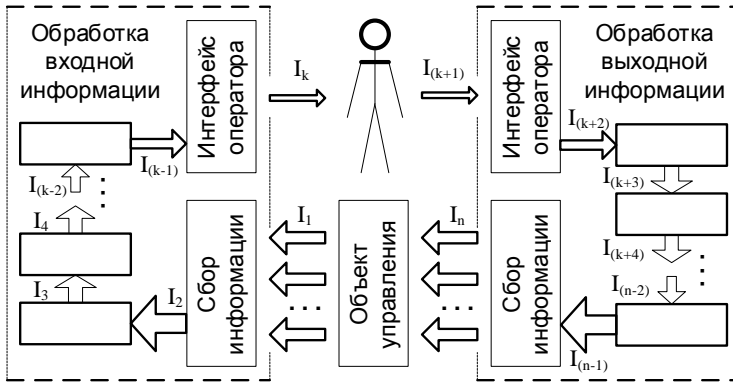


Рис. 1. – Структура информационной системы с обратной связью.

Процессы в левой и правой частях ИС в целом – одни и те же: ввод информации с внешнего или внутреннего источника, обработка входящей информации, хранение информации для последующего ее использования, вывод информации в удобном для получателя виде. Различие левой и правой частей представленной ИС с обратной связью – может быть охарактеризовано как *качественное*: левая часть занята обработкой *входной* информации для оператора, а правая часть – *выходной* информации оператора. То есть информационные вход и выход у левой и правой частей взаимно меняются местами.

В разомкнутом варианте информационный поток имеет начало (источник данных, окружающий мир) и конец (оператор, принимающий решения).

$$I_1 \rightarrow I_2 \rightarrow I_3 \rightarrow I_4 \rightarrow \dots \rightarrow I_{(n-2)} \rightarrow I_{(n-1)} \rightarrow I_n \quad (1)$$

Представленная схема (1), иллюстрирует преобразование потока информации об объектах предметной области. Мощность исходного информационного потока I_1 существенно превосходит возможности информационных каналов человека, поэтому в ИС реализуется ОИ (фильтрация, накопление, реорганизация, обобщение, сжатие и др.), в ходе которой информационный поток редуцируется до мощности I_n , приемлемой для человеческого восприятия.

Могут быть выделены, в частности, следующие функции и процедуры ОИ, реализуемые ИС: получение информации (снятие с датчиков I_1); отделение информации от шума (фильтрация, $I_1 \rightarrow I_2$); накопление, промежуточное хранение информации (для последующей обработки); реорганизация информации (выборку из памяти с произвольным доступом и переупорядочение); интеллектуальная обработка (выделение главного, обнаружение особенного); компактное представление информации (обобщение, сокращение, сжатие);

представление информации в удобном для оператора виде (организация интерфейса оператора, $I_{(n-1)} \rightarrow I_n$). Разумеется, данный список не является ограничительным. Может быть показано [1], что для каждой из этих перечисленных функций может в том или ином виде найти своё место (применение) метод ЛП сортировки данных.

Коренным отличием схемы рис. 1 является замкнутость информационного потока в цикл, который, собственно, и является *обратной связью*:

$$\dots \rightarrow I_n \rightarrow I_1 \rightarrow I_2 \rightarrow I_3 \rightarrow I_4 \rightarrow \dots \rightarrow I_{(n-2)} \rightarrow I_{(n-1)} \rightarrow I_n \rightarrow I_1 \rightarrow \dots \quad (2)$$

В (1) и (2) использована единая индексация элементов информационного потока. В связи с рассмотрением элементов информационного потока, могут быть выделены и проанализированы основные функции и преобразования информации, общие для некоторой универсальной ИС. Отличие (1) от (2) лишь в том, что индексация в (2) в содержательном плане должна быть повторена дважды: для $I_1 \rightarrow I_2 \rightarrow \dots \rightarrow I_k$ и затем для $I_{(k+1)} \rightarrow I_{(k+2)} \dots \rightarrow I_n$. Таким образом, имеет место общность (единство, одинаковость) реализации функций и преобразований информации в информационных потоках (1) и (2). Следовательно, рассмотрение вариантов применимости ЛП метода сортировки, сделанное ранее в [1], справедливо так же и для схемы рис. 1.

Рассмотрим далее разновидность структуры ИС с обратной связью, проявляющуюся в случае, когда оператор (пользователь) системы является одновременно и ОУ. Конфигурация ИС существенно зависит от предметной области и во многом определяется общим назначением ИС. Рассматриваемый вариант, иллюстрируемый схемой рис 2, соответствует ситуации *обучения* (тренинга) оператора (пользователя) с помощью ИС.

В процессе обучения, оператор выступает в двух качествах: *активном* и *пассивном*. Различие состоит в следующем.

В *пассивном* качестве, оператор, как *объект обучения* и как частный случай ОУ (рис. 1), является предметом изучения с помощью ИС (I_1 , рис 1) и предметом управляющего воздействия (I_n , рис. 1). Система тестирует оператора (I_1 , рис. 2), предлагая ему учебные задания (I_n , рис. 2). По результатам тестирования ИС оценивает текущий уровень оператора и предлагает новые учебные задания. Попутно, в типичном случае, система отслеживает так же *прогресс* обучаемого и корректирует свои текущие параметры, связанные с интенсивностью подачи учебного материала. Таким образом, обучаемый выступает всецело в качестве приёмника (потребителя) информационного потока, генерируемого ИС.

В *активном* качестве оператор выступает как *субъект*, регулирующий процесс собственного обучения. Оператору всецело принадлежит активность в части, связанной с мотивацией обучения. В

любой момент, руководствуясь личными побуждениями, оператор может инициировать новый сеанс обучения, либо продолжить или завершить текущий. Так же оператор в типичном случае может менять параметры процесса обучения (скорость подачи материала, уровень сложности контрольных заданий, допустимое время реакции по выдаче ответа и др.), адаптируя ИС, настраивая максимально комфортный режим работы с ней.

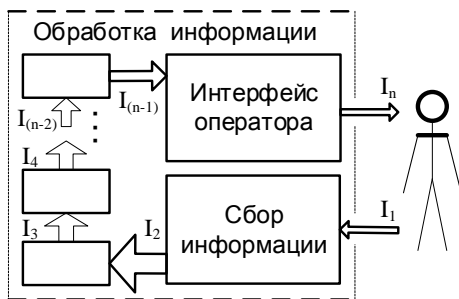


Рис. 2. – Структура обучающей информационной системы.

Интересно, что *активное* и *пассивное* качества оператора (как *субъект* и как *объект*) в данном случае (в компьютеризированном учебном процессе) не конфликтуют, но согласованно взаимодействуют, реализуя единую цель, что естественно, поскольку *субъект* и *объект* совмещаются в единой личности.

Интересно так же, что эти две указанные составляющие личности, в основном, не могут быть разделены так же и в обычном не компьютеризированном процессе обучения. Там они существуют (их проявление наблюдается) в виде двух взаимосогласованных процессов: собственно, обучения и мотивации к получению (продолжению) обучения. То есть компьютеризированное обучение в мотивационно-информационном плане не имеет принципиальных отличий от обычного. Назначение обучающей ИС рис. 2 в целом – диалог, в процессе которого оператор активно усваивает определённые виды информации. Цель системы – контроль процесса этого усвоения и дозирование подачи новой учебной информации по мере её усвоения.

Возможные методы применения ЛП сортировки в обучающей системе рис. 2 – в основном те же, что и в разомкнутом варианте системы [1], а так же в варианте системы с обратной связью рис. 1.

В рамках представленной парадигмы могут быть рассмотрены, в частности, прикладные аспекты: применения ЛП сортировки обучающих выборок для организации различных вариантов адаптивных алгоритмов обучения с повторением и контролем полученных знаний.

1. Мохамад Али, Михаль О.Ф. Многовариантность применения методов локально-параллельной сортировки в информационных системах. // Материалы 19-го Международного молодёжного форума «Радиоэлектроника и молодёжь в XXI веке». Сб. материалов форума. Т.5. – Харьков: ХНУРЭ. 2015. – с. 136-137.

д.т.н. профессор Михаль О.Ф.,
студ. Соколова А.А.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
E-mail: oleg.mikhal@gmail.com

ПРИНЦИПЫ РЕАЛИЗАЦИИ ЛОКАЛЬНО-ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВАРИАНТА АЛГОРИТМА КЛЕТОЧНОГО АВТОМАТА

Подробно описан локально-параллельный вариант алгоритма бинарного клеточного автомата в аспекте его практической реализации на 32-разрядном процессоре/

Ключевые слова: Локльно-параллельные алгоритмы, клеточные автоматы.

Введение. Возможная причина привлекательности *клеточных автоматов* (КА), как аппарата моделирования - их «необозримость», а следовательно, потенциально, «непредсказуемость» и парадоксальная «неожиданность» ожидаемых результатов. При этом, характерная особенность КА – их пространственная распределённость, детерминированность, синхронность и параллельность проведения вычислений (смены поколений) при практически бесконечном числе состояний и детерминированности и единообразии малого числа правил работы. Как результат, - практически на любом этапе моделирования, имеется мотивация к повышению размерности и быстродействия моделирующей системы.

Цель настоящей работы – применение к КА принципа *локально-параллельной* (ЛП) обработки, позволяющего повысить производительность и существенно сжать формат представления поля данных КА.

Принципы построения. Рассматривается реализация битового КА на ЛП алгоритмах на 32-разрядном компьютере. Пусть размер поля 28 бит по строке и 20 бит по столбцу. Выбор числа 28 поясняется далее; выбор 20 – произвольный; число взято здесь исключительно для конкретизации примера. В ЛП представлении это значит, что для хранения всего битового поля 28x20 используется 20 чисел - *регистровых представлений* (РгП), в каждом из которых задействованы 28 младших двоичных разрядов.

Рассматривается КА по Дж. Конвею: каждая клетка имеет 8 клеток окружения (соседей). Согласно правилам работы (смены поколений) КА, в $(i+1)$ -м (следующем) поколении клетка становится “живой” (1), если в i -м (текущем) поколении живы от 3 до 4 клеток из числа её окружения, считая и её саму. В противном случае клетка становится “мёртвой” (0).

Массив из 20 чисел $(A(j), \text{ где } j \in (1, 2, \dots, 20))$ предназначен для хранения текущего поколения КА. Аналогичный массив из 20 чисел $(B(j), \text{ где } j \in (1, 2, \dots, 20))$ - для хранения следующего (рождающегося) поколения. Программа в цикле перебирает числа массива B , соответствующие строкам битового поля КА. Для j -го числа из B рассматриваются $A(j-1)$, $A(j)$ и $A(j+1)$. В рассматриваемом упрощённом варианте алгоритма считаем, что у битового поля есть границы, т.е. что поле не замкнуто в поверхность, топологически изоморфную тору. Поэтому при вводе начальных данных строки (числа) $A(1)$ и $A(20)$ остаются не заполненными, а числа из массива B перебираются только в пределах $(2, 3, \dots, 18, 19)$. После получения нового поколения клеток в массиве B , производится присвоение $A(j) \leftarrow B(j)$, где $j \in (1, 2, \dots, 20)$, затем обнуление $B(j) \leftarrow 0$, где $j \in (1, 2, \dots, 20)$. При этом КА переходит из i -го состояния (поколения) в $(i+1)$ -е и подготавливается таким образом для следующего цикла преобразования - перехода из $(i+1)$ -го состояния в $(i+2)$ -е.

Числа из массивов A и B , являющиеся РГП, в битовом представлении имеют структуру:

$$(1) \\ (0000\text{xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx})_2$$

Здесь позиции, обозначенные x , - 28 младших информационных (смысловых) позиций, изображающих строку битового поля КА. В этих позициях могут находиться либо (0), либо (1). Четыре старшие двоичные позиции не задействованы под хранение содержательной части КА. В них находятся нули. Индекс 2 после правой скобки обозначает двоичную систему счисления. Обычно лидирующие нули (сплошная область нулей в старших разрядах) не изображаются. В рассматриваемом случае они оставлены и все 32 разряда заключены в скобки, т.к. речь идёт не просто о числе в битовом представлении, но об РГП - числе, изображающем ЛП представление некоторой информации, в нашем случае - строки поля битового КА.

Как отмечалось выше, для каждой позиции (клетки) поля КА производится суммирование 9 полей: её самой и 8 полей окружения. Легко видеть, что результатом такого суммирования может быть целое положительное число в интервале $[0, 9]$. Для хранения (размещения) такого числа в двоичном представлении требуется 4 бита. В связи с этим, описанную выше работу с числами $A(j)$, где $j \in (1, 2, \dots, 20)$ и $B(j)$, где $j \in (2, 3, \dots, 19)$ по формированию $B(j)$ с использованием $A(j-1)$, $A(j)$

и $A(j+1)$ необходимо разделить на 4 параллельных процесса, выполняемых на компьютере общего назначения = последовательно. Речь идёт о “прореживании”

$$\begin{aligned}
 & (0000000x000x000x000x000x000x000x)_2; \\
 & \quad (000000x000x000x000x000x000x000 \\
 & \quad \quad \quad x0)_2; \\
 & \quad (00000x000x000x000x000x000x000x \\
 & \quad \quad \quad 00)_2; \\
 & \quad (0000x000x000x000x000x000x000x0 \\
 & \quad \quad \quad 00)_2.
 \end{aligned} \tag{2}$$

чисел массивов А и В, то есть преобразовании каждого из них в 4 РгП, согласно структуре (2). Легко видеть, что при этом, по сравнению с (1), появились 4-битовые сегменты, что удобно изобразить дополнительной разбивкой скобками:

$$\begin{aligned}
 & (0000)(000x)(000x)(000x)(000x)(000x)(000x)(000x); \\
 & \quad (0000)(0x0)(0x0)(0x0)(0x0)(0x0)(0x0)(0x0)(0 \\
 & \quad \quad \quad 0x0); \\
 & \quad (0000)(0x00)(0x00)(0x00)(0x00)(0x00)(0x00)(0 \\
 & \quad \quad \quad x00); \\
 & \quad (0000)(x000)(x000)(x000)(x000)(x000)(x000)(x \\
 & \quad \quad \quad 000).
 \end{aligned} \tag{3}$$

Или, возможно, удобнее показать разбивку так:

$$\begin{aligned}
 & (0000)(000x)(000x)(000x)(000x)(000x)(000x)(000x); \\
 & \quad (000)(000x)(000x)(000x)(000x)(000x)(000x)(000x)(0); \\
 & \quad (00)(000x)(000x)(000x)(000x)(000x)(000x)(000x)(00); \\
 & \quad (0)(000x)(000x)(000x)(000x)(000x)(000x)(000x)(000).
 \end{aligned} \tag{4}$$

Для упрощения, индекс, обозначающий систему счисления, в (3) и (4) опущен. Запись (разбивка) (4), по-видимому, более удобна, чем (5), так как позволяет видеть, что при ЛП суммировании окружений для каждой из клеток, каждая из 9-элементных сумм имеет свои 4 битовые позиции и не взаимодействует (“не вклинивается на территорию”) соседствующих с ней сумм. То что в (4) во 2 - 4 строках появляются группы неиспользуемых нулей в младших разрядах, и что при этом сокращаются группы нулей в старших разрядах - особенность алгоритма. Главное, что при этом сохраняется суммарная разрядность 32 бита и не нарушается “принцип экстерриториальности” накопленных сумм.

Из (3) и (4) понятно, почему выбран размер поля КА по строке 28 бит. При реализации на 32-битовом компьютере имеется возможность разместить в регистре процессора (соответственно, в РгП при ЛП

представлении) не более 7 штук 4-битовых сегментов, так чтобы обеспечить из них так же и прореживание согласно (2). Таким образом, размер битового поля КА по строке определяется как $4*7=28$.

Важно отметить, что разметка прореженных чисел скобками согласно (3) и (4) приводится исключительно в иллюстративных целях. В самом представлении информации (в программе) разбивка отсутствует. Программа “не знает”, что она обрабатывает множественную информацию, заключённую в каждом РгП. Программа просто производит действия, которые в ней предписаны. После выполнения этих действий оказывается, что результат - интерпретируется посегментно и используется в последующих преобразованиях.

Рассматривается так же массив АА, такого же формата, как и массив А. В него накапливается новое состояние поля КА. После завершения накопления происходит переприсвоение в массив А нового поколения (генерации) КА. Перед употреблением (накоплением) массив АА должен быть обнулён.

Шаг 1. Прореживание чисел массива А в 4 массива (А1, А2, А3, А4): со структурой согласно (2):

$$A(j) \rightarrow (A1(j), A2(j), A3(j), A4(j)) \quad (5)$$

Для реализации преобразования (6) требуются следующие 4 константы:

$$\begin{aligned} L1 &= (1000100010001000100010001)_{2} = (17895697)_{10}; \\ L2 &= (10001000100010001000100010)_{2} = (35791394)_{10}; \\ L3 &= (100010001000100010001000100)_{2} = (71582788)_{10}; \\ L4 &= (1000100010001000100010001000)_{2} = (143165576)_{10} \end{aligned} \quad (6)$$

с использованием которых преобразование (5) выполняется операцией \wedge побитового (поразрядного, битового) “И”:

$$\begin{aligned} A1(j) &= A(j) \\ &\wedge L1; \\ A2(j) &= A(j) \\ &\wedge L2; \\ A3(j) &= A(j) \\ &\wedge L3; \\ A4(j) &= A(j) \\ &\wedge L4. \end{aligned} \quad (7)$$

Константы используются в качестве битовых масок, которыми из А(j) вырезаются соответствующие битовые разряды.

Шаг 2. Обнуление массивов В1, В2, В3, В4.

Шаг 3. В цикле по j от 2 до 19 выполняется заполнение массивов B1, B2, B3, B4:

$$\begin{aligned}
 B1(j) &= A1(j) + (A2(j) \gg 1) + (A4(j) \ll 1) + \\
 & A1(j+1) + (A2(j+1) \gg 1) + (A4(j+1) \ll 1) + \\
 & A1(j-1) + (A2(j-1) \gg 1) + (A4(j-1) \ll 1); \\
 B2(j) &= A2(j) + (A3(j) \gg 1) + (A1(j) \ll 1) + \\
 & A2(j+1) + (A3(j+1) \gg 1) + (A1(j+1) \ll 1) + \\
 & A2(j-1) + (A3(j-1) \gg 1) + (A1(j-1) \ll 1); \\
 B3(j) &= A3(j) + (A4(j) \gg 1) + (A2(j) \ll 1) + \\
 & A3(j+1) + (A4(j+1) \gg 1) + (A2(j+1) \ll 1) + \\
 & A3(j-1) + (A4(j-1) \gg 1) + (A2(j-1) \ll 1); \\
 B4(j) &= A4(j) + (A1(j) \gg 1) + (A3(j) \ll 1) + \\
 & A4(j+1) + (A1(j+1) \gg 1) + (A3(j+1) \ll 1) + \\
 & A4(j-1) + (A1(j-1) \gg 1) + (A3(j-1) \ll 1);
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

В (8) – 4 выражения - суммы из 9 слагаемых, которые не поместились в строчку. Поэтому каждое выражение разбито на 3 строчки. Выражения “ $\gg 1$ ” и “ $\ll 1$ ” обозначают операции регистрового сдвига на 1 позицию вправо и влево, соответственно, как записывается на языке Python.

Итак, в массивах B1, B2, B3, B4 операциями (8) накоплены значения сумм окружения клеток КА. Далее следует выделить из этих сумм те сегменты, которые равны $3_{10} = (11)_2$ или $4_{10} = (100)_2$. Соответствующие клетки (некоторые из позиций в числах (2), обозначенные “x”) должны быть помечены как “живые” $(1)_2$; остальные должны остаться $(0)_2$. Для реализации этого действия требуется ещё несколько констант: две константы E1 и E2 для дополнительного прореживания - выделения чётных E2 и нечётных E1 сегментов в (3):

$$\begin{aligned}
 E1 &= (1111000011110000111100001 \\
 & 111)_2;
 \end{aligned}
 \tag{9}$$

$$E2=(111100001111000011110000)_2$$

;

Ещё две константы для установки “сигнальных единиц”. Одна группа “сигнальных единиц” требуется для нечётного дополнительного прореживания T1, другая T2 - для чётного.

$$\begin{aligned} T1 &= (10000000100000001000000010 \\ &\quad 000)_2; \\ T2 &= (1000000010000000100000000)_2 \end{aligned} \quad (10)$$

.

Наконец, требуются чётные и нечётные поsegmentные сборки чисел 3 (H32, H31) и 4 (H42, H41). Эти сборки - следующие:

$$\begin{aligned} H32 &= (11000000110000001100 \\ &\quad 00)_2; \\ H31 &= (110000001100000011)_2; \\ H42 &= (10000000100000001000 \\ &\quad 000)_2; \\ H41 &= (1000000010000000100)_2 \end{aligned} \quad (11)$$

.

Как понятно из обозначений для E, T и H - 1 означает нечётную сборку - младший ненулевой сегмент - первый; 2 означает чётную сборку - младший ненулевой сегмент - второй; 3 и 4 означают принадлежность к числам 3 и 4, соответственно. Легко видеть, что в числах H32 и H42 записаны «расчёски» из чисел 3_{10} и 4_{10} , соответственно, так чтобы эти числа приходились на 2-й, 4-й и 6-й сегменты РгП. Соответственно, в H31 и H41 те же числа 3_{10} и 4_{10} приходятся на 1-й, 3-й и 5-й сегменты.

Шаг 4. В цикле по j от 2 до 19 выполняется следующее.

Выделим сегменты «расчёсками», вставим сигнальные единицы и вычтем маски троек H31 и H41. Затем выделим оставшиеся (не пострадавшие) сигнальные единицы.

$$C1 = (((B1(j) \wedge E1) + T1) - H31) \wedge T1;$$

$$C2 = (((B1(j) \wedge E2) + T2) - H32) \wedge T2;$$

В C1 и C2 сигнальные единицы (и только они) остались только там, где в сегментах были числа $>$ или $=$ (больше или равные) 3_{10} . Переместим сигнальные единицы в младшие позиции обозначенных ими сегментов.

$$C1 = C1 \gg 4; \quad C2 = C2 \gg 4;$$

Сделаем аналогичное (симметричное) действие: вставим сигнальные единицы в маски троек H31 и H41, выделим сегменты «расчёсками», и вычтем из масок троек. Затем выделим оставшиеся (не пострадавшие) сигнальные единицы.

$$D1 = ((H31 + T1) - (B1(j) \wedge E1)) \wedge T1;$$

$$D2 = ((H32 + T2) - (B1(j) \wedge E2)) \wedge T2;$$

Теперь в D1 и D2 сигнальные единицы (и только они) остались только там, где в сегментах были числа $<$ или $=$ (меньше или равны) 3_{10} . Переместим сигнальные единицы в младшие позиции обозначенных ими сегментов.

$$D1 = D1 \gg 4; \quad D2 = D2 \gg 4;$$

Интересующие нас 3_{10} находятся в пересечениях C1 и D1, а так же C2 и D2. Чтобы их выделить – требуется снова побитовое «И»: $C1 \wedge D1$, а так же $C2 \wedge D2$. Поскольку по идее каждая клетка должна стать на своё место, производим накопление сразу в массив AA.

$$AA(j) = AA(j) + (C1 \wedge D1) + (C2 \wedge D2),$$

После чего переменные C1, C2, D1, D2 свободные и могут использоваться повторно.

Далее – то же самое проделываем с 4_{10} , а именно:

$$C1 = (((B1(j) \wedge E1) + T1) - H41) \wedge T1;$$

$$C2 = (((B1(j) \wedge E2) + T2) - H42) \wedge T2;$$

$$C1 = C1 \gg 4; \quad C2 = C2 \gg 4;$$

$$D1 = ((H41 + T1) - (B1(j) \wedge E1)) \wedge T1;$$

$$D2 = ((H42 + T2) - (B1(j) \wedge E2)) \wedge T2;$$

$$D1 = D1 \gg 4; \quad D2 = D2 \gg 4;$$

$$AA(j) = AA(j) + (C1 \wedge D1) + (C2 \wedge D2).$$

Легко видеть, что отличие случая 4_{10} от 3_{10} состоит лишь в замене $H31 \rightarrow H41$ и $H32 \rightarrow H42$.

Для компактной организации программы целесообразно указанные два блока (для 3_{10} и 4_{10}) повторить 4-кратно (т.е. для $B1(j)$, $B2(j)$, $B3(j)$ и $B4(j)$, где $j \in (2, 3, \dots, 19)$) в едином цикле.

Шаг 5. Вывод массива AA, присвоение его в A и обнуление AA.

Этим завершается просчёт одного поколения КА.

Обсуждение. В плане практической реализации алгоритма – возможны варианты. В частности, 4 одномерных массива $B1(j)$, $B2(j)$, $B3(j)$ и $B4(j)$ могут быть вседены в 1 2-мерный (4-слойный). В четвёртом шаге дважды прокручивается однотипный блок, что можно редуцировать, организовав соответствующие константы в массивы из 2 и 4 элементов. Можно так же выражения (7) и (8) свернуть в цикл, организовав соответствующие константы в виде массива. Код при этом будет короче, но выигрыш в производительности, а также по времени отладки при написании программы - сомнительны.

1. Колесник А.П., Соколова А.А., Михаль О.Ф. Локально-параллельная минималистическая реализация клеточного автомата // Современные методы развития информационно-коммуникационных технологий и средств управления. Материалы 4-й международной н.-т. конф. – Полтава-Баку-Белгород-Кировоград-Харьков, 2014. – с. 39.

проф. Можаяев А.А.
Харьковский национальный университет «ХПИ»

E-mail: zhaev57@mail.ru

проф. Завизиступ Ю.Ю.

доц. Гулиус В.А.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

E-mail: zavi_y@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАКЕТА MATLAB ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ МИМО

Работа посвящена особенностям применения пакета MATLAB для исследования системы передачи данных на основе МИМО.

Ключевые слова: моделирование, пропускная способность канала связи.

При изучении систем беспроводной связи LTE, 802.11n, WiMAX, использующих технологию МИМО, целесообразно применить средства моделирования системы MATLAB [1]. В данной работе рассмотрены особенности применения указанного пакета для исследования системы передачи данных на основе МИМО в учебном процессе. Это позволяет исследовать пропускную способность канала связи и рейтинг системы передачи данных, определяющий долю пакетов с ошибками.

Пример моделирования канала связи системы МИМО

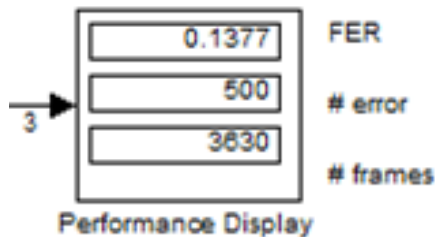


Рисунок 1 – Отображение процесса моделирования.

В качестве примера использования пакета была выбрана система передачи данных, использующая МИМО. В качестве входных параметров исследования модели были выбраны: количества приемных и передающих антенн, а также пропускная способность

канала передачи данных при различном сочетании приемных и передающих антенн.

Цель анализа системы: определение влияния различного сочетания передатчиков и приемников на характеристики системы: рейтинг и пропускную способность канала связи с различным числом передающих и приемных антенн ($N_t = N_r = 1:1:4$).

Frame length 300 байт;

SNR 10 db;

Max. Error count 500;

Кол-во передатчиков	Кол-во приемников	FER	frames	Пропускная способность
1	2	3	4	5
1	1	0.6165	811	6488
	2	0.7849	637	5096
	3	0.8711	574	4592
	4	0.9225	542	4336
2	1	0.3852	1298	10384
	2	0.4456	1122	8976
	3	0.4721	1059	8472
	4	0.5066	987	7896
3	1	0.2406	2078	16624
	2	0.2587	1933	15464
	3	0.2657	1882	15056
	4	0.2532	1975	15800
4	1	0.1688	2962	23696
	2	0.1583	3159	25272
	3	0.1439	3474	27792
	4	0.1388	3603	28824

Таблица 1 – Результаты моделирования системы передачи данных

Рейтинг системы MIMO существенным образом зависит от количества антенн на передатчике и приемнике. Самый лучший рейтинг система имеет, когда $N_t = N_r = 4$.

Следующий пример относится к проблеме определения зависимости пропускной способности MIMO системы с одинаковым числом передающих и приемных антенн (рис. 3).

Приведенный пример демонстрирует следующие закономерности:

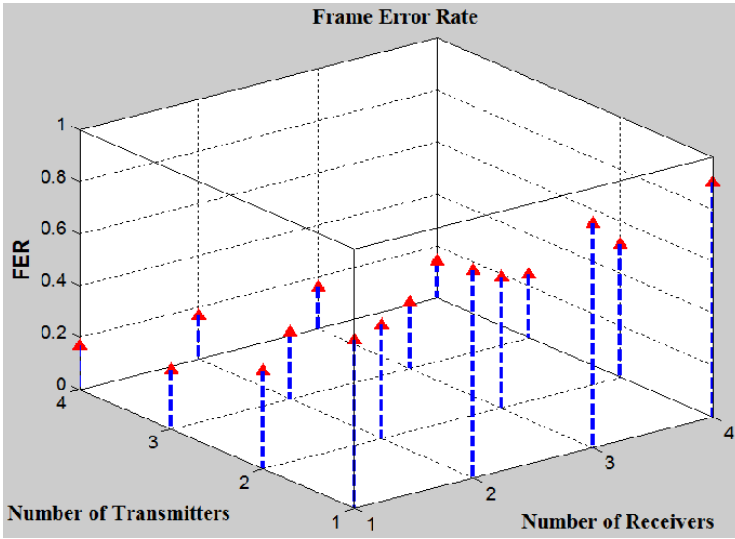


Рисунок 2 – Влияние количества приемников и передатчиков на рейтинг системы передачи данных с MIMO

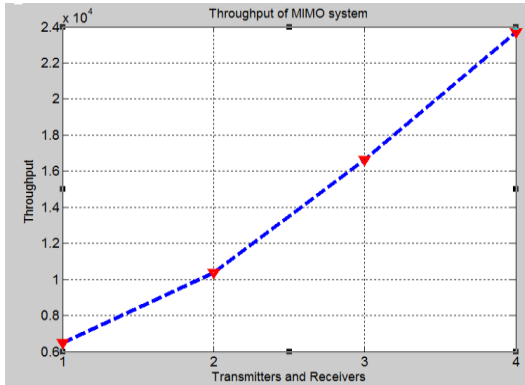


Рисунок 3 – Зависимость пропускной способности MIMO – системы с одинаковым числом передающих и приемных антенн для ($N_t = N_r = 1:1:4$)

1 Переход от SISO системы, когда $N_t = N_r = 1$, к MIMO, дает значительное увеличение пропускной способности канала.

2 При изменении количества приемных антенн от 2-х до 4-х наблюдается экспоненциальное увеличение пропускной способности системы MIMO.

Следующий пример относится к анализу зависимости пропускной способности для MIMO системы с различным числом передающих и приемных антенн

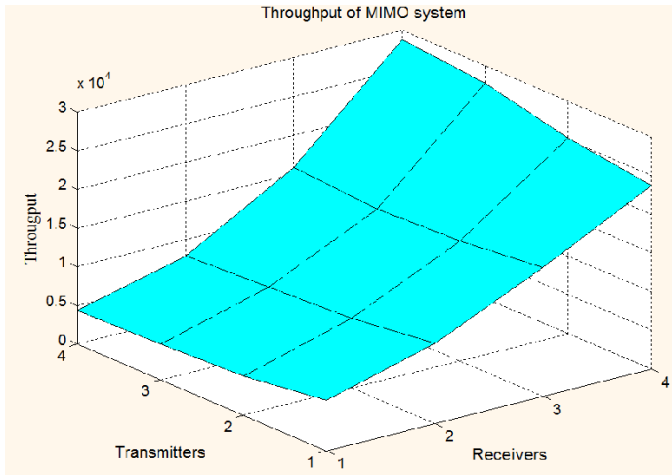


Рисунок 4 – Зависимость пропускной способности MIMO – системы с одинаковым числом передающих и приемных антенн при ($N_t = N_r = 1:1:4$)

Выводы:

Рассмотренная методология по определению рейтинга и пропускной способности системы передачи данных на основе MIMO показала, что переход от SISO системы к MIMO дает увеличение пропускной способности и значительно повышает рейтинг системы. Кроме того, представленные в пакете MATLAB блоки продемонстрировали хорошее соответствие теоретических предпосылок и полученных результатов моделирования.

1 Бакулин М. Г., Варукина Л. А., Крейнделин В. Б. Технология MIMO: принципы и алгоритмы. – М.: Горячая линия - Телеком, 2014. – 242с. – ISBN 978-5-9912-0457-6.

2 Сперанский В. С., Евдокимов И. Л. Моделирование сигналов OFDM-MIMO систем беспроводной передачи данных 802.16, Труды Московского технического университета связи и информатики. – М: МТУСИ, 2007.

3 Дьяконов В. П. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1+ Simulink 5/6. Работа с изображениями и видеопотоками. – М.: СОЛОН Пресс. 2005. – 400 стр.

4 Интернет ресурс: www.mathworks.com

СЕМАНТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ И ДЕЗИНФОРМАЦИЯ

Даны новые определения понятий семантической информации и количества семантической информации, которые не приводят к семантическому парадоксу (как в теории Бар-Хиллела и Карнапа) и не используют плохо формализуемое понятие неточности сообщений (как в теории Флориди). Вводятся понятия дезинформации и количества дезинформации.

Ключевые слова: семантическая информация, логические вероятности, количество семантической информации, количество дезинформации.

Целью данной работы является совершенствование теории семантической информации путем нового определения семантической информации (и ее количества), а также путем введения в теорию понятий дезинформации и количества дезинформации.

Разработанная в 1948 году Клодом Шенноном математическая теория коммуникации [1], в которой понятие информации рассматривалось исключительно на синтаксическом уровне, стимулировала развитие теории семантической информации. В 1952 году появилась работа Бар-Хиллела и Карнапа [2], в которой рассматривается формальная языковая система, позволяющая описать все возможные альтернативные состояния мира. Описание отдельного состояния представляет собой конъюнкцию логически независимых атомарных предложений, называемых базисными. Все возможные описания состояний образуют множество: $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ (так называемый – *универсум*; s_i – описание отдельного состояния ($i = 1, 2, \dots, n$); $n = |S|$ – кардинальное число универсума). Только одно описание состояния s^* соответствует данной ситуации. Задача познания заключается в отыскании s^* . Чем больше $|S|$, тем выше исходная неопределенность относительно того, какое описание состояния является истинным. После получения сообщения φ , которое мы полагаем истинным, можно исключить из рассмотрения те описания состояний, в которых φ ложно. Таким образом, неопределенность уменьшается и *содержание сообщения* φ ассоциируется с множеством исключенных описаний состояний. Это множество в [2] обозначается символом $\text{Cont}(\varphi)$. Множество

описаний состояний, в которых φ истинно, называется *диапазоном* этого предложения и обозначается $R(\varphi)$. Одним из важнейших понятий теории является понятие логической вероятности $q(\varphi)$ сообщения φ . Существует два типа этой вероятности: дедуктивная и индуктивная. Дедуктивная вероятность определяется следующим образом:

$$q(\varphi) = |R(\varphi)| / |S|. \quad (1)$$

При этом все описания состояний полагаются равновероятными. Для индуктивной вероятности это условие не выполняется [2].

Исследуются две меры количества информации. Первая $\text{cont}(\varphi)$ определяется так:

$$\text{cont}(\varphi) = 1 - q(\varphi). \quad (2)$$

Вторая $\text{inf}(\varphi)$ является функцией от $\text{cont}(\varphi)$:

$$\text{inf}(\varphi) = -\log_2(1 - \text{cont}(\varphi)) = -\log_2 q(\varphi). \quad (3)$$

Первая мера $\text{cont}(\varphi)$ называется *мерой содержания*, а вторая $\text{inf}(\varphi)$ – *количеством семантической информации в φ* . Бар-Хиллел и Карнап следующим образом комментируют эти определения [2]: «...понятие информации, которую несет предложение заданной лингвистической системы, трактуется как синоним содержания этого сообщения, нормированного определенным образом...». Интуиция подсказывает, что смысловым содержанием обладают как истинные, так и ложные выражения, но информацию несут только истинные. Ложные нас обманывают, т.е. несут дезинформацию (если не установлена их ложность). Определение информации в [2] приводит к семантическому парадоксу, который заключается в следующем. Противоречие не согласуется ни с одним из состояний универсума. Поэтому его логическая вероятность равна нулю, а количество информации в нем больше, чем в описании истинного состояния. Этот противоестественный результат поставил под сомнение репутацию первой теории семантической информации и привел к появлению новых идей.

Харкевич ввел понятие *ценности информации* [3]. Мера Харкевича определяется следующим образом:

$$v = \log_2 P(\varphi) - \log_2 P_0, \quad (4)$$

где P_0 – вероятность достижения некоторой цели до получения информации, $P(\varphi)$ – вероятность достижения цели после получения сообщения φ . Согласно Шрейдеру количество семантической

информации в послании определяется степенью изменения системы знаний адресата [4].

В 2004 году Флориди предложил новую теорию [5], в которой количество семантической информации измеряется степенью соответствия сообщения ситуации (т.е. тем событиям и состояниям, которые реализуются в определенное время в определенном месте). Флориди отвергает $\text{cont}(\varphi)$ в качестве меры информации и заменяет ее другой:

$$i^*(\varphi) = 1 - \frac{3}{2} \mathcal{G}(\varphi) + \frac{\mathcal{G}^3(\varphi)}{2}, \quad (5)$$

где $i^*(\varphi)$ – количество семантической информации в сообщении φ , $\mathcal{G}(\varphi)$ – степень различия между сообщением φ и ситуацией (дистанция между сообщением и ситуацией, $0 \leq \mathcal{G}(\varphi) \leq 1$). В истинных посланиях дистанция возникает из-за бессодержательности (пустоты) сообщений, в ложных – из-за их неточности. Формально:

$$\mathcal{G}(\varphi) = \begin{cases} q(\varphi), & \text{если } \varphi \text{ истинно,} \\ r(\varphi), & \text{если } \varphi \text{ ложно,} \end{cases} \quad (6)$$

где $r(\varphi)$ – отношение количества ложных атомарных предложений, входящих в состав молекулярного сообщения φ , к общему количеству атомарных предложений в φ . Если пренебречь нелинейностью в выражении (5), то для истинных сообщений определение (6), в принципе, идентично определению (2). Таким образом, старая и новая теории в чем-то пересекаются. Однако это касается только истинных сообщений. Для вычисления количества информации в отдельном сообщении необходимо знать значения истинности всех базисных предложений («требование всезнания»), что стало предметом дискуссии [6-8].

В теории Шрейдера рассматривается относительная информация (адресат перед получением сообщения уже имеет определенные знания). Понятие относительной информации вводится еще в работе [2]. Если обозначить символом « e » знания адресата, а новое сообщение – символом « h », то количество новой семантической информации в послании h (с учетом уже имеющихся знаний у адресата) выражается следующим образом. Для меры контента:

$$\text{cont}(h/e) = \text{cont}(h \wedge e) - \text{cont}(e) \quad (7)$$

Для количества информации:

$$\text{inf}(h/e) = \text{inf}(h \wedge e) - \text{inf}(e) = -\log_2 q(h/e), \quad (8)$$

где $q(h/e) = q(h \wedge e)/q(e)$ – условная вероятность, которую в [2] называют также «степенью подтверждения гипотезы h свидетельством e ». Приведенные формулы описывают все особенности семантической информации по Шрейдеру (повторное сообщение не несет новой информации, ученик получает больше информации, чем учитель и т.д.). Однако, интерпретировать $-\log_2 q(h/e)$ как количество новой семантической информации в h можно не всегда. Если новое сообщение h противоречит знаниям e , то $q(h \wedge e) = 0$, $q(h/e) = 0$ и $-\log_2 q(h/e) = \infty$ (опять семантический парадокс!). Если в качестве свидетельства используется истинное описание состояния s^* , то $q(\varphi/s^*) = 1$, когда φ истинно, и $q(\varphi/s^*) = 0$, когда φ ложно.

Определение Шрейдера также указывает на субъективный характер семантической информации. Его модель коммуникации включает в себя отправителя и получателя сообщения – оба являются субъектами, которые не застрахованы от ошибок. Флориди сделал необходимым введение третьего персонажа – всезнающего эксперта. Эксперт должен ответить на вопрос, какое количество семантической информации несет сообщение получателю в действительности. Понятия семантической информации у получателя сообщений и у эксперта будут различными. Получатель находится в состоянии неопределенности, а эксперт все знает заранее. Даже противоречие не может привести его в замешательство, он легко выделит в нем истинную и ложную составляющие.

Из концепции Флориди следует, что количество информации в сообщении пропорционально вероятности успеха получателя, если тот воспримет каждое принятое послание как истинное, и будет руководствоваться им в своей практической деятельности. Чем более точным и содержательным окажется это сообщение, тем больший успех обеспечен адресату (*ceteris paribus*). Таким образом, определения информации в теориях Флориди и Харкевича имеют примерно одинаковый смысл.

Флориди первым обратил внимание на то, что ложные молекулярные высказывания, помимо дезинформации, могут также нести определенное количество семантической информации. Однако определение количества информации в таких предложениях через степень их неточности приводит к некоторым неудобствам. Например, достаточно сложно найти изменение «неточных» знаний адресата при получении им не вполне «содержательного» сообщения. Кроме того, Флориди понимает неточность как незначительную ошибку, которую можно игнорировать [5]. Однако неточность маскирует дезинформацию, которая не так безобидна и способна привести к катастрофе. Называя формулу (6) «образцовой моделью» (*paradigmatic model*), Флориди замечает, что это лишь один из возможных вариантов

определения неточности [5]. Он пишет: «в случае плохо формализуемых моделей поведение функции (описывающей изменения неточности и бессодержательности в сообщениях – О. П.) может стать вопросом договорных соглашений». Мы хотим пойти дальше, отказавшись от понятий неточности и бессодержательности вообще, но сохранив при этом главную идею теории Флориди.

Определение 1. Если предложение φ истинно в данной ситуации, то его содержание $\text{Cont}(\varphi)$ будем называть **актуальным**. Если предложение φ ложно в данной ситуации (но может быть истинным в другой), то его содержание будем называть **потенциальным**. Если содержание предложения φ не является ни актуальным, ни потенциальным, то такое содержание будем называть **мнимым**.

В любой ситуации содержание тавтологии является актуальным, а содержание противоречия – мнимым. Нас будет интересовать актуальное содержание, которое мы трактуем как синоним семантической информации. Чтобы определить, является ли содержание сообщения φ актуальным, необходимо знать его значение истинности. Если (на основании определенного свидетельства) мы убедились, что φ – истинно, то одновременно (хотим мы того или нет), узнаем о ложности $\neg\varphi$. И наоборот, если предложение φ оказалось ложным, то мы узнаем о том, что выражение $\neg\varphi$ является истинным.

Определение 2. Обозначим символом $\text{Inf}(\varphi)$ семантическую информацию, которую несет сообщение φ .

$$\text{Inf}(\varphi) \stackrel{\text{Def}}{=} \begin{cases} \text{Cont}(\varphi), & \text{если } \varphi \text{ истинно,} \\ \text{Cont}(\neg\varphi), & \text{если } \varphi \text{ ложно.} \end{cases} \quad (9)$$

Теорема 1. (Теорема симметрии). Для произвольного φ справедливо: $\text{Inf}(\neg\varphi) = \text{Inf}(\varphi)$.

Доказательство. Теорема доказывается простой подстановкой « $\neg\varphi$ » вместо « φ » в формулу (9).

Определение 3. Ненормированное количество семантической информации $\text{in}(\varphi)$ в φ :

$$\text{in}(\varphi) \stackrel{\text{Def}}{=} q(\varphi/s^*) \cdot \text{cont}(\varphi) + q(\neg\varphi/s^*) \cdot \text{cont}(\neg\varphi), \quad (10)$$

где $q(\varphi/s^*)$ – степень подтверждения гипотезы φ свидетельством s^* . Если φ истинно в данной ситуации, то $q(\varphi/s^*) = 1$, если – ложно, то $q(\varphi/s^*) = 0$.

Определение 4. Нормированное количество семантической информации $\text{inf}(\varphi)$ в φ :

$$\text{inf}(\varphi) \stackrel{\text{Def}}{=} q(\varphi/s^*) \cdot \log_2 \frac{1}{1 - \text{cont}(\varphi)} + q(\neg\varphi/s^*) \cdot \log_2 \frac{1}{1 - \text{cont}(\neg\varphi)}. \quad (11)$$

Теорема 2. Для произвольного φ справедливо: $\text{in}(\neg\varphi) = \text{in}(\varphi)$, $\text{inf}(\neg\varphi) = \text{inf}(\varphi)$.

Замечание 1. Поскольку $q(\varphi/s^*)$ для любого φ принимает только два значения (либо «0», либо «1»), то с учетом (2) мы можем записать:

$$\text{inf}(\varphi) = q(\varphi/s^*) \cdot \log_2 \frac{q(\varphi/s^*)}{q(\varphi)} + q(\neg\varphi/s^*) \cdot \log_2 \frac{q(\neg\varphi/s^*)}{q(\neg\varphi)}. \quad (12)$$

Т.е. количество семантической информации в φ равно *расстоянию Кульбака-Лейблера* между распределениями вероятностей: априорным $q = \{q(\varphi), q(\neg\varphi)\}$ и апостериорным $p = \{q(\varphi/s^*), q(\neg\varphi/s^*)\}$ [9].

Точка зрения получателя. Модернизируем классическую схему коммуникации. Пусть сообщения отправителя параллельно получают адресат и эксперт. Адресат понимает, что не каждое принятое сообщение соответствует действительности. Он рассматривает логическую вероятность $q(\varphi)$ как априорную оценку вероятности истинности φ . На основании определенного свидетельства получатель формирует свою собственную оценку вероятности истинности φ , которую мы обозначим символом $p_R(\varphi)$ (индекс «R» означает, что это оценка адресата). В качестве такого свидетельства могут служить: получение соответствующего сообщения от отправителя (если получатель полностью ему доверяет), результат статистического анализа выборки сообщений (если не очень доверяет), логическое умозаключение (если сообщение является аналитическим, т.е. тавтологией или противоречием), практическая проверка (эксперимент). Значение оценки $p_R(\varphi)$ также зависит от опыта адресата, полученного им при изучении других подобных ситуаций. Если он уверен в истинности φ , то $p_R(\varphi) = 1$, в противном случае $p_R(\varphi) = 0$. Оценка получателя верна, если $p_R(\varphi) = q(\varphi/s^*)$. К сожалению, в отличие от эксперта, адресату заранее не известно, какое состояние является истинным. Поэтому иногда он может и ошибиться.

Определение 5. Обозначим символом $\text{in}_R(\varphi)$ оценку получателем ненормированного количества семантической информации, содержащейся в сообщении φ . Тогда:

$$\text{in}_R(\varphi) \stackrel{\text{Def}}{=} p_R(\varphi) \cdot \text{cont}(\varphi) + p_R(\neg\varphi) \cdot \text{cont}(\neg\varphi). \quad (13)$$

Определение 6. Обозначим символом $\text{inf}_R(\varphi)$ оценку получателем нормированного количества семантической информации, содержащейся в сообщении φ . Тогда:

$$\text{inf}_R(\varphi) \stackrel{\text{Def}}{=} p_R(\varphi) \cdot \log_2 \frac{1}{q(\varphi)} + [1 - p_R(\varphi)] \cdot \log_2 \frac{1}{1 - q(\varphi)}. \quad (14)$$

Замечание 2. Согласно *принципу двузначности* вопрос об истинностном значении любого высказывания допускает только два ответа: «истинно» или «ложно». Мы не собираемся отказываться от этого принципа, поэтому $p_R(\varphi)$ может принимать только два значения: либо «1», либо «0».

Теорема 3. Для произвольного φ справедливо:
 $\text{in}_R(\neg\varphi) = \text{in}_R(\varphi)$, $\text{inf}_R(\neg\varphi) = \text{inf}_R(\varphi)$.

Решение семантического парадокса. Получатель разбирается в логике (такого получателя Бар-Хиллел и Карнап называют «идеальным»). Поэтому он безошибочно может определить, что противоречие является ложным выражением. Тавтологию, как и в [2], будем обозначать символом « t », противоречие – символом « \perp ». Согласно третьей теореме $\text{in}_R(t) = \text{in}_R(\perp) = 0$, $\text{inf}_R(t) = \text{inf}_R(\perp) = 0$.

Точка зрения эксперта. Эксперт знает значения истинности каждого предложения, входящего в рассматриваемую лингвистическую систему. Согласно его мнению, информацию несут не только истинные сообщения, но и некоторые ложные. Например, в ложном предложении «Луна вращается вокруг Земли и внутри она полая» первая часть «Луна вращается вокруг Земли» является истинным выражением и несет семантическую информацию, а вторая часть «Внутри она полая» является ложным выражением и несет дезинформацию.

Определение 7. Ложные выражения, которые несут только дезинформацию, будем называть *абсолютно ложными*. Ложные выражения, которые несут информацию вместе с дезинформацией – *условно ложными* (*contingently false* – термин Флориди). Пусть сообщение φ относится к последнему типу. Тогда оно логически эквивалентно конъюнкции:

$$\varphi \equiv \varphi_{\text{inf}} \wedge \varphi_{\text{mis}} \quad (15)$$

где φ_{inf} – истинная часть предложения φ , φ_{mis} – абсолютно ложное выражение.

Замечание 3. Если φ истинно в данной ситуации, то $\varphi \equiv \varphi_{inf}$; если φ является абсолютно ложным выражением, то $\varphi \equiv \varphi_{mis}$.

Пример 1. Пусть $\varphi = \langle a \wedge b \wedge c \wedge u \wedge v \rangle$, где a, b, c, u, v – базисные предложения, первые три из них – истинные, а последние два – ложные. Тогда $\varphi_{inf} = \langle a \wedge b \wedge c \rangle$ и $\varphi_{mis} = \langle u \wedge v \rangle$.

Определение 8. Обозначим символом $\text{Cont}_E^I(\varphi)$ множество описаний состояний, в которых φ_{inf} ложно. Будем называть это множество «информационным содержанием сообщения φ » (или просто «информацией в φ »). Обозначим символом $\text{Cont}_E^M(\varphi)$ множество описаний состояний, в которых φ_{mis} ложно. Будем называть это множество «дезинформационным содержанием сообщения φ » (или просто «дезинформацией в φ »). Индекс «E» указывает на то, что это информация и дезинформация с точки зрения эксперта.

Определение 9. Обозначим символами: $\text{cont}_E^I(\varphi)$ – меру информационного содержания в сообщении φ , $\text{cont}_E^M(\varphi)$ – меру дезинформационного содержания в сообщении φ , $\text{inf}_E(\varphi)$ – количество семантической информации в сообщении φ , $\text{mis}_E(\varphi)$ – количество дезинформации в сообщении φ . Тогда

$$\text{cont}_{Def}^I(\varphi) = 1 - q(\varphi_{inf}), \quad (16)$$

$$\text{cont}_{Def}^M(\varphi) = 1 - q(\varphi_{mis}), \quad (17)$$

$$\text{inf}_{Def}(\varphi) = -\log_2(1 - \text{cont}_{Def}^I(\varphi)) = -\log_2 q(\varphi_{inf}), \quad (18)$$

$$\text{mis}_{Def}(\varphi) = -\log_2(1 - \text{cont}_{Def}^M(\varphi)) = -\log_2 q(\varphi_{mis}). \quad (19)$$

Теорема 4. Если получатель считает φ истинным и с точки зрения эксперта оно тоже истинное, то $\text{in}_R(\varphi) = \text{cont}_E^I(\varphi)$, $\text{inf}_R(\varphi) = \text{inf}_E(\varphi)$.

Теорема 5. Если получатель считает φ истинным, а с точки зрения эксперта оно является абсолютно ложным, то $\text{in}_R(\varphi) = \text{cont}_E^M(\varphi)$, $\text{inf}_R(\varphi) = \text{mis}_E(\varphi)$.

Теорема 6. Если получатель считает предложение φ истинным, а с точки зрения эксперта оно является ложным (условно или абсолютно), то

$$\inf_R(\varphi) = \inf_E(\neg\varphi) - \log_2(2^{\inf_E(\neg\varphi)} - 1)$$

Доказательство.

$\inf_E(\neg\varphi) = -\log_2(1 - q(\varphi)) \Rightarrow q(\varphi) = 1 - 2^{-\inf_E(\neg\varphi)}$. Если получатель считает φ истинным, то

$$\inf_R(\varphi) = -\log_2 q(\varphi) = \inf_E(\neg\varphi) - \log_2(2^{\inf_E(\neg\varphi)} - 1).$$

Теорема 7. Если получатель считает φ истинным, а с точки зрения эксперта оно является условно ложным, причем, выражения φ_{inf} и φ_{mis} – логически независимы, то: $\inf_R(\varphi) = \inf_E(\varphi) + \text{mis}_E(\varphi)$.

Доказательство. Для логически независимых выражений: $q(\varphi_{inf} \wedge \varphi_{mis}) = q(\varphi_{inf}) \cdot q(\varphi_{mis})$. Поэтому

$$\begin{aligned} \inf_R(\varphi) &= -\log_2 q(\varphi_{inf} \wedge \varphi_{mis}) = -\log_2(q(\varphi_{inf}) \cdot q(\varphi_{mis})) = \\ &= -\log_2 q(\varphi_{inf}) - \log_2 q(\varphi_{mis}) = \inf_E(\varphi) + \text{mis}_E(\varphi). \end{aligned}$$

Теорема 8. Если получатель считает предложение φ ложным, а с точки зрения эксперта оно является либо условно ложным, либо абсолютно ложным, то $\inf_R(\neg\varphi) = \inf_E(\neg\varphi)$.

Доказательство. $\inf_R(\varphi) = \inf_R(\neg\varphi) = -\log_2 q(\neg\varphi) = \inf_E(\neg\varphi)$.

Теорема 9. Если получатель считает предложение φ ложным, а с точки зрения эксперта оно является истинным, то $\inf_R(\neg\varphi) = \inf_E(\varphi) - \log_2(2^{\inf_E(\varphi)} - 1)$.

Доказательство. $\inf_E(\varphi) = -\log_2(q(\varphi)) \Rightarrow q(\varphi) = 2^{-\inf_E(\varphi)}$. Если адресат считает φ ложным, то

$$\begin{aligned} \inf_R(\varphi) &= \inf_R(\neg\varphi) = -\log_2 q(\neg\varphi) = -\log_2(1 - q(\varphi)) = \\ &= \inf_E(\neg\varphi) - \log_2(2^{\inf_E(\neg\varphi)} - 1). \end{aligned}$$

Следствие 9.1. Если $\neg\varphi$ является абсолютно ложным, то $\inf_R(\neg\varphi) = \text{mis}_E(\neg\varphi)$.

Теорема 10. Если получатель считает φ ложным, а с точки зрения эксперта оно является истинным, и предложения $(\neg\varphi)_{inf}$ и $(\neg\varphi)_{mis}$ – логически независимы, то $\inf_R(\neg\varphi) = \inf_E(\neg\varphi) + \text{mis}_E(\neg\varphi)$.

$$\begin{aligned} \text{Доказательство. } \inf_R(\varphi) &= \inf_R(\neg\varphi) = \\ &= -\log_2 q(\neg\varphi) = -\log_2[q((\neg\varphi)_{inf} \wedge (\neg\varphi)_{mis})] = \\ &= -\log_2[q((\neg\varphi)_{inf}) \cdot q((\neg\varphi)_{mis})] = -\log_2[q((\neg\varphi)_{inf})] - \log_2[q((\neg\varphi)_{mis})] = \\ &= \inf_E(\neg\varphi) + \text{mis}_E(\neg\varphi). \end{aligned}$$

Согласно точке зрения эксперта, количество семантической информации (и дезинформации) в тавтологии равно нулю. Мнения полчатателя информации и эксперта тут совпадают. С точки зрения эксперта противоречие является условно ложным предложением, которое можно разделить на информацию и дезинформацию. Описанный здесь подход пригоден для применения и к понятиям относительной информации и дезинформации.

Выводы. Лучано Флориди одним из первых осознал, что семантическая информация и смысловое содержание сообщения не являются эквивалентными понятиями, в расчет нужно принимать также истинностное значение предложения. Однако определение количества информации через степень различия между сообщением и ситуацией, используемое в его работе, ведет к неоправданным усложнениям, произвольным допущениям и ограничивает возможности теории. В данной работе предложен новый подход, заключающийся в разделении послания на две части, одна из которых несет информацию, а вторая – дезинформацию, и в вычислении количества информации и дезинформации как функций логических вероятностей соответствующих частей. Несмотря на возвращение к использованию логических вероятностей Бар-Хиллела и Карнапа, новая теория сохраняет главную идею теории Флориди. Однако с ней проще работать, поскольку преобразования вероятностей изучены лучше, чем преобразования степени различия. В дальнейшем предусматривается разработка математических методов фильтрации дезинформации в сообщениях. Результаты работы могут быть использованы в системах искусственного интеллекта.

1. Shannon C.E., 1948, A Mathematical Theory of Communication. Bell Syst. Tech. J., 27: 379-423, 623-656.
2. Bar-Hillel Y., Carnap R., 1952, An Outline of a Theory of Semantic Information, Technical Report No. 247, October 27, Research Laboratory of Electronics. – 49.
3. Харкевич А.А., 1960, О ценности информации, «Проблемы кибернетики», в. 4. – с. 54.
4. Шрейдер Ю.А., 1965, Об одной модели семантической теории информации, «Проблемы кибернетики», в. 13. – с. 233-240.
5. Floridi L., 2004, Outline of a Theory of Strongly Semantic Information, Minds and Machines, 14(2), pp. 197-222.
6. Fetzer J.H., 2004, Information: Does it Have To Be True, Minds and Machines, 14, pp. 223-229.
7. Gordana Dodig-Crnkovic, 2005, System modelling and information semantics. Department of Computer Science and Engineering Malardalen University Vasteras, Sweden.
8. Sequoian-Grayson S., 2007, The Metaphilosophy of information, Minds and Machines, 17: 3, pp. 331-344.

**к.т.н. доцент Пучков А.Ю.
Смоленский филиал МЭИ
E-mail: putchkov63@mail.ru**

РЕШЕНИЕ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЧЕТКОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

Представлены результаты исследования возможности применения искусственных нейронных сетей и нечеткой фильтрации, базирующейся на калмановских алгоритмах, в структуре управления непрерывными технологическими процессами промышленности.

Ключевые слова: обратные задачи, нечеткая фильтрация, управление технологическими процессами.

Технологические процессы (ТП), реализуемые в различных промышленных отраслях, представляют собой разнообразные по своей природе и количеству контролируемых и управляемых параметров объекты управления. Применение средств вычислительной техники для управления ими стало необходимым звеном создания АСУТП. ТП промышленности разнообразны не только по своей физической природе, но и по своей структуре, которая может представлять собой последовательность разнородных операций и действий, поэтому для конкретизации задачи исследования был выбран подкласс непрерывных ТП, которые удобно рассматривать как процесс, протекающий в непрерывном объекте управления.

Практический опыт применения АСУТП показывает, что исходной информации о ТП часто бывает недостаточно для получения действительно оптимальных траекторий движения объекта в пространстве состояний, в связи с чем, приходится ограничиваться субоптимальным управлением. Такая ситуация является результатом не только недостаточности набора контролируемых параметров, но также и наличием погрешностей и шумов измерительной аппаратуры, инерционностью регуляторов, приводящей к тому, что измерению и учету в выработке управляющего воздействия подвергается не текущее, а отстающее от данного момента времени значение контролируемого параметра на входе или выходе объекта. В этой связи, разработка новых методов и алгоритмов управления ТП, позволяющих более полно анализировать параметры процесса,

учитывать имеющуюся априорную информацию о ТП представляется актуальной научной задачей.

В ходе проведенных исследований разработаны новые алгоритмы управления технологическими процессами промышленности на основе применения одного и двух контуров оценивания параметров процесса (на его входе и выходе), которые базируются на применении дополнительных данных, которые извлекаются процедурой решения некорректно поставленной задачи, а именно, обратной задачи, позволяющей определить входной сигнал по наблюдаемому выходному. Структура оценивания параметров ТП с двумя контурами показана на рисунке 1.

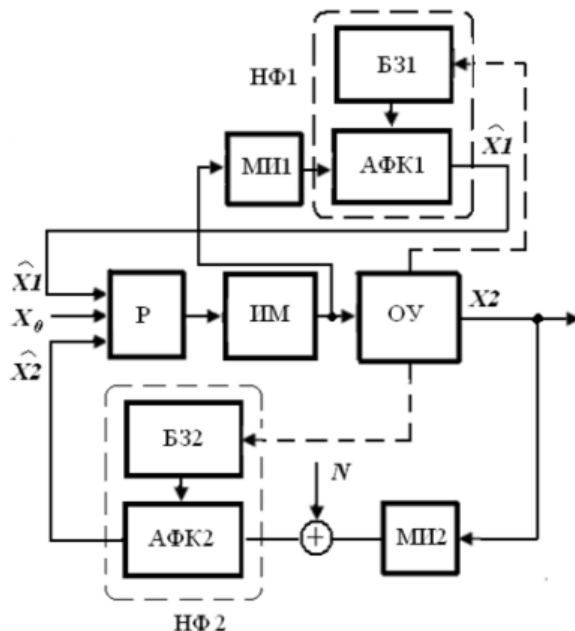


Рисунок 1 – Структура контроля параметров ТП

На рисунке 1 обозначено: P– регулятор; ИМ – исполнительный механизм; ОУ– объект управления; X_0 – задание на управление; X_2 – вектор состояния ОУ; \hat{X}_1 - оценка параметров процесса входных воздействий на ОУ; МИ-модель измерений; НФ- нечеткий фильтр, включающий в себя алгоритм калмановского фильтра (АФК) и базу знаний (БЗ), применяемую в процедуре нечеткого логического вывода при получении матрицы системы в формирующем фильтре [1].

Определение входного сигнала по наблюдаемому выходному точно провести нельзя ввиду некорректности самой постановки, но сделать предположение о входном сигнале разработанные алгоритмы позволяют, тем самым снижая неопределенность данных в процессе

синтеза управляющего воздействия. Для снижения влияния шумов и погрешностей измерительной аппаратуры предложено использовать фильтрацию сигналов измерений перед их подачей на искусственную нейронную сеть [2]. Эта сеть решает обратную задачу, аппроксимируя график «вход(выход)».

Предложенные структуры получения дополнительной информации о ходе ТП могут найти применение для широкого спектра АСУТП промышленности, требуя лишь обучения нейронной сети на новых наборах исходных данных и коррекции базы знаний.

1. Puchkov A. Y., Pavlov D. A. Kalman filter in structure of the solution of the return tasks. III Intern. research and practice conf. "Science, Technology and Higher Education". Vol. II. 2013 Westwood, Canada, P. 481-482.

2. Усков А.А., Кузьмин А. В. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечеткая логика. – М.: Горячая Линия – Телеком, 2004.

**к.т.н. доц. Пучков А.Ю.,
Лобанева Е.И.
Филиал МЭИ в г.Смоленске
E-mail: lobaneva94@mail.ru**

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Предложено решение задачи оптимизации структуры систем передачи данных - минимизации издержек, является одной из составляющих эффективного менеджмента, решение которой позволяет повысить конкурентоспособность организации.

Ключевые слова: имитационное моделирование, издержки, система передачи данных.

Имитационные модели представляют собой эффективный инструмент, позволяющий решать оптимизационные задачи в различных предметных областях. Одной из таких областей является проблема оптимизации режимов функционирования системы передачи данных. Эта задача минимизации издержек является одной из составляющих эффективного менеджмента организации, и её решение позволяет повысить конкурентоспособность организации. Одним из подходов к решению этой задачи является применение аппарата имитационного моделирования. Оно предоставляет возможность описать структуру системы и создать процессы, не прибегая к

использованию формул и строгих математических зависимостей, тем самым обеспечивает сокращение издержек на исследование проблемы.

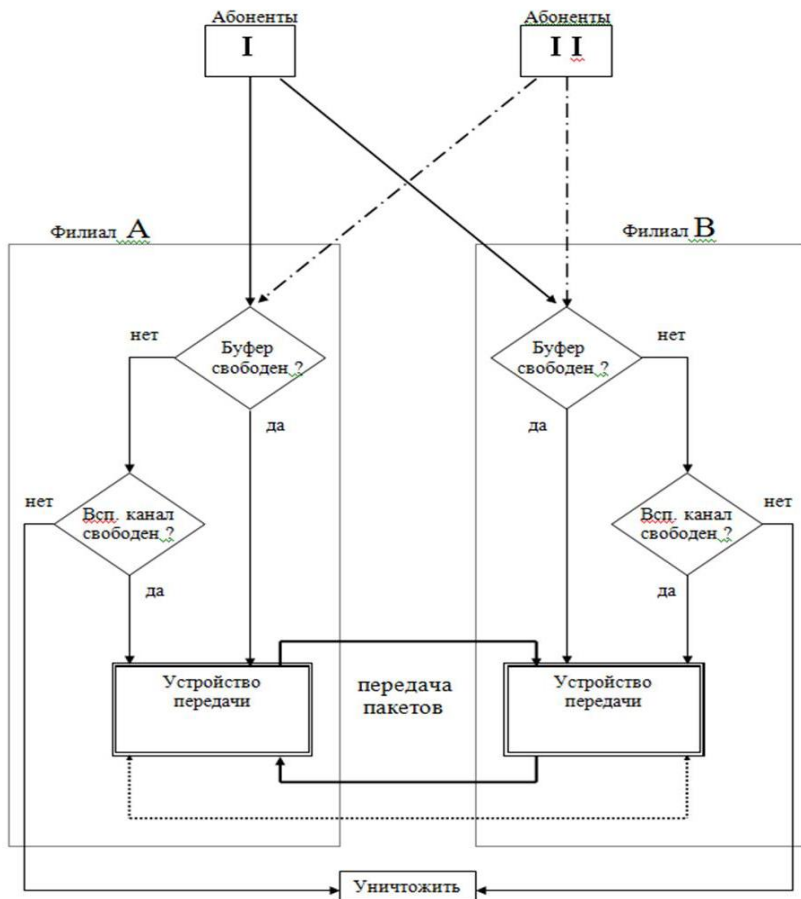


Рисунок 1 – Концептуальная модель

Данная работа посвящена решению задачи, возникшей перед руководством ЗАО «Сопехант», которая заключается в оптимизации структуры систем передачи данных организации. Организация с 2002 года является одним из лидеров на региональном рынке по производству абонентского и операторского оборудования для широкополосного доступа по технологиям xDSL, Metro Ethernet, LTE и PON, систем сетевой безопасности и профессиональных беспроводных сетей. ЗАО «Сопехант» имеет разветвленную сеть филиалов рынка сбыта по всей России, Белоруссии и Польши.

На начальном этапе моделирования была разработана концептуальная модель предметной области, которая представлена на рисунке 1. Следующим этапом явилось проведение исследования

процесса передачи данных, которое заключалось в измерении временных интервалов поступления и обработки информации, изучении. После проведенных измерений была проведена проверка статистических гипотез о законах распределения, данная проверка показала, что эти распределения хорошо согласуются с пуассоновским.

Средой реализации выбрана система GPSS, которая является популярной средой разработки имитационных моделей. Она позволяет строить модели на основе событийно-ориентированного подхода и использующая формализацию предметной области с точки зрения теории массового обслуживания. Моделирование пуассоновского потока в GPSS осуществляется с помощью функции exponential [1].

Анализируемая система передачи данных состоит из двух каналов: дуплексного и полудуплексного. Каждый канал работает отдельно и моделируется как одноканальное устройство. Для моделирования дуплексного и полудуплексного каналов использовались одноканальные устройства с одновременным контролем их занятости, обеспечивая тем самым ситуацию возможной передачи сообщения одновременно во встречных направлениях.

После проведения моделирования был разработан план эксперимента. Результаты плана эксперимента представлены в таблице 1. В факторное пространство были включены такие параметры, как время передачи, а также ёмкость буфера. Целевой функцией являлась экономическая эффективность, максимум которой является целевым значением. В соответствии с разработанным планом были осуществлены модельные эксперименты, которые позволили найти значения параметров в факторном пространстве, при которых достигается максимум целевой функции. Оценка результатов работы модели осуществлялась при условии необходимости передачи 1000 пакетов. Анализ показал, что емкость буферных регистров существенно не влияет на уровень дохода, кроме случаев, когда емкость равна 0, параметр времени k , на который уменьшается время передачи пакетов в дуплексном канале имеет неоднозначное влияние на систему [2]. С одной стороны при увеличении k увеличивается число пакетов, прошедших через дуплексный канал или вспомогательную линию, но не уничтоженных, а с другой стоимость увеличения k на каждый пакет достаточно велика и прибыль от дополнительно переданных пакетов съедается затратами на передачу, оптимальными параметрами для смоделированных диапазонов значений параметров являются: емкость буферных регистров - 6, время k - 0. При этом доход составит - 52760 денежных единиц.

Таблица 1 –Результаты эксперимента

		Емкость буфера						
		1	2	3	4	5	6	7
Среднее время буфера, мс	0	48656	50642	49578	49588	47754	52760	51936
	3	45349	48100	49200	47657	47215	46988	47517
	5	46806	47323	50331	48448	49881	48784	49329
	7	46673	49664	48426	50781	49040	46300	49415
	10	46304	50522	47380	46959	48398	47786	48965
	13	47975	47293	51738	47084	48162	50709	49642
	15	47091	50954	51736	49092	50612	49765	47075
	20	46297	50243	46853	45997	48313	47037	50856

Построенная модель явилась тем инструментом, который позволил оптимизировать процесс передачи данных, приводя, тем самым, к повышению экономической эффективности организации. Разработанная модель может быть использована для оптимизации режимов работы систем передачи данных и на других предприятиях при условии её адаптации к конкретным условия.

1. Грубник Е.М., Лаврушин В.М., Усков А.А. Моделирование социально-экономических систем и процессов на основе аппарата обобщенно-регрессионных нейронных сетей // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. 2011. № 1. С 58-63.

2. Усков А.А. Устойчивость систем с блоками нечеткого логического вывода в объекте управления // Управление большими системами. Выпуск 39. М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2012. С.155-164.

к.ф.-м.н. Римская Л.П.
ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА»
E-mail: lilirimska@yandex.ru

РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СИНГУЛЯРНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ, СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ ОСНОВНОЙ ЗАДАЧИ СТАТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ

Предложен новый метод регуляризации сингулярных интегральных уравнений, соответствующих краевой задачи Римана для бианалитических функций.

Ключевые слова: Сингулярное интегральное уравнение, регуляризация, теория упругости.

На сегодняшний день принято рассматривать сингулярные интегральные уравнения в тесной связи с соответствующими их характеристическим частям краевыми задачами. Причем, если обычные сингулярные уравнения эффективно приводятся к уравнениям Фредгольма (регуляризуются) с помощью задачи Римана (метод регуляризации Карлемана – Векуа), то решение более сложных краевых задач, удобно свести к решению соответствующих систем сингулярных интегральных уравнений.

К краевым задачам для нескольких неизвестных функций можно отнести и краевые задачи для полианалитических функций.

Определение 1. Функция $F(z)$, заданная в некоторой области $D \subset \bar{C}$, называется полианалитической функцией порядка n , если она представима в виде

$$F_n(z) = \sum_{k=0}^{n-1} \bar{z}^k \varphi_k(z) \quad (1)$$

где $\varphi_k(z)$ ($k = 0, \dots, n-1$) – аналитические функции в D , $\bar{z} = x - iy$.

Интерес к полианалитическим функциям возник благодаря работам Г.В.Колосова и Н.М.Мухелишвили, в которых было показано, что эффективным средством для решения задач плоской теории упругости могут служить функции следующего вида [6]

$$F(z) = \varphi_0(z) + \bar{z}\varphi_1(z) \quad (2)$$

Несложно заметить, что, согласно определению 1, указанную функцию следует отнести к полианалитическим функциям порядка 2 или бианалитическим функциям.

Известно, что решение первой основной задачи теории упругости можно свести к решению следующей краевой задачи

$$\frac{\partial F}{\partial x} = -\frac{\partial \bar{F}}{\partial x} + g_1(t), \quad \frac{\partial F}{\partial y} = \frac{\partial \bar{F}}{\partial y} + ig_2(t), \quad (3)$$

где $F(z)$ – искомая бианалитическая функция в некоторой области D , ограниченной контуром L ; $t \in L$; g_k ($k = 1, 2$) – заданные на контуре L функции.

Рассмотрим следующую систему сингулярных интегральных уравнений.

Пусть L – простой замкнутый контур класса $C_\mu^{(3)}$, ограничивающий конечную область D .

Требуется определить неизвестные функции $\omega_1(t)$ и $\omega_2(t)$ из системы интегральных уравнений

$$\begin{aligned}
(K_1 \omega_1 \omega_2)(t) &= a_1(t)[\omega_1(t) + \bar{t} \omega_2'(t) + \omega_2(t)] + \\
&+ \frac{d_1(t)}{\pi i} \int_L \frac{\omega_1(\tau) + \bar{t} \omega_2'(\tau) + \omega_2(\tau)}{\tau - t} d\tau + \\
&+ \int_L K_{11}(t, \tau) \omega_1(\tau) d\tau + \int_L K_{12}(t, \tau) \omega_2(\tau) d\tau = f_1(t), \\
(K_2 \omega_1 \omega_2)(t) &= a_2(t)[\omega_1(t) + \bar{t} \omega_2'(t) - \omega_2(t)] + \\
&+ \frac{d_2(t)}{\pi i} \int_L \frac{\omega_1(\tau) + \bar{t} \omega_2'(\tau) - \omega_2(\tau)}{\tau - t} d\tau + \\
&+ \int_L K_{21}(t, \tau) \omega_1(\tau) d\tau + \int_2 K_{22}(t, \tau) \omega_2(\tau) d\tau = f_2(t),
\end{aligned} \tag{10}$$

где $K_{ln}(t, \tau) \in H_*^{(1)}(L \times L)$; $a_l(t), d_l(t) \in H^{(3-l)}(L)$, $f_l(t) \in H^{(1)}(L)$ ($l, n=1, 2$).

Будем считать, что уравнения системы нормированы, т.е. $a_l^2(t) - d_l^2(t) = 1$.

При нахождении индекса системы (10) и при ее регуляризации применим метод поэлементного выражения неизвестных функций, который был описан в работе [6]. Однако можно провести подсчет индекса, следовательно, и регуляризацию каждого уравнения (10) независимо друг от друга. Преобразуем систему (10).

$$\begin{aligned}
(K_1 \omega_1 \omega_2)(t) &= a_1[\omega_1(t) + \bar{t} \omega_2'(t) + \omega_2(t)] + \frac{d_1(t)}{\pi i} \int_L \frac{\omega_1(\tau) + \bar{t} \omega_2'(\tau) + \omega_2(\tau)}{\tau - t} d\tau + \\
&+ \int_L K_{11}(t, \tau) \omega_1(\tau) d\tau + \int_L K_{12}^*(t, \tau) \omega_2(\tau) d\tau = f_1(t), \\
(K_2 \omega_1 \omega_2)(t) &= a_2[\omega_1(t) + \bar{t} \omega_2'(t) - \omega_2(t)] + \frac{d_2(t)}{\pi i} \int_L \frac{\omega_1(\tau) + \bar{t} \omega_2'(\tau) - \omega_2(\tau)}{\tau - t} d\tau + \\
&+ \int_L K_{21}(t, \tau) \omega_1(\tau) d\tau + \int_2 K_{22}^*(t, \tau) \omega_2(\tau) d\tau = f_2(t),
\end{aligned} \tag{11}$$

где $K_{l,2}(t, \tau) = K_{l,2}(t, \tau) + \frac{d_l(t)}{\pi i} \frac{\bar{t} - \bar{\tau}}{t - \tau}$.

Индекс характеристической части (11) совпадает с индексом характеристической части (10) и с индексом всей системы (10). Для его определения введем вспомогательные функции

$$\begin{aligned}
W_1(t) &= \omega_1(t) + \bar{t} \omega_2'(t) + \omega_2(t), \\
W_2(t) &= \omega_1(t) + \bar{t} \omega_2'(t) - \omega_2(t).
\end{aligned} \tag{12}$$

С учетом обозначений (12) характеристическая часть системы (11) примет вид:

$$\begin{aligned}
 (K_1^* W_1 W_2)(t) &= a_1(t) W_1(t) + \frac{d_1(t)}{\pi i} \int_L \frac{W_1(\tau) d\tau}{\tau - t} = f_1^*(t), \\
 (K_2^* W_1 W_2)(t) &= a_2(t) W_2(t) + \frac{d_2(t)}{\pi i} \int_L \frac{W_2(\tau) d\tau}{\tau - t} = f_2^*(t).
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

Система (13) представляет собой два обычных характеристических уравнения относительно неизвестных функций $W_1(t)$ и $W_2(t)$. Индекс данной системы определяется по формуле ([2], [4] и др.)

$$\text{Jnd } K^* = \text{Jnd } K = K_1 + K_2,
 \tag{14}$$

где $K_l = \text{Jnd} \frac{a_l(t) - d_l(t)}{a_l(t) + d_l(t)}$.

Предложенный метод применим при исследовании задач теории упругости.

В качестве иллюстрирующего примера рассмотрим первую основную задачу теории упругости для единичного круга.

Преобразуем краевые условия (4) следующим образом:

$$\begin{aligned}
 \varphi_0'(t) + \frac{1}{2} \bar{t} \varphi_1'(t) + \varphi_1(t) + \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\bar{\tau} \varphi_1'(\tau) d\tau}{\tau - t} = - \\
 \frac{[\varphi_0'(t) + \frac{1}{2} \bar{t} \varphi_1'(t) \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\bar{\tau} \varphi_1'(\tau) d\tau}{\tau - t} + \varphi_1(t)] + \int_L A(t, \tau) \varphi_1(\tau) d\tau -}{- \int_L B(t, \tau) \overline{\varphi_1(\tau)} d\tau + g_1(t),} \\
 \varphi_0'(t) + \frac{1}{2} \bar{t} \varphi_1'(t) - \varphi_1(t) + \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\bar{\tau} \varphi_1'(\tau) d\tau}{\tau - t} = \\
 \frac{[\varphi_0'(t) + \frac{1}{2} \bar{t} \varphi_1'(t) \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\bar{\tau} \varphi_1'(\tau) d\tau}{\tau - t} - \varphi_1(t)] + \int_L A(t, \tau) \varphi_1(\tau) d\tau +}{+ \int_L B(t, \tau) \overline{\varphi_1(\tau)} d\tau + g_2(t),}
 \end{aligned}
 \tag{15}$$

где $A(t, \tau) = \frac{1}{2\pi i} \frac{\partial}{\partial \tau} \left(\frac{\bar{\tau} - \bar{t}}{\tau - t} \right)$, $B(t, \tau) = \frac{1}{2\pi i} \frac{\partial}{\partial \tau} \left(\frac{\bar{\tau} - \bar{t}}{\tau - t} \right) \tau^2 (s)$.

Введем вспомогательные аналитические функции

$$\begin{aligned}\Phi_0(z) &= \varphi_0'(z) + \frac{1}{2}\bar{z}\varphi_1'(z) + \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\bar{\tau}\varphi_1'(\tau)d\tau}{\tau - z} + \varphi_1(z), \\ \Phi_1(z) &= \varphi_0'(z) + \frac{1}{2}\bar{z}\varphi_1'(z) + \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\bar{\tau}\varphi_1'(\tau)d\tau}{\tau - z} - \varphi_1(z).\end{aligned}\tag{16}$$

С учетом обозначений (16) перепишем систему (15) следующим образом

$$\begin{aligned}\Phi_0(t) &= \overline{\Phi_0(t)} + \int_L A(t, \tau)\varphi_1(\tau)d\tau - \int_L B(t, \tau)\overline{\varphi_1(\tau)}d\tau + g_1(t), \\ \Phi_1(t) &= -\overline{\Phi_1(t)} + \int_L A(t, \tau)\varphi_1(\tau)d\tau + \int_L B(t, \tau)\overline{\varphi_1(\tau)}d\tau + g_2(t).\end{aligned}\tag{17}$$

С учетом того, что на границе области выполняется условие $\bar{t} = \frac{1}{t}$, ядра $A(t, \tau)$ и $B(t, \tau)$ примут вид

$$A(t, \tau) = \frac{1}{2\pi i} \frac{1}{t\tau^2}, \quad B(t, \tau) = \frac{1}{2\pi i} t$$

Решение системы (17) будет иметь вид:

$$\begin{aligned}\Phi_0(z) &= \frac{\varphi_1'(0)}{z} + i \operatorname{Im} \varphi_1(0) - \overline{\varphi_1'(0)}z - i \operatorname{Im} \overline{\varphi_1''(0)} + \\ &+ \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{g_1(\tau)d\tau}{\tau - t} - \frac{1}{4\pi i} \int_L \frac{g_1(\tau)d\tau}{\tau} + ic_1, \\ \Phi_1(z) &= \frac{\varphi_1'(0)}{z} + \operatorname{Re} \varphi_1(0) + \overline{\varphi_1'(0)}z + \operatorname{Re} \overline{\varphi_1''(0)} + \\ &+ \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{g_2(\tau)d\tau}{\tau - t} - \frac{1}{4\pi i} \int_L \frac{g_2(\tau)d\tau}{\tau} + c_2,\end{aligned}\tag{18}$$

где c_1, c_2 – произвольные константы.

Для упрощения преобразований отбросим константы, поскольку они не будут влиять на напряженное состояние тела.

С учетом обозначений (16) получим

$$\varphi_1(z) = \frac{\Phi_0(z) - \Phi_1(z)}{2} = -z\overline{\varphi_1'(0)} + \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{g_1(\tau) - g_2(\tau)}{\tau - t} d\tau.\tag{19}$$

Значение $\overline{\varphi_1'(0)}$ можно определить, продифференцировав (19) и положив $z = 0$.

$$\varphi_1'(0) + \overline{\varphi_1'(0)} = \frac{1}{4\pi i} \int_L \frac{g_1(\tau) - g_2(\tau)}{\tau^2} d\tau \quad (20)$$

Данное условие выполняется, если

$$\operatorname{Im} \left[\frac{1}{4\pi i} \int_L \frac{g_1(\tau) - g_2(\tau)}{\tau^2} d\tau \right] = 0 \quad (21)$$

Условие (21) равносильно равенству нулю главного момента сил. Таким образом, можно определить $\operatorname{Re} \varphi'(0)$. Мнимую часть зафиксируем произвольно, например, $\operatorname{Im} \varphi'(0) = 0$.

Тогда,

$$\varphi_1(z) = \frac{1}{4\pi i} \int_L \frac{g_1(\tau) - g_2(\tau)}{\tau - t} d\tau - z \frac{1}{8\pi i} \int_L \frac{g_1(\tau) - g_2(\tau)}{\tau^2} d\tau.$$

Полученный результат совпадает с результатом, полученным классическим способом [5].

1. Balk M.V. Polianalitic functions: Akademie Verlag. 1991.
2. Векуа Н.П. Системы сингулярных интегральных уравнений. – М.: Наука, 1970.
3. Гахов Ф.Д. Краевые задачи. – М.: Наука. 1977.
4. Литвинчук Г.С. Краевые задачи и сингулярные интегральные уравнения со сдвигом. – М.: Наука. 1977.
5. Мусхелишвили Н.И. Сингулярные интегральные уравнения. – М.: Наука. 1968.
6. Римская Л.П. Системы сингулярных интегральных уравнений со сдвигом Карлемана в теории склеивания упругих поверхностей. / Вестник Брянского государственного университета. 2014. № 4. С. 31-34.

д.т.н. профессор Руденко О.Г.,
асп. Илюнин О.О.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
E-mail: ro590@yahoo.de

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ НЕПРЕРЫВНЫМ ТРАВИЛЬНЫМ АГРЕГАТОМ

В работе рассмотрена формализация идентификации несистемных и системных дефектов поверхности стальной полосы и состава травильного раствора. Предложены способы их нечеткой оценки с помощью цветовой идентификации и формирования функции принадлежности нечеткому LR-интервалу оцениваемых параметров. Сформулированы *логические правила управления* (ЛПУ) *непрерывным травильным агрегатом* (НТА) для последующего синтеза элементов системы контроля и управления.

Ключевые слова: идентификация, нечеткий LR-интервал, функция принадлежности, контроль, логические правила управления.

Основными критериями эффективности работы НТА являются чистота поверхности листового проката на выходе (качество травления), скорость, удельная энергоемкость и ресурсоемкость *технологического процесса* (ТП). Эксплуатирующиеся в Украине и России НТА имеют ряд недостатков, обусловленных энергоемкостью и слабым уровнем автоматизации ТП. Наличие только визуального контроля *дефектов (систематических (СД) и несистемных (НД))*, проявляющихся в виде пятен, зон и участков окалины и вкатышей различной формы влечет товарные потери из-за выбраковки полосы с такими участками. Отсутствие средств автоматического контроля состава травильного раствора приводит к его перерасходу и сбоям ТП.

Скорость травления проката зависит от двух видов технологических параметров [1, 2]. К первому относят характеристики стали, состав, структуру, толщину окалины - σ_n , геометрические характеристики дефектов, нечетко зависящих от процессов предшествующих травлению. Ко второму виду параметров относят связанные нелинейными временными зависимостями концентрации кислоты в травильном растворе - $C_{H_2SO_4}$ и солей железа - C_{FeSO_4} в растворе, температуру раствора T_{p-pa} , время контакта дефекта с травильным раствором - t_{tr} , определяющее скорость сматывания - $v(t)$, имеющие ограничение по избыточности травления, давление - P_t при котором раствор контактирует с дефектной поверхностью. Решение по снижению энергоемкости на $\approx 70\%$ и стабилизации ΔT_{p-pa} с погрешностью ($\Delta T_{p-pa} = \pm 1^\circ C$) внедрено на металлургическом комбинате им. Ильича г. Мариуполь [1]. Вариант решения задачи управления концентрацией травильного раствора $C_{H_2SO_4}$, представлен в [2].

Целью статьи является представление формализованного описания процедур идентификации: дефектов поверхности проката и состава травильного раствора, а также построение базовых ЛПУ НТА.

Технологические системы с нечеткой логикой в большинстве практических приложений функционируют по принципу *модели Сугено* [3]: числовые значения измерений фаззифицируются (переводятся в нечеткий формат), обрабатываются с помощью ЛПУ, формируемых для системы, дефаззифицируются, и, в виде физических сигналов подаются на исполнительные устройства. Сложная взаимосвязь элементов НТА, переменных в функциях, описывающих поведение элементов системы, затрудняет формализацию описания ТП, и приводит к практике моделирования на базе теории нечетких систем для анализа ТП и оценивания результатов [4]. В связи с невозможностью оперативных измерений толщины окалины σ_n , в [2] был предложен подход нечеткой оценки значений σ_n в виде лингвистической переменной, которая задается набором из 3-х компонент: $\langle Id, X, R(Y, x) \rangle$, где Id - имя признака $\langle \text{цвет} \rangle$, X - множество допустимых значений признака, $R(Y, x)$ - нечеткое множество, определенное на множестве X и представляющее собой нечеткое ограничение на числовую оценку значения признака x , обусловленное лингвистической характеристикой $Y \langle \text{толщина дефекта} \rangle$.

Фаззификация дефектов, выраженных образованием оксидных областей различных цветов на рулоне металлического проката, решена путем построения нечетких LR-интервалов, вырожденных до стандартных Δ -функций принадлежности с областью значения на интервале $[0,1]$. В [2] была формализована задача управления $C_{H_2SO_4}$ для травления СД в виде окалины различных толщин по краям рулона, с соответствующими градациями оттенков серого цвета при $v(t)=const$ и сформировано ЛПУ концентрацией травильного раствора:

$$\text{ЕСЛИ}((\text{Цвет} = X_m) \& (C_{H_2SO_4} < \text{необходимой для } X_m)), \quad (1) \\ \text{ТО (увеличить концентрацию } p\text{-ра } C_{H_2SO_4} \text{ до необходимой для } X_m)$$

Аналогично решение и для травления СД в виде оксидных пленок по центру рулона (т.н. «побежалостей» разных цветов) [2].

НД нечетко описаны с помощью функции возможности $\pi_n(X_m)$ с областью значений на интервале $[0,1]$, определяющей степень возможности отнесения дефекта к n -му классу по значению признака $X_m = \langle \text{черный} \rangle$ в сформированном классификаторе цветов НД [5]. Функция $\pi_n(X_m)$ определяет степень возможности отнесения m -го дефекта к n -му классу по значению признака, характеризующего закономерности проявления значений толщины дефектов σ_n , лежащей в нечетком LR-интервале $\sigma_n = [D_n - c_n, D_n + c_n]$.

В [6] была предложена схема НТА с компараторной идентификацией дефектов проката, представленная на рис. 1. Устройство содержит: 1 - травильный агрегат с узлами нагрева, рекуперации и регенерации травильного раствора; 2 - металлическую полосу; 3 - блок для подачи травильного раствора через N сопел, расположенных по обеим сторонам плоскости движущейся металлической полосы с регулируемым давлением подачи раствора P_t к соплам НТА; 4 - оптический датчик выходного контроля качества травления металлической полосы с обеих сторон; 5 - блок обработки оптической информации и управления технологическим процессом; 6 - дозатор; 7 - оптический датчик входной идентификации и позиционирования несистемных дефектов металлической полосы с обеих сторон; 8 - ванна орошения травильного агрегата; 9 - второй дозатор; 10-комплекс погружных травильных ванн (или одну травильную ванну); 11- блок нечеткого анализа состава травильного раствора.

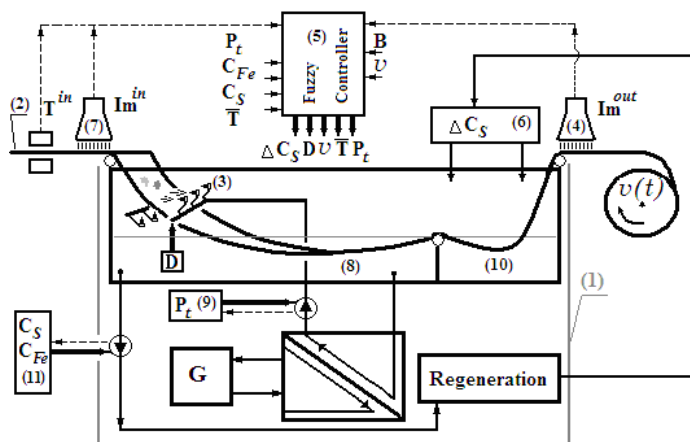


Рисунок 1 - Схема НТА

Получая данные от (7) контроллер (5) определяет позиционные координаты дефекта D^m в виде прямоугольника $(x_1^m, y_1^m) - (x_2^m, y_2^m)$, и формирует сигнал на (3) для включения сопел N_j ($j=i, i+1, \dots, k$) на период времени $T_j = (y_2^m - y_1^m) / v(t)$. Причем область орошения сопел N_j покрывает дефект D^m на участке полосы шириной $[x_1^m, x_2^m]$. Контроллер (5) формирует сигнал изменения площади проходного сечения A_j сопла для (9), с целью достижения на выходе сопла N_j давления травильного раствора P_t в соответствии со значением функции возможности $\pi_n(X_m = \langle \text{Цвет} \rangle)$. Интерпретируемое управляющее воздействие - изменение сечения сопла (давления) подачи травильного раствора P_i в i -м сопле орошения, позиционно

покрывающим область координат дефекта (с уточнением ΔP_t в процессе настройки синтезируемого нечеткого регулятора).

ЛПУ селективным травлением полосы формируется в виде:

ЕСЛИ (Цвет= X_m & D^m), ТО ((включить N_j сопла, $j = i, i+1, \dots, k$) & (изменить площади сечений A_j , $j = i, i+1, \dots, k$ в соответствии $\pi_n(X_m)$) (2)

Дефазифицируя ЛПУ, получим:

ЕСЛИ ($X_m(t_i)$ & $D^m(t_i)$), ТО [$A_i(t_i) = A_i * \pi(X_m(t_i))$ & $A_i(t_i + T_i) = 0$] (3)

для $j=i, \dots, k$, $t_i = t_i + L_{7.3} / V(t) - \tau_{on}$, где $L_{7.3} = \text{const}$ – расстояние, преодолеваемое полосой проката от датчика входной идентификации (7) до сопел (3) (рис.1), $V(t)$ – скорость сматывания полосы, τ_{on} – время задержки системы управления для изменения площади проходных сечений A_j .

Отсутствие априорной информации о НД (количестве, форме, размерах) логично приводит к методике применения нечеткой кластеризации входных данных Im^{in} . Для минимизации ошибки неразличимости НД, находящихся в геометрической близости друг от друга при влиянии фоновых ошибок телеметрической аппаратуры, предложен подход входной сегментации НД.

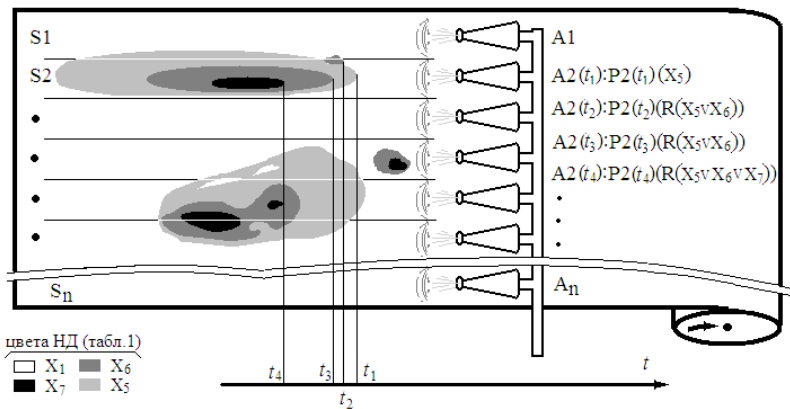


Рисунок 2. - Входная сегментация НД полосы проката

По наборам позиционных координат фрагменты НД относят к разным сегментам S_i полосы проката. Ширина сегмента S_j соответствует по размеру орошаемой части полосы поверхности проката соплом A_j в момент отработки управляющего воздействия. В

общем виде ЛПУ давлением P_i для сопла A_j с учетом (2) можно представить в виде:

$$A_j(t_i): P_j(t_i) (R \{ X_m(t_i) | D^m(t_i) \text{ с } S_j \}), \quad (4)$$

где R - определяющее правило преобладающей альтернативы. Технически обусловленные ограничения на количество сопел N приводят к неоднозначностям управляющих воздействий на НД, находящихся рядом на поверхности проката и различных по значениям X_m . Отношение R , определяющее предпочтительный алгоритм управления, задается при синтезе или обучении регулятора.

Фаззификация состояний НТА, выраженных изменением концентрации солевых соединений в травильном растворе, осуществлена путем построения S -функций принадлежности с областью значения на интервале $[0,1]$. При достижении в растворе предельно допустимой концентрации n -гидратов сульфата железа $C_{FeSO_4} = C_{lim}$ система перестает функционировать или становится неэффективной [1, 7]. Контроль этого процесса осуществляет блок нечеткого анализа состава травильного раствора (11) (см. рис.1). Оперативная процедура нечеткой идентификации состава основана на распознавании изображений n -гидратов сульфата железа по цвету и площади и предназначена для автоматического анализа изображений, классификации каждого пикселя изображения на 4 объекта ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $FeSO_4 \cdot 4H_2O$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ и раствор-фон), автоматического расчета: объемной доли объектов анализа в %, массовой доли объектов анализа в %, поверхности на единицу объема, $см^2/см^3$. Каждому конкретному состоянию НТА (снимку-изображению с наличием определенных количеств гидратов железа) соответствует определенная количественная оценка ΔV наличия k -того гидрата - площадь определенного цвета - и подсчитывается по пикселям с учетом числа кода цвета $-V_k(RGB)$:

$$\Delta V_k = S_k \cdot V_k(RGB). \quad (5)$$

На основе набранных статистик строится классификатор и S -функция принадлежности $\pi(\Delta V(t))$, которая устанавливает нечеткую меру соответствия значений фактически измеряемых величин ΔV_k значениям параметров $C_k(t)$, подлежащих оперативному контролю и управлению. Так при освежении раствора часть его отбирается из травильных ванн на регенерацию с замещением свежим раствором до достижения регламентированного $C_{FeSO_4} = C_0$. Оцениваются они в виде:

$$C_k(t) = \pi(\Delta V_k(t)) C_{lim}^k \quad (6)$$

Выводы. Процедуры идентификации дефектов и контроля предельных состояний раствора в представленной модели НТА формализованы с применением элементов нечеткой логики. Исследование модели, анализ данных моделирования, корректировка и расширение сформированного набора ЛПУ позволит синтезировать эффективную систему управления НТА.

1. Илюнин. О.О. Моделирование процесса непрерывного травления листовой углеродистой стали в условиях неопределенности / О.О. Илюнин, П.А.Капустенко, А.Ю.Перевертайленко, Самер Лага // Интегровані технології та енергозбереження. Щоквартальний науково-практичний журнал. – Харків: НТУ «ХП», 2011. – №2, с.35-44.

2. Илюнин. О.О. Управление концентрацией травильного раствора непрерывного травильного агрегата с использованием нечетких LR-интервалов / О.О. Илюнин, П.А.Капустенко, А.Ю.Перевертайленко, В.А.Тимофеев // Интегровані технології та енергозбереження. Щоквартальний науково-практичний журнал. – Харків: НТУ «ХП», 2012. – №2, с.52-56.

3. Т.Тэрано. Прикладные нечеткие системы / Т.Тэрано, К.Асаи, М.Сугэно –М.:Мир, – 1993 – 368с.

4. Усков А.А. Принципы построения систем управления с нечеткой логикой // Приборы и системы. Управление, Контроль, Диагностика. 2004. № 6. С. 7-13.

5. Илюнин. О.О. Идентификация несистемных дефектов в непрерывном технологическом процессе травления стального проката //Вісник Херсонського національного технічного університету. – 2013. – №1(46). – с.394-396.

6. Арсеньева О.П., Ілюнін О.О., Перевертайленко О.Ю., Подпужников П.М., Селяков О.М., Тимофеев В.О. Патент України на винахід № 104710 «Пристрій для безперервного травлення прокату листової вуглецевої сталі», опублік.25.02.2014, бюл.№4 – 5с.

7. Илюнин. О.О. Нечеткая процедура оценивания предельно допустимой концентрации сульфата железа в травильных растворах / О.О. Илюнин, А.Ю. Перевертайленко, А.М. Селяков, А.А. Шамраев // Интегровані технології та енергозбереження. Щоквартальний науково-практичний журнал. – Харків: НТУ «ХП», 2014. – №2, с.120-125.

НЕЙРОИДЕНТИФИКАЦИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ

Рассмотрен нейроэволюционный подход применительно к задаче идентификации нелинейного нестационарного динамического объекта.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети, эволюционные алгоритмы.

Задача идентификации нелинейного нестационарного динамического объекта, описываемого моделью

$$y(k) = f(x(k), k) + \xi(k), \quad (1)$$

где $x(k) = [y(k-1), \dots, y(k-l), u(k-1), \dots, u(k-n)]^T$ - $N \times 1$ вектор обобщенного входного сигнала ($N = l + n$); $y(i)$, $u(i)$ - выходной и входной сигналы объекта в момент времени i соответственно; l и n - порядки запаздывания по выходному и входному каналам соответственно; $f(\bullet)$ - неизвестная нелинейная функция; $\xi(k)$ - помеха, состоит в получении оценки функции $f(\bullet)$ по измерениям входных и выходных переменных.

Классические методы построения модели (1) используют аппроксимацию нелинейности $f(\bullet)$ рядами или полиномами и требуют решения задач структурной (определение вида и степени аппроксимирующего полинома и т.д.) и параметрической (определение коэффициентов разложения) идентификации.

Сложность получения адекватного математического описания существенно возрастает, если параметры объекта или условия его функционирования являются нестационарными. Для решения данной задачи в последнее время все более широко применяется нейроэволюционный подход, сочетающий эволюционные вычисления, и искусственные нейронные сети (ИНС). Среди ИНС наибольшее распространение при решении задачи идентификации нелинейных динамических объектов (1) в настоящее время получили многослойный персептрон (МП) и радиально-базисные сети (РБС), использующие, соответственно, аппроксимации нелинейного оператора $f(\bullet)$ вида

$$\mathfrak{F}(k) = \mathfrak{f}(k) = f^q \left[\left(W^q \right)^T f^{q-1} \left[\left(W^{q-1} \right)^T f^{q-2} \left[\dots f^1 \left[\left(W^1 x(k) + b_1 \right)^T \right] \dots \right] \right] \right]. \quad 2)$$

$$\mathfrak{f}(k) = \mathcal{F}(k) = w_0 + \sum_{i=1}^N w_i \Phi_i(x) = w_0 + W^T \Phi(k) \quad (3)$$

где W^i – вектор весовых параметров нейронов i -го слоя сети; $f^i[\bullet]$ – активационная функция (АФ) i -го слоя, b_i – смещение i -го нейрона; $\Phi(k)$ – вектор выбранных базисных функций (БФ).

При нейросетевом подходе задача идентификации заключается в обучении сети, состоящем в определении вектора ее параметров θ (весов, параметров активационных и базисных функций и т.д.), обеспечивающего минимум функционала

$$F(e) = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \rho(e(i, \theta)), \quad (4)$$

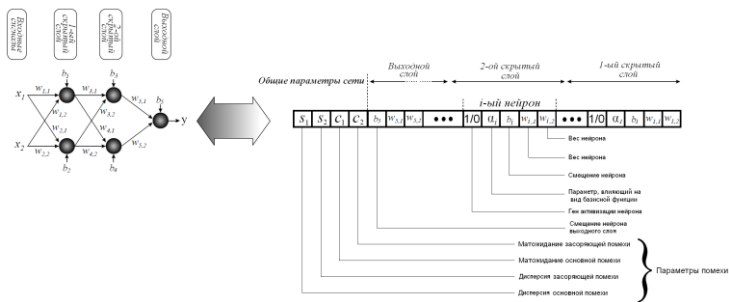
т.е. являющегося решением системы уравнений

$$\frac{\partial F(e)}{\partial \theta_j} = \sum_{i=1}^k \rho'(e(i, \theta)) \frac{\partial e(i, \theta)}{\partial \theta_j} = 0, \quad (5)$$

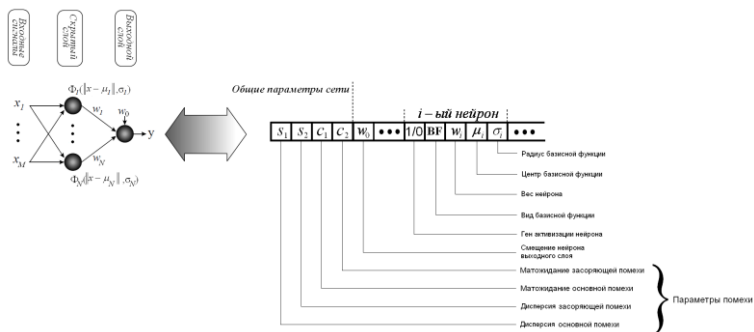
где $\rho(e(i, \theta))$ – некоторая функция потерь, зависящая от вида закона распределения помехи ξ ; $e(i) = y(i) - \mathfrak{f}(i)$; $\mathfrak{f}(i)$ – выходной сигнал

модели; $\rho'(e(i, \theta)) = \frac{\partial \rho(e(i, \theta))}{\partial e(i, \theta)}$ – функция влияния.

При переходе от ИНС к эволюционирующим ИНС (ЭИНС) [1, 2] для всех типов сетей используются общие эволюционные процедуры (инициализация популяции, оценка популяции, селекция, скрещивание, мутации), а различия заключаются лишь в способе кодирования структуры и параметров той или иной ИНС в виде хромосомы.



а)



б)

Рисунок 1 – МП и РБС, и формат их хромосом

В начале работы нейроэволюционного алгоритма случайным образом инициализируется популяция P_0 , состоящая из N особей (ИНС): $P_0 = \{H_1, H_2, \dots, H_N\}$. Каждая особь в популяции при этом получает свое уникальное описание, закодированное в хромосоме $H_j = \{h_{1j}, h_{2j}, \dots, h_{Lj}\}$, которая состоит из L генов, где $h_{ij} \in [w_{\min} w_{\max}]$ - значение i -го гена j -ой хромосомы (w_{\min} - минимальное, и w_{\max} - максимальное допустимые значения соответственно). На рис.1 показаны примеры МП и РБС, форматы хромосом и соответствие между параметрами сетей и хромосомами (представление их параметров в хромосоме). Следует отметить, что длина хромосомы зависит от размерности идентифицируемого объекта и максимально допустимого количества нейронов [3].

Как видно из рисунков, каждая хромосома состоит из генов, в которых хранится информация о соответствующих параметрах сети.

В ходе имитационного моделирования решалась задача идентификации нестационарного динамического объекта, описываемого следующим уравнением:

$$y(k) = 0.725\beta(k)\sin\left(\frac{16u(k-1)+8y(k-1)}{\beta(k)(3+4u^2(k-1)+4y^2(k-1))}\right) + 0.2u(k-1) + 0.2y(k-1),$$

(6)

где $\beta(k)$ - изменяемый во времени параметр.

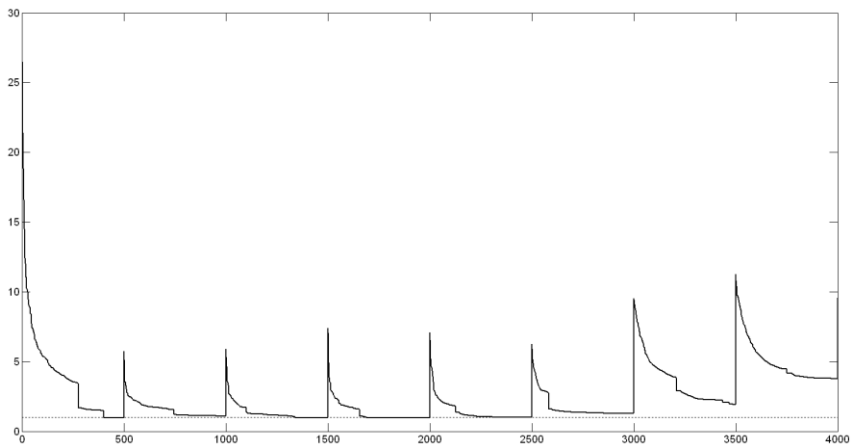
Начальная популяция состояла из 128 особей (РБС). Максимальное количество нейронов в скрытом слое было ограничено пятнадцатью, на каждой итерации алгоритма каждой особи предъявлялось $M = 2500$ обучающих пар. На рис.2-а) приведен график изменения значения фитнесс-функции особи-победителя, вычисляемой по формуле

$$f_i(x_j) = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M e_j^2(x, k). \quad (7)$$

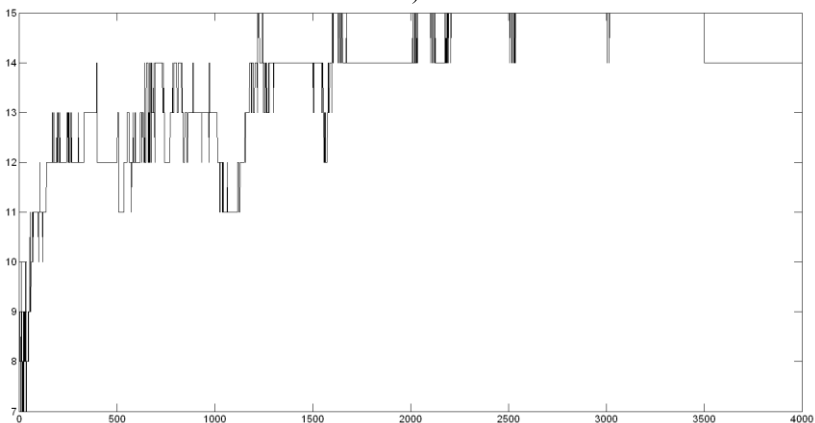
Пунктиром на графике обозначено целевое значение фитнесс-функции, которое в данном эксперименте было принято равным 1. В промежутках между пиковыми значениями фитнесс-функции, являющимися следствием изменения структуры объекта, можно заметить резкие ее падения, возникающие после применения алгоритма Левенберга-Марквардта для подстройки весовых параметров РБС. Из рис.2-а) также видно, что с уменьшением параметра $\beta(k)$ возрастает сложность объекта (6), приведшая к тому, что достижение заданного желаемого значения фитнесс-функции за 500 шагов стало невозможным.

На рис.2-б) показан график изменения количества нейронов в скрытом слое особи-победителя, т.е. имеющей наименьшее значение фитнесс-функции в популяции. Как видно из рисунка, изменение коэффициента $\beta(k)$ на каждых 500 шагах приводило также к необходимости изменения структуры сети.

Результаты моделирования свидетельствуют о том, что существенного повышения точности синтезируемых нейросетевых моделей в ряде случаев можно достичь путем их гибридного обучения, использующего эволюционные вычисления на начальном этапе при выборе структуры сетей и «грубой» настройке их параметров и алгоритмы градиентного типа – для «тонкой» настройки параметров отобранных сетей.



а)



б)

Рисунок 2 – Результаты моделирования

Хотя при применении эволюционных алгоритмов возникает ряд проблем, связанных с выбором способов кодирования и генетических операторов, развитие НЭ подхода представляется целесообразным и перспективным в связи с возможностью его реализации на параллельных и распределенных вычислительных средствах, получающих в последние годы все более широкое распространение.

1. Yao X. Evolving Artificial Neural Networks // Proc. of the IEEE. – 1999. – V.87. - №9. – Pp. 1423-1447.

2. Yao X., Lin Y. A new evolutionary system for evolving artificial neural networks // IEEE Trans. on Neural Networks. – 1997. – v.3. - №3. – Pp. 694-713.

3. Бессонов А.А., Руденко С.О. Идентификация нелинейных нестационарных объектов с помощью эволюционного многослойного персептрона // Вестник ХНТУ. – 2012. – №1(44). – С. 130-135.

**д.т.н. профессор Руденко О.Г.,
асп. Селяков А.М.**

**Харьковский национальный университет радиоэлектроники
E-mail:ro590@yahoo.de**

АДАПТИВНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ КОНЕЧНЫМ АБОНЕНТОМ

В работе рассмотрено формализованное описание абонентов системы теплоснабжения. Предложен подход адаптивного регулирования потребления тепловой энергии с помощью формирования классификатора величины предложения для последующего синтеза элементов системы контроля и управления.

Ключевые слова: адаптивное регулирование, классификатор

Основными критериями эффективности работы *системы теплоснабжения* (СТС) являются скорость реакции системы на колебания спроса теплоносителя, удельная энергоемкость и качество регулирования *технологического процесса* (ТП). СТС в реальности представляет собой сложную структурированную транспортную систему пополнения запасов [1]. Одним из узлов структуры обязательно является источник-генератор тепла, конечными узлами обязательно являются абоненты-потребители. На настоящий момент разработаны точные, но сложные регуляторы потребления тепла, требующие использования специализированного программного обеспечения и больших затрат времени обчета [2, 3]. Они используются в объектах с повышенными требованиями к точности управления температурой. Эксплуатирующиеся в Украине и России СТС имеют определенный уровень автоматизации, что не исключает ряд недостатков. Избыточность задач, решаемых устройствами автоматического регулирования теплоснабжением абонентом, обусловлена тенденциями спроса и предложений в сегменте подобной продукции. Как следствие такого рыночного подхода производителей микроэлектроники – излишний запас производительности и высокая стоимость регуляторов нижнего уровня. Развитие микропроцессорных систем, облачных и GRID-вычислений позволило реанимировать концепцию режима обработки пакета типовых запросов-задач *центральный сервером-обработчиком* (ЦСО) высокой мощности с делегированием ему объема вычислительных задач, максимально

«разгрузив» устройства нижнего уровня управления, оставив в их компетенции только сбор информации о ТП и передачу управляющих сигналов к исполнительным устройствам. Такой подход существенно снизит капитальные вложения в автоматизацию СТС. В связи с этим актуальна задача разработки упрощенной модели управления теплотреблением конечных абонентов в рамках общегосударственного курса на энергосбережение.

Целью статьи является представление формализованного описания адаптивного регулятора расхода теплоносителя, использующего элементы нечеткой классификации управления.

В упрощенном определении объекта «абонент» следует отметить следующие элементы (рис.1): контур отопления здания – непосредственный потребитель тепловой энергии, 1 - регулируемый затвор подачи теплоносителя с электромеханическим сервоприводом, 2 - теплотехническое оборудование ввода (теплообменник или смесительная рамка), 3 - микроконтроллер регулятора расхода тепловой энергии, 4 – насосное оборудование, 5 - измерительное оборудование. В реальности абонент характеризуется расчетной тепловой нагрузкой Q_p - (Гкал/час), графиком подачи теплоносителя (температуры T_1 и T_2 , °С), принятыми как постоянными объемами теплоносителя в контурах циркуляции СТС - G_H и абонента – G_C , и требованиями к $T_{11} = T_{уст} \pm \delta$ (обычно 1°С).

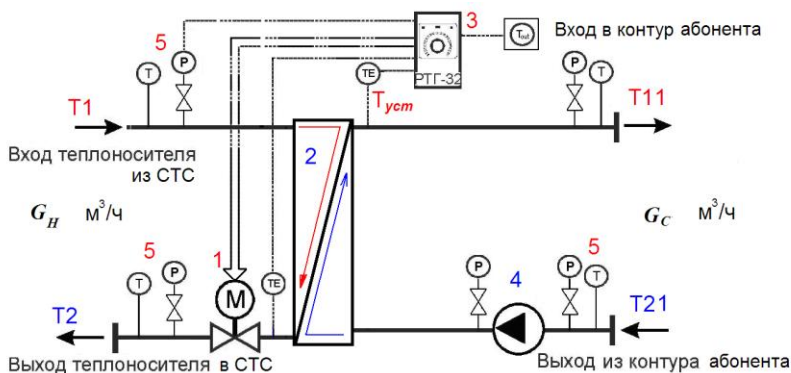


Рисунок 1 – Схема объекта «абонент»

Одной из проблем управления, с которыми наиболее часто сталкиваются в промышленности, является поддержание температуры потока, нагреваемого или охлаждаемого в теплообменнике в заданном значении с ограничениями отклонений от заданных параметров. Для этого используются регуляторы расхода, которые управляют потоком, нагревающим или охлаждающим воду со скоростью, обеспечивающей заданное значение температуры горячего или охлажденного потока на

выходе теплообменника 2. Такой регулятор состоит из управляющего клапана с установленным на нем приводом 1 и устройства управления клапаном 3, позиционирующего клапан в соответствии с целевым графиком и данными датчика температуры.

Существует несколько видов клапанов, которые могут использоваться для управления потоком: шаровые краны, клиновые задвижки, вентильные, игольчатые клапаны, седельные регулирующие клапаны и дисковые поворотные затворы [4].

Наиболее распространенным является клапан типа «дисковый поворотный затвор» (в дальнейшем ДПЗ), его главное преимущество - большая пропускная способность в маленьком корпусе и очень низкая цена по сравнению с остальными. Однако, у ДПЗ есть существенный недостаток, влияющий на качество управления, обусловленный конструкцией. При использовании его в автоматическом управлении расходом потока проявляется слабо нелинейная зависимость динамической характеристики потока $-K_v$, от угла поворота ϕ , что максимально наглядно представлено верхним графиком DN 100 на рис.2. Графики построены по материалам производителя (Danfoss).

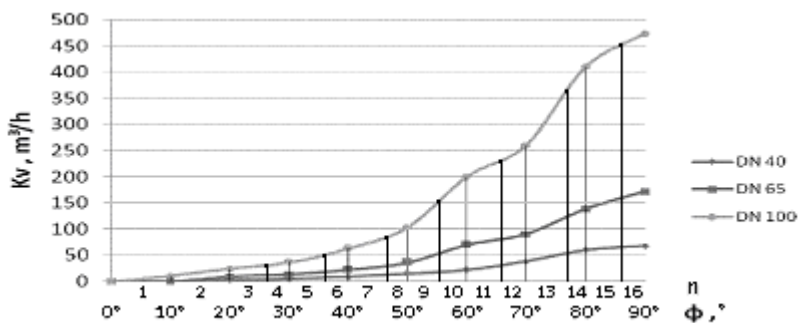


Рисунок 2 - Потоковые характеристики ДПЗ разных диаметров

Использование процедуры параметрического упреждающего управления расходом в контуре греющего теплоносителя пластинчатого теплообменника показало повышение точности регулирования выходной температуры [2] сравнительно с применявшимся ранее пропорционально-интегрально-дифференциальным (ПИД) законом регулирования. Однако процедура требует достаточной производительности микроконтроллера в связи с громоздкостью вычислений.

Согласно классическому уравнению материально-теплого баланса (МТБ):

$$Q = G_H \cdot c_{pH} \cdot (T_1 - T_2) = G_C \cdot c_{pC} \cdot (T_{11} - T_{21}) \quad (1)$$

где G_H – величина массового потока, c_{pH} – теплоемкость, T_1 и T_2 входная и выходная температуры потока теплоносителя греющей стороны СТС; величины G_C , c_{pC} , T_{11} , T_{21} характеризуют охлаждающий поток со стороны абонента, Q – величина передаваемого тепла.

Отклик управления температурой к нагревающему потоку линейный:

$$\frac{dT_{11}}{dG_H} = \frac{c_{pH} \cdot (T_1 - T_2)}{G_C \cdot c_{pC}} \quad (2)$$

Возмущение выходной температуры ΔT_{11} по условиям (1) необходимо компенсировать величиной ΔG_H , что в нашем случае означает изменение угла поворота ДПЗ:

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta G_H}{dG_H} = \frac{\Delta T_{11}}{dT_{11}} \cdot \frac{G_C \cdot c_{pC}}{c_{pH} \cdot (T_1 - T_2)} \quad (3)$$

Функция $\Delta G_H(\Delta\varphi)$ кусочно линейризуется на области определения $\varphi = [0^\circ; 90^\circ]$ с разбиением на n неравных подобластей (на рис.2 $n=16$). Таким образом, можно построить классификатор зависимостей $\Delta G_{Hn}(\Delta\varphi_i(t_{nd}))$, где t_{nd} – время необходимое для осуществления электроприводом поворота задвижки на угол $\Delta\varphi_i$ с целью изменения расхода теплоносителя на величину ΔG_{Hn} , определяющую угол изменения «открытости» ДПЗ $\Delta\varphi_i$ по пропорциональному закону с коэффициентом k_n внутри n -го класса.

$$k_n = \frac{Kv_n - Kv_{n-1}}{\phi_n - \phi_{n-1}} \quad (4)$$

Направление отработки $A(\Delta\varphi_i)$ определяется знаком отклонения температуры T_{11} , измеренной в момент t_i :

$$A = \text{sign}(T_{ycm} - T_{11}(t_i)) \quad (5)$$

Принадлежность величины $G_H(t_i)$ n -му классу определяется по классификатору по суммарной величине $G_H(t_{i-1}) + \Delta G_H(t_i)$.

В процессе внедрений ДПЗ различных диаметров у абонентов СТС были получены зависимости времени полного поворота ДПЗ $[0^\circ; 90^\circ]$ от давления на входе $t(P)$, в общем виде представленные на рис.3.

Угловое отклонение $\Delta\varphi_i$ при равномерной угловой скорости электропривода зависит от времени рабочего цикла «включение-работа-выключение» t_{nd} . Колебания давления P на входе из контура СТС вносят интервальную нечеткость в длительность рабочего цикла,

что учитывается поправочной функцией $\mu(P)$ (при проведении эксперимента было принято $\mu(P)=0,3$).



Рисунок 3 - Зависимость времени поворота ДПЗ от входного давления

В результате формируется воздействие, управляющее длительностью рабочего цикла электропривода, с учетом равномерности его угловой скорости:

$$\Delta t = \frac{\Delta T_{11}(t_i) \cdot G_H(t_i) \cdot t_{nd}(0) \cdot (1 + \mu(P(t_i)))}{(T_1(t_i) - T_2(t_i)) \cdot k_n \cdot 90} \quad (6)$$

Направление вращения определяется из формулы (5). Также по ее результату происходит отнесение величины $G_H(t_i)$ к n-му классу – если A отрицательно, или к (n+1)-му классу – если A положительно, в случае попадания $G_H(t_i)$ на границу кластеров [5]. Цикл приостанавливается по достижении условия $|T_{уст} - T_{11}| < \delta$.

В последующем необходимо численно определить функции $\mu(P)$ для конкретных ДПЗ и исследовать их влияние на отклик системы.

В данной работе приведены формализованная процедура управления потреблением тепла конечным абонентом с использованием адаптивной процедуры управления клапаном типа «баттерфляй». Процедура реализована в экспериментальном модуле, базой которого является микроконтроллер Atmega 32L. Для математического моделирования клапанов типа «баттерфляй» использовались данные о динамических характеристиках потока, предоставляемые их производителями. Модуль разработанного регулятора клапана типа «баттерфляй» был изготовлен ООО «АО Содружество-Т», тестирование проведено на одной из подстанций теплоцентрали горячего водоснабжения в Октябрьском р-не г.Харькова, Украина. В течение 24 часов дисковыми регистраторами фиксировались данные выходной температуры T_{11} . Анализ результатов тестирования показал существенное уменьшение времени отклика управления температурой

при использовании процедуры по сравнению с применявшейся ранее процедурой ПИД-регулирования.

1. Илюнин. О.О. Математическая модель распределённой бивалентной системы теплоснабжения / О.О. Илюнин, П.А.Капустенко, А.Ю.Перевертайленко, А.М.Селяков, А.А.Шамраев // Интегровані технології та енергозбереження. Щоквартальний науково-практичний журнал. – Харків: НТУ «ХП», 2013. – №2, с.47-52.

2. Kapustenko P. Control of Plate Heat Exchanger Outlet Temperature Using Butterfly Valve and Parametric Model Predictive Control Technique / Kapustenko P., Dobromyslova O., Dobromyslov O., Perevertaylenko O., Arsenyeva O., Shabanov E.// CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS. – Copyright AIDIC Servizi S.r.l, 2009. – vol. 18, pp. 827-833.

3. Shinsky F.G. Unit Operations Control. In: Green D.W., Perry R.H., eds. Perry's Chemical Engineers Handbook, 8th edn. - McGraw-Hill, NY, 2008. – pp. 839-847.

4. Waite A.W.R., Eng P. Final Control Elements and Regulators. In: Green D.W., Perry R.H., eds. Perry's Chemical Engineers Handbook, 8th edn. - McGraw-Hill, NY, 2008. – pp. 871-896.

5. Олдендерфер М. С., Блэшфилд Р. К. Кластерный анализ / Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: пер. с англ.; Под ред. И.С. Енюкова. – М.: Финансы и статистика, 1989 – 215 с.

**д.т.н. профессор Руженцев И.В.,
к.т.н. доцент Запорожец О.В.,
аспирант Овчарова Т.А.**

**Харьковский национальный университет радиоэлектроники
E-mail: oleg_zaporozhets@rambler.ru**

КОРРЕКЦИЯ ФУНКЦИИ ПРЕБРАЗОВАНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ТЕРМОРЕЗИСТОРА С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Предложен метод коррекции функции преобразования полупроводникового терморезистора с использованием компенсатора нелинейности на базе трехслойного персептрона. С помощью имитационного моделирования на ЭВМ исследована работоспособность предложенного метода, проведен сравнительный анализ с полиномиальными компенсаторами нелинейности.

Ключевые слова: искусственная нейронная сеть, персептрон, обучение, компенсация нелинейности.

В практике температурных измерений достаточно часто используются такие первичные измерительные преобразователи, как полупроводниковые терморезисторы или термисторы. Они широко применяются в различных измерительных схемах, температурных реле, системах климат-контроля, тепловых счетчиках. К достоинствам этих датчиков следует отнести большой диапазон измерения температуры, вибропрочность, компактность, малую инерционность и высокую чувствительность. В широком диапазоне температур зависимость сопротивления полупроводника $R_{nn}(t)$ от температуры t имеет сложный нелинейный характер, поэтому невозможно выразить зависимость $R_{nn}(t)$ простой формулой, которая бы позволила выполнить градуировку с высокой точностью. Как правило, весь интервал температуры разбивают на отдельные участки, на которых зависимость $R_{nn}(t)$ описывается своей интерполяционной формулой.

Для уменьшения погрешности измерения температуры нелинейную функцию преобразования терморезистора приводят к линейному виду путем замены переменных с последующим определением параметров этой функции по методу наименьших квадратов [1]. Но в этом случае необходимо иметь априорную информацию о виде этой нелинейной функции или, другими словами, знать структуру математической модели средства измерения. Обоснованный выбор общего вида нелинейной зависимости является достаточно сложной задачей, которая плохо поддается формализации.

Универсальным методом уменьшения влияния нелинейности функции преобразования на погрешность результата измерения является алгоритмическая коррекция функции преобразования с помощью дополнительного устройства-компенсатора, реализующего обратную по отношению к функции преобразования зависимость. Дополнительным условием является инвариантность такого преобразователя к виду нелинейной зависимости, которую ему необходимо скорректировать, то есть возможность адаптации к произвольному виду функции преобразования.

Таким образом, суть рассматриваемой здесь проблемы состоит в том, чтобы с помощью дополнительного адаптивного устройства обработки измерительного сигнала осуществить коррекцию функции преобразования полупроводникового терморезистора и обеспечить ее линейность в рабочем диапазоне температур.

В качестве устройства-компенсатора наиболее целесообразно использовать искусственную нейронную сеть. Обоснованием такого выбора служит то, что искусственные нейронные сети по своей природе нелинейны, обладают хорошими аппроксимирующими свойствами и не требуют специально разработанных методов проектирования, их можно синтезировать через обучение.

На рис. 1 представлена структурная схема адаптивной системы компенсации нелинейности функции преобразования полупроводникового терморезистора. Сопротивление терморезистора R_m преобразуется измерительным устройством в цифровой код R_d , который поступает на вход нейросети-компенсатора. В результате процесса адаптации синаптические веса нейросети, являющейся в данном случае обратной моделью полупроводникового терморезистора, настраиваются таким образом, чтобы ее выходной сигнал T_N являлся наилучшим приближением входного сигнала T .

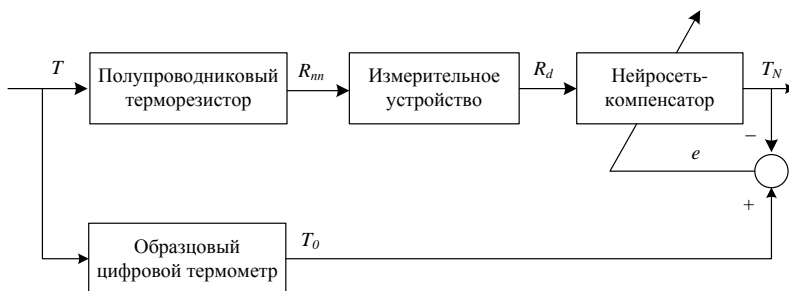


Рисунок 1 – Структура адаптивной системы компенсации нелинейности функции преобразования полупроводникового терморезистора

Нейросеть-компенсатор представляет собой трехслойный персептрон, структура которого приведена на рис. 2.

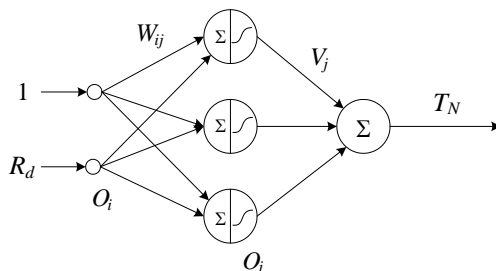


Рисунок 2 – Трехслойный персептрон

Выходной слой персептрона образован одним нейроном, который формирует сигнал T_N как взвешенную сумму выходных сигналов нейронов скрытого слоя

$$T_N = \sum_{j=1}^n V_j O_j, \quad (1)$$

где O_j – выходной сигнал j -го нейрона скрытого слоя; V_j – синаптический вес j -го входа нейрона выходного слоя; n – количество нейронов в скрытом слое.

Скрытый слой образован нейронами с сигмоидальными функциями активации. Каждый нейрон этого слоя описывается следующими уравнениями

$$O_j = \frac{1}{1 + e^{-S_j}}, \quad (2)$$

$$S_j = \sum_{i=1}^m W_{ij} O_i,$$

где O_i – выходной сигнал i -го нейрона входного слоя; W_{ij} – синаптический вес i -го входа j -го нейрона скрытого слоя; m – количество нейронов во входном слое.

Входной слой нейронов образован самими входными сигналами нейросети, в качестве которых в рамках данной задачи выступают выходной сигнал измерительного устройства R_d и постоянный сигнал, равный единице, который вводится для описания постоянного смещения.

Настройку синаптических весов персептрона V_j и W_{ij} будем производить с использованием алгоритма обучения Левенберга-Марквардта [3], обладающего максимальной скоростью сходимости в классе градиентных процедур. Критерием оптимальности при этом выступает средний квадрат ошибки оценивания

$$E(k) = \frac{1}{2} e^2(k) = \frac{1}{2} (T_0(k) - T_N(k))^2. \quad (3)$$

Обучающая выборка для процедуры обучения нейросети-компенсатора (рис. 3) состоит из пар значений $\langle R_{di}, T_{0i} \rangle$, получаемых при калибровке измерительной системы.

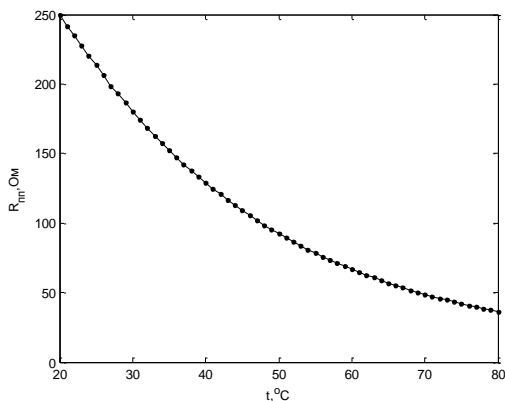


Рисунок 3 – Градуировочная характеристика терморезистора

Исследование свойств и характеристик предложенной системы коррекции функции преобразования полупроводникового терморезистора осуществлялось с помощью метода имитационного моделирования на ЭВМ. Компенсация нелинейности производилась с использованием предложенного нейросетевого устройства на базе трехслойного персептрона, а также с помощью полиномов 3-й, 4-й и 5-й степени, коэффициенты которых рассчитывались методом наименьших квадратов. Значения среднеквадратической и максимальной погрешности измерения температуры для каждого типа компенсатора приведены в таблице 1. Погрешности измерения температуры с использованием различных типов компенсаторов приведены на рис. 4.

Таблица 1 – Результаты моделирования для различных типов компенсации нелинейности

№ п/п	Тип компенсатора	Среднеквадратическая погрешность $\sigma_t, ^\circ\text{C}$	Максимальная погрешность $\Delta_t \text{ max}, ^\circ\text{C}$
1	Без компенсации	4,5368	9,7125
2	Полином 3-й степени	0,5808	1,5487
3	Полином 4-й степени	0,2469	0,6752
4	Полином 5-й степени	0,1079	0,2855
5	Трехслойный персептрон	0,0826	0,1915

В целом результаты имитационного моделирования полностью подтверждают работоспособность предложенной системы автоматической коррекции функции преобразования полупроводникового терморезистора и согласуются с теоретическими выкладками и демонстрируют преимущество нейросетевой модели перед полиномиальными.

Преимуществом предлагаемого подхода является инвариантность нейросетевого компенсатора к виду нелинейной характеристики полупроводникового терморезистора и возможность синтезировать такую систему через обучение, не привлекая сложных методов проектирования. Использование предлагаемого адаптивного корректора позволит существенно уменьшить систематическую погрешность измерений, вызванную несоответствием номинальной и реальной функции преобразования измерительного устройства.

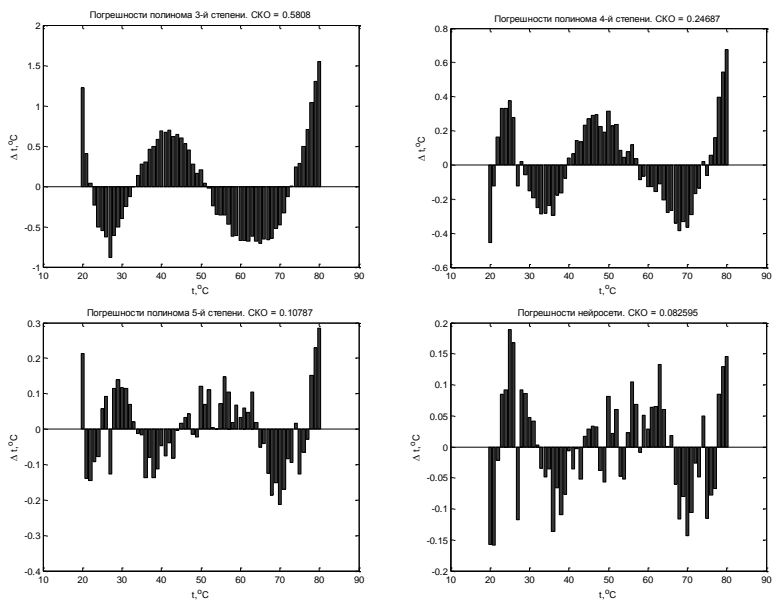


Рисунок 4 – Абсолютные погрешности измерения температуры

1. Грановский В. А., Сиряя Т. Н. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях. Л. : Энергоатомиздат, 1990.

2. Дегтярев А. В., Запорожец О. В., Овчарова Т. А. Адаптивная система компенсации нелинейности функции преобразования измерительных устройств на базе трехслойного персептрона // Электротехнические и компьютерные системы. № 06(82), 2012.

3. Бодянский Е. В., Руденко О. Г. Искусственные нейронные сети: архитектуры, обучение, применения. Харьков: ТЕЛЕТЕХ, 2004.

МЕТОД ОЦЕНКИ ПОЛНОТЫ ПСЕВДОСЛУЧАЙНОЙ ВЕРИФИКАЦИИ СИСТЕМ-НА-КРИСТАЛЛЕ

Современные системы на кристалле [1, 2, 3] представляют собой компоненты высокой степени интеграции, объединяющие в одном корпусе электронные аналоговые и цифровые подсистемы и предоставляющие широкие возможности по реконфигурации встроенного оборудования (firmware, перепрограммируемые блоки FPGA). Учитывая относительно небольшое количество внешних линий ввода-вывода, большое количество внутренней памяти и высокие рабочие частоты (зачастую приводящие к появлению deep-submicron-проблем), задача комплексного тестирования и верификации является достаточно современной и актуальной. В данной работе предлагается метод оценки полноты псевдослучайной верификации подобных систем, основанный на использовании предварительно вычисленных статистических вероятностей обнаружения дефектов различных видов.

Ключевые слова: верификация, полнота верификации, системы-на-кристалле.

Для методов детерминированного тестирования наиболее распространенным является метод оценки полноты тестирования, основанный на моделировании неисправностей [4]. Моделирование неисправностей применяется при малой длине тестовой последовательности и малой мощности множества неисправностей, что характерно для процесса детерминированного тестирования на классе однократных константных неисправностей. Применение метода моделирования неисправностей для методов псевдослучайного тестирования является проблематичным ввиду большой длины тестовых последовательностей и большего (по сравнению с ОКН) множества неисправностей. Следовательно, для методов псевдослучайного тестирования требуются оценки полноты тестирования, основанные на анализе свойств самой тестовой последовательности (и, возможно, некоторых свойств объекта контроля). Преимуществом подобных методов оценки полноты тестирования является их предсказуемость и низкая вычислительная стоимость, недостатком – неточность оценки, связанная с огрублением процесса оценивания.

Рассмотрим основные существующие методы оценивания полноты тестирования.

Полнота псевдослучайного контроля за N испытаний может быть представлена с помощью формулы Бернулли:

$$F(N) = \frac{\sum_{e \in E} (1 - P(e))^N}{|E|}, \quad (1)$$

где $P(e)$ – вероятность обнаружения неисправности e за одно испытание,

E - множество неисправностей.

Оценкой достоверности псевдослучайной верификации в таком случае можно считать величину

$$P_N(E) = 1 - \left[1 - \min_{e \in E} \{P(e)\} \right]^N, \quad (2)$$

поскольку она является ее нижней оценкой:

$$\{P_N(E) \geq \lambda\} \Rightarrow \{F(N) \geq \lambda\}, \quad (3)$$

где λ - заданная полнота контроля, $0 \leq \lambda \leq 1$.

Это следует из выражения для определения полноты стохастического контроля

$$F(N) = \frac{\sum_{e \in E} \{1 - (1 - P(e))^N\}}{|E|}. \quad (4)$$

При $P_N(E) \geq \lambda$ из (2) получим выражение для определения необходимого количества испытаний N

$$N > \frac{\ln \frac{1}{1 - \lambda}}{\min_e \{P(e)\}}. \quad (5)$$

Таким образом, величина $\min_e \{P(e)\}$ позволяет в полной мере охарактеризовать качество процесса стохастического контроля, так как позволяет определить минимальное количество испытаний для достижения заданных нижних границ полноты и достоверности.

Приведем метод определения величины $\min_e \{P(e)\}$ для контроля микропроцессорных систем на основе псевдослучайных программ, описанный в [5,6].

Для проверки неисправностей из класса E генерируются псевдослучайные последовательности команд и соответствующих им

данных, составляющие множество $M = \{\mu = \langle instruction, data \rangle\}$ тестовых программ. Структура $\langle M, 2^M, P(M) \rangle$, где $P(M)$ – вероятностная мера, образует вероятностное пространство, для которого вероятность $P(\mu)$ реализации тестовой программы определяется по формуле $P(\mu) = P(instruction)P(data/instruction)$. Рассмотрим отображение $\varphi: E \rightarrow 2^M$, ставящее в соответствие каждой неисправности из множества $e \in E$ подмножество $\varphi(e) \in M$, ее обнаруживающую.

Множество M разобьем на подмножества M_i , каждое из которых содержит тестовые программы с одинаковыми последовательностями команд, но с различными операндами, т.е. $\bigcup_i M_i = M$, причем $\bigcap_i M_i = \emptyset$.

На пересечении подмножеств M_i и $\varphi(e)$ образуется множество $D(e, i)$, элементами которого являются тестовые программы, содержащие фиксированную последовательность команд i , отличающихся только данными, проверяющие заданную неисправность e , т.е. $D(e, i) = M_i \cap \varphi(e)$, $\bigcup_i D(e, i) = \varphi(e)$.

Вероятность проверки неисправности e определяется следующим образом:

$$\begin{aligned} P(e) &= P[\varphi(e)] = P\left[\bigcup_i D(e, i)\right] = \\ &= P\left[\bigcup_i (M_i \cap \varphi(e))\right] = \sum_i P(M_i)P[D(e, i) / M_i] \end{aligned} \quad (6)$$

где $i: \langle instruction, data \rangle \in \varphi(e)$;

$P(M_i) = P(i)$ – вероятность порождения последовательности i команд;

$P[D(e, i) / M_i] = \sum_{data} P(data / instruction)$ – условная вероятность порождения

набора операндов, необходимых для проверки неисправности e , $e \in E$, с помощью тестовой программы, содержащий заданную последовательность команд.

Окончательно можно записать $P(e) = \sum_i P(i)P[D(e, instruction) / instruction]$. Переходя к граничной записи, получим:

$$\begin{aligned} P(e) &\geq \min_i \{P(i)\} \sum_i P[D(e, instruction) / instruction] \quad (7) \\ &\geq \min_i \{P(i)\} \min_i \sum_i P[D(e, instruction) / instruction] \end{aligned}$$

Учитывая что $\min_{i \in \langle instruction, data \rangle \in \varphi(e)} \{P(i)\} \geq \min_{i \in \langle instruction, data \rangle \in M} \{P(i)\}$, а также

$$\max_{i \in \langle instruction, data \rangle \in \varphi(e)} \{P[D(i, data) / i]\} \geq \min_e \left(\max_{i \in \langle instruction, data \rangle} \{P[D(i, data) / i]\} \right),$$

и, кроме того, $D(i, data) = \emptyset$ для $i : \langle instruction, data \rangle \notin \varphi(e)$, получаем:

$$\min_e \{P(e)\} \geq \min_i P(i) \min_e \left\{ \max_i \{P[D(e, i) / i]\} \right\}. \quad (8)$$

Величины $P(i)$ и $P[D(i, e) / i]$ определяются параметрами стохастического процесса генерации последовательностей команд instruction и операндов data.

Для задания свойств генератора последовательностей команд и операндов могут использоваться многосвязные марковские последовательности, заданные с помощью матрицы переходных вероятностей P_m . Рассмотрим $H(P_m)$ – энтропию матрицы переходных вероятностей, которую можно вычислить в соответствии с [7]

$$H(P) = - \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n p_k p_{kj} \log_2 p_{kj}. \quad (9)$$

Здесь p_k – безусловная вероятность состояния s_k . Энтропия $H(P)$ достигает максимального значения $\log_2 n$ при неуправляемой генерации, то есть при

$$p_{kj} = \frac{1}{n}, p_k = \frac{1}{n}, p_k^0 = \frac{1}{n}, k = \overline{1, n}, j = \overline{1, n}$$

Подходом, предложенным в [5], является вычисление функционала $\Phi(f, T) \in \Phi_{\text{доп}}$, где f – функция активизации, определяемая выражением:

$$f = \min_u \left\{ \sum_{t=1}^T (y_{t,u} \oplus y_{t+1,u}) \right\} \geq f_0$$

где f_0 – заданное число, определяемое необходимой полнотой и достоверностью контроля,
 T – время реализации теста,
 $y_{t,u}$ – значение сигнала в момент времени t в контрольной точке u ,
 $u \in U$ – множество контрольных точек объекта контроля.

Приведенная оценка качества теста отличается простотой, оперативностью измерения и отсутствием необходимости

моделирования неисправностей в системах-на-кристалле. К недостаткам предложенной оценки следует отнести отсутствие зависимости от характеристик систем-на-кристалле и модели неисправности. Фактически данная оценка может использоваться при выборе одного из нескольких эталонных тестовых наборов для подачи на реальную систему-на-кристалле.

1. Rajsuman R. System-on-Chip: Design and Test. – 2000. – 277 pp.
2. Greaves D.J. System on Chip Design and Modelling. – 2011. – 260 pp.
3. Chen Yen-Kuang, Kung S. Y. Trend and Challenge on System-on-a-Chip Designs // Journal of Signal Processing Systems. – 2008. - #53. – pp. 217-226.
4. Клисторин И.Ф., Гремальский А.А. Функциональный контроль микропроцессорных устройств / Под.ред. Д.В. Гицу. -Кишинев: ШТИИНЦА, 1990. - 92 с..
5. Борщевич В.И., Филимонов С.Н., Жданов В.Д., Сидоренко В.В. Метод оценки достоверности псевдослучайного тестирования микропроцессорных устройств // Автоматика и вычислительная техника. - 1988. - №4. - С. 76-81.
6. Борщевич В.И., Филимонов С.Н., Жданов В.Д., Сидоренко В.В. Оценка достоверности стохастического контроля микропроцессоров // Электронное моделирование. - 1988. - №4. - С. 76-81.
7. Марголис А. Поиск и устранение неисправностей в персональных компьютерах. - К.:Фирма «Диалектика», 1994. - 368 с.

**к.т.н. доцент Свириденков К.И.,
Горчакова О.В.
Филиал МЭИ в г. Смоленске
E-mail: ole4ka_140492@mail.ru**

АЛГОРИТМЫ ФРАКТАЛЬНОГО СЖАТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Разработан алгоритм покрытия ранговых блоков доменными на основе самоорганизующихся искусственных нейронных сетей. В отличие от существующих алгоритмов уменьшает число переборов доменных блоков, за счет чего сокращается время работы алгоритма. Разработан алгоритм фрактального сжатия изображений на основе самоорганизующихся искусственных нейронных сетей. В отличие от существующих алгоритмов обладает большей скоростью сжатия изображений за счет введения в алгоритм самоорганизующейся искусственной нейронной сети.

Ключевые слова: самоорганизующиеся искусственные нейронные сети, фрактальное сжатие, доменный блок, ранговый блок.

Развитие сети Internet, наряду с доступностью все более мощных компьютеров и прогрессом в технологии производства цифровых камер, сканеров и принтеров, привели к широкому использованию цифровых изображений. В связи с этим растет интерес к улучшению алгоритмов сжатия данных, представляющих изображения.

Существуют алгоритмы сжатия изображений с потерями и без потерь. Алгоритмы сжатия с потерями позволяют получить больший коэффициент сжатия, однако проигрывают алгоритмам сжатия без потерь в качестве восстанавливаемого изображения. Если же целью сжатия является не получение высокоточного изображения, а достижение максимальной степени сжатия, то алгоритмы сжатия с потерями имеют значительное преимущество. Среди прочих алгоритмов сжатия с потерями больший коэффициент сжатия можно получить, используя алгоритм фрактального сжатия изображений (до 1000), однако данный алгоритм уступает прочим алгоритмам сжатия с потерями в скорости сжатия.

На данный момент не существует алгоритма и программных средств сжатия изображений, которые позволяли бы получить высокий коэффициент сжатия при малых временных затратах.

Повысить скорость фрактального сжатия изображений можно путем введения в алгоритм нейронной сети.

Упрощенная схема фрактального кодирования выглядит так [1]:

- Изображение делится на небольшие неперекрывающиеся квадратные области, называемые ранговыми блоками. По сути, разбивается на квадраты.

- Строится пул всех возможных перекрывающихся блоков в четыре раза больших ранговых – доменных блоков.

- Для каждого рангового блока по очереди «примеряем» доменные блоки и ищем такое преобразование, которое делает доменный блок наиболее похожим на текущий ранговый.

- Пара «преобразование-доменный блок», которая приблизилась к идеалу, ставится в соответствие ранговому блоку. В закодированное изображение сохраняются номер преобразования и координаты доменного блока.

На рисунке 1 приведена графическая схема кодирования изображения.

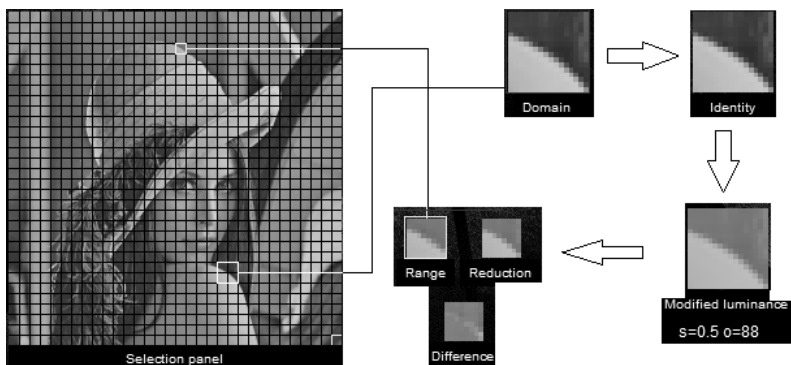


Рисунок 1 – Схема фрактального кодирования изображения

На рисунке 2 приведена схема алгоритма покрытия ранговых блоков доменными. Данный алгоритм будет модифицироваться с целью уменьшения времени его работы.

В описанной выше схеме кодирования изображения есть недостаток: для каждого рангового блока приходится перебирать все доменные блоки в сочетании со всевозможными преобразованиями, получается большое число переборов и как следствие работа данного алгоритма занимает длительное время. Уменьшить время работы алгоритма можно путем уменьшения числа переборов доменных блоков, для этого введем в алгоритм фрактального сжатия нейронную сеть.

Схема алгоритма фрактального сжатия изображений на основе самоорганизующейся нейронной сети приведена на рисунке 3.

Рассмотрим подробнее введенный в алгоритм фрактального сжатия блок вычисления характеристических векторов для ранговых и доменных блоков. В данном исследовании в качестве характеристического вектора был выбран вектор, состоящий из двух компонент: стандартное отклонение и межпиксельная контрастность.

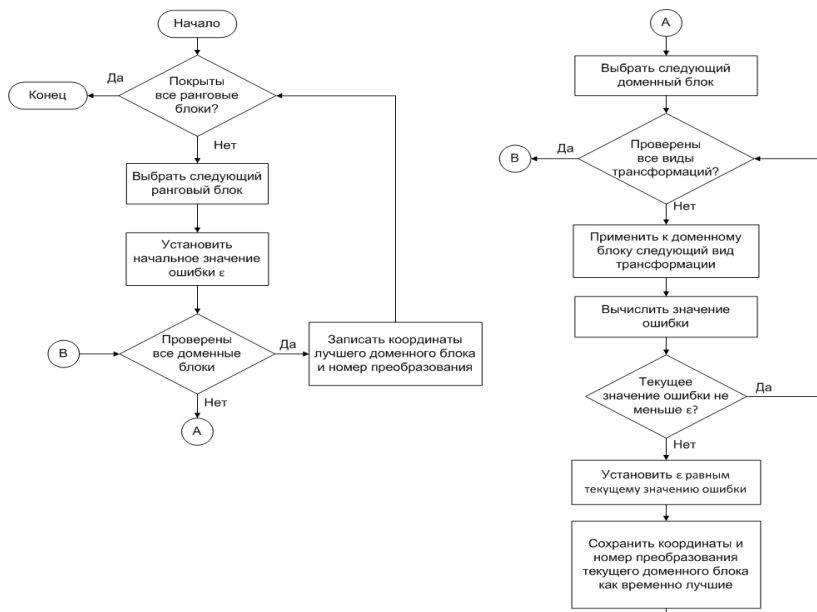


Рисунок 2 – Схема алгоритма покрытия ранговых блоков доменными.

1. Стандартное отклонение

Оно определяется для изображения как величина

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n_r n_c} \sum_{i=1}^{n_r} \sum_{j=1}^{n_c} (p_{ij} - \mu)^2}$$

где μ – это среднее пиксельное значение прямоугольного сегмента изображения $n_r \times n_c$, а p_{ij} – это пиксельное значение в i строке и j столбце.

2. Межпиксельная контрастность

Эта характеристика измеряет среднюю разность между значениями соседних пикселей.

Данные характеристики были выбраны поскольку являются инвариантными относительно ориентации изображения в пространстве.

Для каждого рангового и доменного блока вычисляются значения стандартного отклонения и межпиксельной контрастности, данные значения нормируются и заносятся в вектор. Таким образом, каждый доменный и ранговый блок характеризуется вектором из двух компонент. Значения компонент находятся в отрезке $[0,1]$.

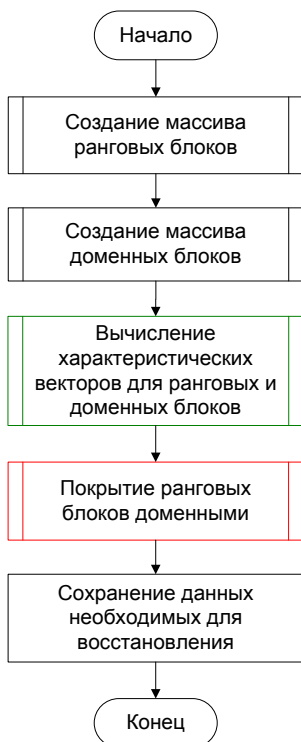


Рисунок 3 – Схема алгоритма фрактального сжатия изображений на основе самоорганизующейся нейронной сети.

Рассмотрим изменения, внесенные в блок покрытия ранговых блоков доменными. Модифицированная схема алгоритма покрытия ранговых блоков доменными представлена на рисунке 4. В алгоритм добавляется 3 блока. После выбора очередного рангового блока характеристический вектор данного блока подается на вход самоорганизующейся искусственной нейронной сети, на выходе данной сети получаем список доменных блоков, перебор которых будет производиться в дальнейшем. Поскольку в данном алгоритме производится перебор не всех доменных блоков, а только некоторого их количества, то время этого перебора сокращается, а как следствие сокращается время сжатия изображения.

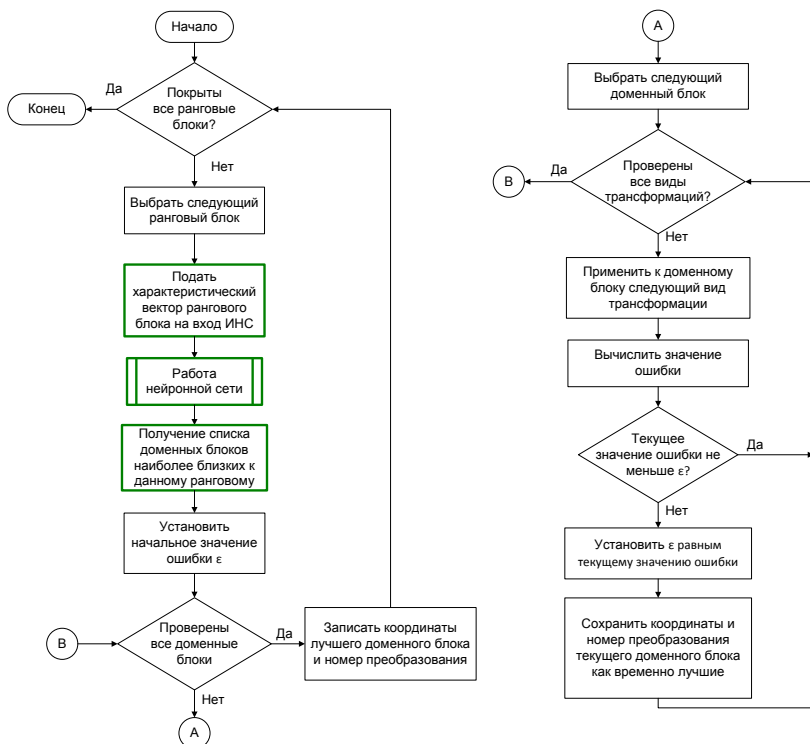


Рисунок 4. – Модифицированная схема покрытия ранговых блоков доменными.

Для работы алгоритма сжатия необходима обученная самоорганизующаяся искусственная нейронная сеть, в качестве такой сети удобно использовать самоорганизующуюся карту Кохонена.

Декодирование сжатого изображения производится просто и довольно быстро. Берем любое изображение, делим на ранговые области, последовательно заменяем их результатом применения соотв. преобразования к соотв. доменной области (что бы она ни содержала в данный момент). После нескольких итераций исходное изображение станет похоже на изображение, которое подверглось сжатию.

В ходе тестирования было выявлено, что скорость фрактального сжатия изображений при использовании алгоритма сжатия, на основе самоорганизующихся нейронных сетей увеличивается примерно в 3 раза. При этом качество восстанавливаемого после сжатия изображения практически не ухудшается.

Реализованное на основе разработанных алгоритмов программное средство для сжатия изображений производит сжатие bmp изображений более чем на 97%.

1. Основы фрактального сжатия изображений. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/126653>

2. Самоорганизующаяся карта Кохонена. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Самоорганизующаяся_карта_Кохонена

к.ф.-м.н. доцент Скородулина Е.Ю.
Смоленский филиал РЭУ им. Г.В.Плеханова
E-mail: eskorodulina@yandex.ru

ДВУСТОРОННЯ ЗАДАЧА ДЛЯ БИАНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ НА ДВУХ КОНЦЕНТРИЧЕСКИХ ОКРУЖНОСТЯХ

Исследуется на разрешимость и устойчивость двусторонняя задача для бианалитических функций, аналогичная задаче Римана.

Ключевые слова: краевая задача, бианалитические функции.

Пусть на плоскости комплексного переменного z заданы две концентрические окружности L_1 и L_2 с центром в точке $z = 0$. Будем считать, что $R_1 > R_2$. Обозначим внутренность окружностей L_1 и L_2 через D_1^+, D_2^+ , а внешнюю – через D_1^-, D_2^- соответственно.

Рассмотрим кусочно бианалитическую функцию

$$F^\pm(z) = \varphi_0^\mp(z) + \bar{z} \varphi_1^\pm(z) \quad (1)$$

Здесь $\varphi_0^+(z), \varphi_1^+(z)$ – функции аналитические в области D_1^+ ; $\varphi_0^-(z), \varphi_1^-(z)$ – функции аналитические в области D_2^- .

Область $D_1^+ \cap D_2^-$ – область общего существования функции $\varphi_k^+(z)$ и $\varphi_k^-(z)$ ($k = 0, 1$).

Рассмотрим следующую задачу.

Требуется найти бианалитическую функцию $F^\pm(z)$ по краевому условию

$$\begin{aligned} \frac{\partial F^+(t_1)}{\partial x} &= \frac{\partial F^-(t_1)}{\partial x}, t_1 \in L_1 \\ \frac{\partial F^+(t_2)}{\partial x} &= \frac{\partial F^-(t_2)}{\partial x}, t_2 \in L_2 \end{aligned} \quad (2)$$

Учитывая соотношения $\frac{\partial}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial \bar{z}}$, краевые условия (2)

можно переписать следующим образом

$$\begin{cases} \varphi_0^+(t_1) + \bar{t}_1 \varphi_1^+(t_1) + \varphi_1^+(t_1) = \varphi_0^-(t_1) + \bar{t}_1 \varphi_1^-(t_1) + \varphi_1^-(t_1), & t_1 \in L_1 \\ \varphi_0^+(t_2) + \bar{t}_2 \varphi_1^+(t_2) + \varphi_1^-(t_2) = \varphi_0^-(t_2) + \bar{t}_2 \varphi_1^-(t_2) + \varphi_1^-(t_2), & t_2 \in L_2 \end{cases} \quad (3)$$

Назовём аналогично теории краевых задач для аналитических функций задачу (3) однородной задачей Римана по скачку для бианалитических функций.

Воспользуемся соотношениями

$$\bar{t}_1 = \frac{R_1^2}{t_1}; \quad \bar{t}_2 = \frac{R_2^2}{t_2}$$

Получим:

$$\begin{cases} \varphi_1^+(t_1) + \frac{R_1^2}{t_1} \varphi_1^+(t_1) + \varphi_1^+(t_1) = \varphi_0^-(t_1) + \frac{R_1^2}{t_1} \varphi_1^-(t_1) + \varphi_1^-(t_1) \\ \varphi_1^+(t_2) + \frac{R_2^2}{t_2} \varphi_1^+(t_2) + \varphi_1^-(t_2) = \varphi_0^-(t_2) + \frac{R_2^2}{t_2} \varphi_1^-(t_2) + \varphi_1^-(t_2) \end{cases} \quad (4)$$

Краевые условия (4) представляют собой однородные задачи по скачку для кусочно аналитических функций.

Как известно, однородная задача Римана по скачку не имеет нетривиальных решений. Поэтому

$$\begin{aligned} \varphi_1^+(z) &= -\varphi_0^+(z) = \varphi_1^+(0) = 0, \\ \varphi_1^-(z) &= -\varphi_0^-(z) = \varphi_1^-(\infty) = 0 \end{aligned}$$

Таким образом, справедливо следующее утверждение.

Теорема 1. Однородная задача Римана по скачку для бианалитических функций на двух концентрических окружностях не имеет нетривиальных решений.

Так как краевые задачи для бианалитических функций относятся к нётеровым операторам, то следует ожидать, что неоднородная задача по скачку для бианалитических функций, заданных на двух концентрических окружностях будет однозначно разрешимой.

Убедимся в этом предположении и получим решение задачи в замкнутой форме (в квадратурах).

Найти неизвестные аналитические компоненты $\varphi_0^\pm(z)$, $\varphi_1^\pm(z)$ искомой кусочно бианалитической функции по краевым условиям.

$$\begin{aligned} \varphi_0^+{}'(t_1) + \bar{t}_1 \varphi_1^+{}'(t_1) + \varphi_1^+(t_1) &= \varphi_0^-{}'(t_1) + \bar{t}_1 \varphi_1^-{}'(t_1) + \varphi_1^-(t_1) + g_1(t_1), \quad t_1 \in L_1, \\ \varphi_0^+{}'(t_2) + \bar{t}_2 \varphi_1^+{}'(t_2) + \varphi_1^+(t_2) &= \varphi_0^-{}'(t_2) + \bar{t}_2 \varphi_1^-{}'(t_2) + \varphi_1^-(t_2) + g_2(t_2), \quad t_2 \in L_2 \end{aligned} \quad (5)$$

Здесь $g_1(t_1)$ и $g_2(t_2) \in H(L_k)$ ($k = 1, 2$).

Воспользуемся соотношениями

$$\bar{t}_1 = \frac{R_1^2}{t_1}, \bar{t}_2 = \frac{R_2^2}{t_2}$$

Используем функции $\Phi_k^\pm(z)$ ($k = 1, 2$), определяемые по формулам (7) получим

$$\begin{aligned} \Phi_1^+(t_1) &= \Phi_1^-(t_1) + t_1 g_1(t_1), \\ \Phi_2^+(t_2) &= \Phi_2^-(t_2) + t_2 g_2(t_2) \end{aligned} \quad (6)$$

Система (12) представляет собой задачи по скачку для кусочно аналитических функций. Как известно такие задачи безусловно и однозначно разрешимы. Решения даются формулами:

$$\begin{aligned} \Phi_1^\pm(z) &= \frac{1}{2\pi i} \int_{L_1} \frac{g(\tau_1) \cdot \tau_1 \cdot d\tau_1}{\tau_1 - z}, \\ \Phi_2^\pm(z) &= \frac{1}{2\pi i} \int_{L_2} \frac{g(\tau_2) \cdot \tau_2 \cdot d\tau_2}{\tau_2 - z} \end{aligned} \quad (7)$$

Замечание. Значение функций $\Phi_k^+(z)$ получаются по формулам (7) при $z \in D_k^+$, значение функций $\Phi_k^-(z)$ при $z \in D_k^-$.

Значения аналитических компонент найдём по формулам:

$$\varphi_1'^+(z) = \frac{\Phi_1^+(z) - \Phi_2^+(z)}{R_1^2 - R_2^2}, \varphi_1'^-(z) = \frac{\Phi_1^-(z) - \Phi_2^-(z)}{R_1^2 - R_2^2}$$

$$\varphi_0'^+(z) = \frac{1}{z} \left(\Phi_1^+(z) - R_1^2 \varphi_1'^+(z) - z \varphi_1^+(z) \right),$$

$$\varphi_0'^-(z) = \frac{1}{z} \left(\Phi_1^-(z) - R_1^2 \varphi_1'^-(z) - z \varphi_1^-(z) \right)$$

Таким образом, справедливо утверждение.

Теорема 2. Неоднородная краевая задача по скачку для кусочно бианалитической функции однозначно и безусловно разрешима в квадратурах.

Пусть функции $g_k(t_k)$ испытывают небольшие возмущения, при этом $g_1(t_1)$ переходит в функцию $g_1^*(t_1)$, $g_2(t_2) - g_2^*(t_2)$.

Будем считать, что $g_k^*(t_k)$ также принадлежат классу Гельдера.

По свойствам функций принадлежащим классу Гельдера, а также согласно свойствам интеграла типа Коши получим:

$$\left| \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{g_k(\tau_k) - g_k^*(\tau_k)}{\tau_k - t_k} d\tau_k \right| \leq A |g_k(t_k) - g_k^*(t_k)| \quad (8)$$

Рассмотрим две задачи Римана по скачку.

Первая – это исходная задача:

$$\begin{aligned} \varphi_0^+(t_1) + \overline{t_1} \varphi_1^+(t_1) + \varphi_1^+(t_1) &= \varphi_0^-(t_1) + \overline{t_1} \varphi_1^-(t_1) + \varphi_1^-(t_1) + g_1(t_1), \\ \varphi_0^+(t_2) + \overline{t_2} \varphi_1^+(t_2) + \varphi_1^+(t_2) &= \varphi_0^-(t_2) + \overline{t_2} \varphi_1^-(t_2) + \varphi_1^-(t_2) + g_2(t_2) \end{aligned} \quad (9)$$

Вторая задача по скачку получается из исходной при изменении свободных членов $g_k(t_k)$ ($k = 1, 2$).

$$\begin{aligned} \psi_0^+(t_1) + \overline{t_1} \psi_1^+(t_1) + \psi_1^+(t_1) &= \psi_0^-(t_1) + \overline{t_1} \psi_1^-(t_1) + \psi_1^-(t_1) + g_1^*(t_1), \\ \psi_0^+(t_2) + \overline{t_2} \psi_1^+(t_2) + \psi_1^+(t_2) &= \psi_0^-(t_2) + \overline{t_2} \psi_1^-(t_2) + \psi_1^-(t_2) + g_2^*(t_2) \end{aligned} \quad (10)$$

Согласно теореме 2 решения задач (9) и (10) даются в квадратурах (т.е. через конечное число интегралов типа Коши).

В частности

$$\varphi_1'^+(z) = \frac{1}{2\pi i(R_1^2 - R_2^2)} \left[\int_{L_1} \frac{g_1(\tau_1)\tau_1 d\tau_1}{(\tau_1 - z)} - \int_{L_2} \frac{g_2(\tau_2)\tau_2 d\tau_2}{(\tau_2 - z)} \right]$$

$$\Psi_1'^+(z) = \frac{1}{2\pi i(R_1^2 - R_2^2)} \left[\int_{L_1} \frac{g_1^*(\tau_1)\tau_1 d\tau_1}{(\tau_1 - z)} - \int_{L_2} \frac{g_2^*(\tau_2)\tau_2 d\tau_2}{(\tau_2 - z)} \right] \quad (11)$$

$$\varphi_1'^-(z) = \frac{1}{2\pi i(R_1^2 - R_2^2)} \left[\int_{L_1} \frac{g_1(\tau_1)\tau_1 d\tau_1}{(\tau_1 - z)} - \int_{L_2} \frac{g_2(\tau_2)\tau_2 d\tau_2}{(\tau_2 - z)} \right]$$

$$\Psi_1'^-(z) = \frac{1}{2\pi i(R_1^2 - R_2^2)} \left[\int_{L_1} \frac{g_1^*(\tau_1)\tau_1 d\tau_1}{(\tau_1 - z)} - \int_{L_2} \frac{g_2^*(\tau_2)\tau_2 d\tau_2}{(\tau_2 - z)} \right]$$

Из соотношений (11) получим

$$\varphi_1'^+(z) - \Psi_1'^+(z) = \frac{1}{2\pi i(R_1^2 - R_2^2)} \left[\int_{L_1} \frac{g_1(\tau_1) - g_1^*(\tau_1)}{(\tau_1 - z)} \tau_1 d\tau_1 - \int_{L_2} \frac{g_2(\tau_2) - g_2^*(\tau_2)}{(\tau_2 - z)} \tau_2 d\tau_2 \right]$$

$$\varphi_1'^-(z) - \Psi_1'^-(z) = \frac{1}{2\pi i(R_1^2 - R_2^2)} \left[\int_{L_1} \frac{g_1(\tau_1) - g_1^*(\tau_1)}{(\tau_1 - z)} \tau_1 d\tau_1 - \int_{L_2} \frac{g_2(\tau_2) - g_2^*(\tau_2)}{(\tau_2 - z)} \tau_2 d\tau_2 \right]$$

Таким образом, из выражения $\left| g_k(t_k) - g_k^*(t_k) \right| \rightarrow 0$ следует, что

$$\left| \varphi_1^\pm(z) - \Psi_1^\pm(z) \right| \rightarrow 0.$$

Теорема 3. Задача Римана по скачку для бианалитических функций, заданных на двух concentрических окружностях устойчива относительно изменений функций $g_k(t_k)$ в случае, если $g_k(t_k) \in H_\mu(L_k)$.

1. Гахов Ф.Д. Краевые задачи – М.: Наука, 1977. – 640 с.

2. Скородулина Е.Ю., Редкозубов С.А., Юденков А.В., Юденкова М.А. Недоопределённые краевые задачи для бианалитических функций в теории упругости. - Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. 2006. № 2. С. 66.

3. Скородулина Е.Ю. Обратные краевые задачи для бианалитических функций и их использование в моделировании

напряжённого состояния упругого тела. - Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2010. № 7. С. 402-403.

д.т.н. профессор Удовенко С.Г.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
E-mail: udovenko@kture.kharkov.ua

ФОРМИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПРОСТРАНСТВ С ПРИМЕНЕНИЕМ БАЙЕСОВСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ

Рассмотрена возможность применения байесовских схем оценивания для формирования локальных интеллектуальных пространств. Предложенный подход позволяет выделить компактную совокупность наиболее востребованных в текущий момент времени интеллектуальных продуктов и может служить отправной точкой для создания новых автоматизированных систем поиска в информационных банках компьютерных сетей.

Ключевые слова: байесовский классификатор, локальное интеллектуальное пространство, функция риска.

В настоящее время важное практическое значение имеет проблема формирования упорядоченных массивов научной, технической и социальной информации. Существенным аспектом этой проблемы является создание трехмерных локальных интеллектуальных пространств (ЛИП), содержащих концептуальную, семиотическую и гносеологическую оси [1]. Элементы ЛИП при этом представляют собой некоторые интеллектуальные продукты. Правомерность такой трактовки интеллектуальных пространств подтверждается, например, реальным опытом классификации научных интеллектуальных продуктов (научных публикаций, изобретений и т.д.) по точкам концептуальной оси, соответствующих конкретным концепциям, принципам, методам, алгоритмам, информационным и компьютерным технологиям. При этом возникает задача определения механизма формирования ЛИП, связанная с созданием классификатора, позволяющего по совокупности признаков сформировать количественную оценку положения элемента ЛИП относительно осей пространства. Очевидно, что можно задать кодовые блочные комбинации, соответствующие значениям конкретных признаков. К преимуществам практического использования кодового представления точек интеллектуального пространства следует отнести возможность автоматизированного выделения классов интеллектуальных продуктов,

близких по совокупности своих признаков, а также создание эффективных процедур поиска элементов, затребованных пользователем. В связи с этим целесообразным представляется формирование для каждого ЛИП класса наиболее востребованных и актуальных элементов, что позволяет существенно повысить оперативность поиска необходимой информации в глобальных информационных сетях (например, при создании интернет-конференций, информационных обзоров и т.д.). Такая задача может быть успешно решена с использованием байесовского классификатора [2].

Предположим, что каждая кодовая комбинация элемента ЛИП содержит блоковый m -мерный префикс, задающий совокупность таких текущих характеристик $x = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ этого элемента, как переменный код востребованности, индекс актуальности, коэффициент дисконтирования информации и т.д. Построим байесовскую тестирующую процедуру, минимизирующую средний риск R при отнесении конкретного элемента ЛИП к классу K_1 или K_2 . При этом под классом K_1 будем понимать ограниченную совокупность продуктов, предназначенных для первоочередной обработки в поисковых алгоритмах, а под классом K_2 - остальную часть формируемого ЛИП. Представим функцию риска в виде:

$$R = c_{11}p_1 \int_{K_1} f(x/K_1)dx + c_{22}p_2 \int_{K-K_1} f(x/K_2)dx + c_{21}p_1 \int_{K-K_1} f(x/K_1)dx + c_{12}p_2 \int_{K_1} f(x/K_2)dx, \quad (1)$$

где p_i - априорная вероятность того, что наблюдаемый вектор x принадлежит к классу K_i ($i=1,2$; $p_1 + p_2 = 1$; $K = K_1 + K_2$); C_{ij} - весовые коэффициенты матрицы стоимости классификационной процедуры ($i, j = 1,2$; $c_{11} < c_{21}$; $c_{22} < c_{12}$); $f(x|K_i)$ - функция условной плотности вероятностей ($i = 1,2$).

Учитывая, что

$$\int_K f(x/K_1)dx = \int_K f(x/K_2)dx = 1,$$

можно уравнение (1) представить в следующем виде:

$$R = c_{21}p_1 + c_{22}p_2 + \int_{K_1} [p_2(c_{12} - c_{22})f(x|K_2) - p_1(c_{21} - c_{11})f(x|K_1)]dx.$$

Можно показать, что функцию риска R минимизирует следующая стратегия:

- элементы ЛИП с вектором x , для которых выражение в квадратных скобках является неотрицательным, следует отнести к классу K_1 ;

- элементы ЛИП с вектором x , для которых выражение в квадратных скобках является положительным, следует отнести к классу K_2 .

Введем обозначения:

$$\lambda(x) = f(x | K_1) / f(x | K_2); \quad \gamma = p_2(c_{12} - c_{22}) / p_1(c_{21} - c_{11}).$$

Очевидно, что $\lambda(x)$ и γ всегда положительны. Используя эти количественные характеристики, правило классификации элементов ЛИП можно представить следующим образом: если для элемента с вектором x значение $\lambda(x)$ не меньше чем γ , то этот элемент относится к классу K_1 . С вычислительной точки зрения в классификаторе удобнее использовать логарифмическое представление $\lambda(x)$.

Рассмотрим случай, когда функции $f(x | K_1)$ и $f(x | K_2)$ соответствуют нормальным законам распределения, причем матрицы ковариации одинаковы для каждого из классов, т.е.:

$$M\{x\} = a_1; \quad M\{(x - a_1)(x - a_1)^T\} = C \quad (\text{для } K_1);$$

$$M\{x\} = a_2; \quad M\{(x - a_2)(x - a_2)^T\} = C \quad (\text{для } K_2).$$

Тогда функции $f(x | K_i)$ примут следующий вид:

$$f(x | K_i) = (2\pi)^{-m/2} (\det C)^{-0.5} \exp[-0,5(x - a_i)^T C^{-1}(x - a_i)]. \quad (2)$$

Логарифмируя обе части уравнения (2), после упрощений получаем:

$$\begin{aligned} \log \lambda(x) &= -0,5(x - a_1)^T C^{-1}(x - a_1) + 0,5(x - a_2)^T C^{-1}(x - a_2) = \\ &= (a_1 - a_2)^T C^{-1}x + 0,5(a_2^T C^{-1}a_2 - a_1^T C^{-1}a_1). \end{aligned} \quad (3)$$

В этом случае рассматриваемый байесовский классификатор является линейным и соответствует уравнению вида:

$$y = w^T x + b, \quad (4)$$

где $y = \log \lambda(x)$; $w = C^{-1}(a_1 - a_2)$; $b = 0,5(a_2^T C^{-1} a_2 - a_1^T C^{-1} a_1)$.

Такое представление позволяет получить удобное правило классификации: если величина y является неотрицательной, элемент с вектором x следует отнести к классу K_1 .

Рассмотренный алгоритм минимизирует вероятность ошибки классификации. Таким образом, предложенный подход позволяет выделить в каждом из ЛИП компактную совокупность наиболее востребованных в настоящее время интеллектуальных продуктов (по аналогии с формированием кэш-памяти в компьютерных системах) и может служить отправной точкой для создания новых автоматизированных систем поиска в информационных банках компьютерных сетей.

1. Волк М.А., Матейченко В.В., Удовенко С.Г. Об упорядочении элементов локальных интеллектуальных пространств // Проблемы бионики. – 2000. – Вып. 52. – С. 40–44.

2. Удовенко С.Г., Калоша В.А., Саркер А.Х. Байесовское оценивание параметров модели в адаптивных системах // Системный анализ, управление и информационные технологии: Вестник Национального технического университета «Харьковский политехнический институт». – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2001. – №8. – С. 122–126.

д.т.н. профессор Усков А.А.

**Смоленский филиал Российского университета кооперации,
Жукова А.Г.**

E-mail: prof.uskov@mail.ru

СЛОЖНОСТЬ ВОСПРИЯТИЯ ИЕРАРХИЧЕСКИХ ВИЗУАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ

В статье рассмотрен подход к оценке сложности восприятия иерархических визуальных моделей, использующий особенности функционирования кратковременной (оперативной) памяти человека и процесса переноса данных из кратковременной памяти в долговременную. Предложен коэффициент сложности восприятия визуальной модели и формулы для его оценки.

Ключевые слова: визуальная модель, иерархия, сложность восприятия

Иерархические визуальные модели, имеющие древовидную структуру, широко распространены на практике при описании сложных систем в различных предметных областях. К таким моделям, например, можно отнести: диаграммы SADT, диаграммы потоков данных, ментальные карты [1-3]. В статье предложен коэффициент сложности восприятия визуальной модели и формулы для его оценки, что позволяет минимизировать модели по сложности восприятие.

Физиологические исследования обнаруживают два основных вида памяти человека: кратковременная и долговременная [4]. Кратковременная память позволяет запоминать информацию на промежуток времени от нескольких секунд до минуты. Емкость кратковременной памяти составляет 7 ± 2 объекта. Именно такое количество объектов хорошо поддаются счету, классификации и длительному запоминанию за счет эффективного переноса в долговременную память из кратковременной памяти. Более детальные исследования показывают связь между числом информационных единиц, силой ингибиторных связей между нейронами, вероятностью ошибок и энергетическими затратами на запоминание. Связь между числом информационных единиц и энергетическими затратами на запоминание в относительных единицах приведена в таблице 1 [5].

Таблица 1 – Связь между числом информационных единиц и энергетическими затратами на запоминание $Q(n)$.

n (число информационных единиц)	3	7	10	13	15
Q (число ошибок при запоминании)	1	15	50	200	400

Несложно заметить, что достаточно точной аппроксимацией зависимости $Q(n)$ является функция:

$$Q(n) = \exp(0.4n) - 1. \quad (1)$$

Для дальнейшего анализа введем ряд допущений: 1) сложность восприятия диаграммы потоков данных пропорциональна энергетическим затратам на ее запоминание; 2) человек изучает модель достаточно медленно последовательно начиная с контекстной диаграммы, затем переходя все более к высоким уровням декомпозиции, информация о содержании диаграммы успевает перейти из кратковременной в долговременную память за время рассмотрения одной диаграммы.

С учетом принятых допущений и формулы (1) введем в рассмотрение коэффициент сложности восприятия (КСВ) модели, определяемый выражениями:

$$Q_s = \sum_{i=1}^M Q_i, \quad Q_i = \exp(0.4n_i) - 1, \quad (2)$$

где n_i – число блоков на i -й диаграмме, M – общее число диаграмм декомпозиции для всех уровней модели.

Рассмотрим влияние структуры иерархической визуальной модели (число диаграмм, входящих в модель и число блоков работ на диаграмме) на коэффициент сложности восприятия.

Наиболее просто задача решается для однородной модели, под которой будет пониматься модель с одинаковым количеством блоков на каждой из диаграмм декомпозиции i -го уровня n_i .

В таблице 1 отражено число диаграмм и блоков работ для однородной модели.

Коэффициент сложности восприятия однородной модели, согласно (2), определяется выражением:

$$Q_s = \sum_{j=1}^l (\exp(0.4n_j) - 1) \prod_{i=1}^{j-1} n_i, \quad (3)$$

а общее число блоков нижнего уровня (концевых блоков):

$$N = \prod_{i=1}^l n_i. \quad (4)$$

Таблица 1 – Число диаграмм и блоков работ однородной модели

Уровень декомпозиции	Число диаграмм	Число блоков на диаграмме
0 (контекстная диаграмма)	1	$n_0=1$
1	1	n_1
2	n_1	n_2
3	$n_1 n_2$	n_3
4	$n_1 n_2 n_3$	n_4
...	...	
l	$\prod_{i=0}^{l-1} n_i$	n_l

Введем в рассмотрение относительный КСВ (КСВ на один концевой блок модели N):

$$Q_{so} = \frac{Q_s}{N}. \quad (5)$$

Рассмотрим однородную модель с одинаковым числом блоков на всех уровнях декомпозиции n .

Воспользовавшись формулой для суммы геометрической прогрессии, формула (3) в данном случае приводится к виду:

$$Q_s = (n' - 1) \frac{\exp(0.4n) - 1}{n - 1} \quad (6)$$

Решая совместно (4)-(6) и учитывая, что $N \gg 1$, определим относительный КСВ для модели с одинаковым числом блоков на всех уровнях декомпозиции

$$Q_{so} = \frac{\exp(0.4n) - 1}{n - 1} \quad (7)$$

График относительного КСВ (см. формулу (7)) приведен на рисунке 1.

Как следует из рисунка 1, коэффициент сложность восприятия однородной иерархической модели с одинаковым числом блоков на всех уровнях минимален при количестве блоков на диаграммах равным трем и возрастает при увеличении числа блоков.

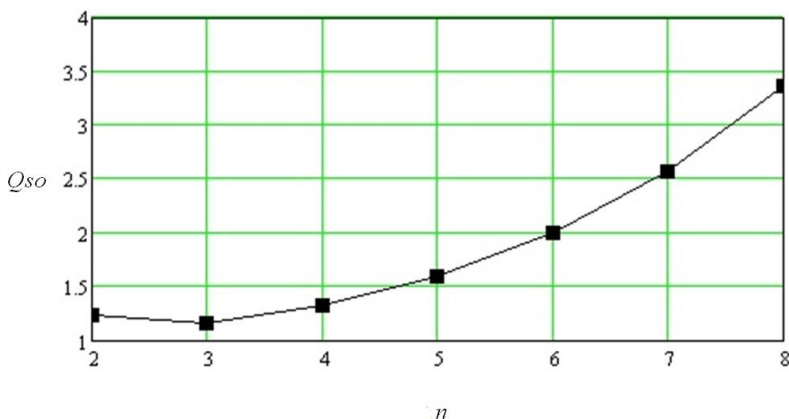


Рисунок 1 – Зависимость $Q_{so}(n)$

1. Вендров А. М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика, 2006. – 544 с.

2. Черемных С. В., Семенов И. О., Ручкин В. С. Моделирование и анализ систем. IDEF-технологии: практикум. М.: Финансы и статистика, 2006. – 192 с.

3. Мюллер Х. Составление ментальных карт: метод генерации и структурирования идей. М.: Изд. «Омега-Л», 2007.

4. Саймон Г. Науки об искусственном. М.: Едиториал УРСС, 2004. - 144 с.

5. Bick C., Rabinovich M.I. Dynamical Origin of the Effective Storage Capacity in the Brain's Working Memory // Physical Review Letters. 2009. 103. 218101.

**д.т.н., профессор Федулов А.С.,
аспирант Мялик Я.В.
Филиал ФГБОУ ВПО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске
E-mail: myalik.yaroslav@mail.ru**

ПРОГРАММНАЯ ИММИТАЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВУХКОЛЕСНЫМ БАЛАНСИРУЮЩИМ РОБОТОМ И ИХ СОПОСТАВЛЕНИЕ

Построены модели систем управления двухколесным роботом с несколькими стабилизируемыми параметрами, используя пакет Simulink системы MATLAB, и проведены имитационные эксперименты с моделями для сравнительного анализа достигаемого качества управления.

Ключевые слова: двухколесный робот, обратный маятник, модель, регулятор.

В работе [2] были рассмотрены существующие варианты построения систем управления двухколесными балансирующими роботами, в которых реализовано регулирование нескольких параметров робота (угла наклона и положения) посредством управления вращением колес. Была предложена собственная система управления, использующая ПИД-регулятор угла и ПИД-регулятор положения с управлением через угол. Целесообразно провести анализ качества управления этих систем на основе единого подхода.

Задача удержания равновесия двухколесным роботом тесно связана с динамикой обратного маятника. Он представляет собой маятник, центр масс которого расположен выше точки своей опоры, закрепленный на конце жесткого стержня. Обратный маятник является идеализированной физической моделью двухколесного балансирующего робота.

В качестве математической модели обратного маятника на колесе была выбрана система уравнений, полученная в [3]:

$$\begin{cases} R \cos(\theta(t)) I m \ddot{\theta}(t) + R^2 (m + 2M) \ddot{\varphi}(t) - R \sin(\theta(t)) \theta^2(t) l m = M k(t); \\ \ddot{\varphi}(t) \cos(\theta(t)) l m R - m g l \sin(\theta(t)) + 2 m l^2 \ddot{\theta}(t) = 0, \end{cases} \quad (1.1)$$

где m – масса маятника, M – масса колеса, l – длина маятника, R – радиус колеса, $\theta(t)$ – угол между маятником и вертикальной прямой, $\varphi(t)$ – угол поворота колеса относительно его начального положения, $Mk(t)$ – критический (максимальный) момент двигателя, g – ускорение свободного падения.

Систему уравнений (1.1) можно упростить, осуществив линеаризацию. Пусть угол $\theta(t)$ достаточно мал, тогда $\sin(\theta(t)) \approx \theta(t)$, $\cos(\theta(t)) \approx 1$. В результате получаем систему (1.2):

$$\begin{cases} Rlm\ddot{\theta}(t) + R^2(m + 2M)\ddot{\varphi}(t) - R\theta^3(t)lm = Mk(t); \\ \ddot{\varphi}(t)lmR - mg l\theta(t) + 2ml^2\ddot{\theta}(t) = 0; \end{cases} \quad (1.2)$$

Так как $\theta(t)$ мал, то $\theta^3(t) \approx 0$. Система (1.2) принимает вид:

$$\begin{cases} Rlm\ddot{\theta}(t) + R^2(m + 2M)\ddot{\varphi}(t) = Mk(t); \\ \ddot{\varphi}(t)lmR - mg l\theta(t) + 2ml^2\ddot{\theta}(t) = 0; \end{cases} \quad (1.3)$$

После линеаризации к системе уравнений (1.3) можно применить преобразование Лапласа и получить передаточные функции звеньев «момент двигателя – угол наклона» (1.4) и «угол наклона – угол поворота колеса» (1.5):

$$\frac{\theta(s)}{Mk(s)} = \frac{1}{-2R(m + 2M)ls^2 + Rlm + R(m + 2M)g}; \quad (1.4)$$

$$\frac{\varphi(s)}{\theta(s)} = \frac{-2ls^2 + g}{s^2R}; \quad (1.5)$$

Данные передаточные функции были использованы в качестве базовых блоков для построения пяти моделей систем управления двухколесным роботом. Каждая из моделей была отлажена и оптимизирована с помощью ручной подбора параметров (коэффициентов звеньев регуляторов) с целью достижения максимально возможного качества управления. Критерии качества – величина перерегулирования и длительность переходного процесса [1].

На рисунке 1 показан пример модели, построенной в MATLAB Simulink, для системы управления двухколесным роботом с ПИД-регулятором угла и ПИД-регулятором положения с управлением через угол [2].

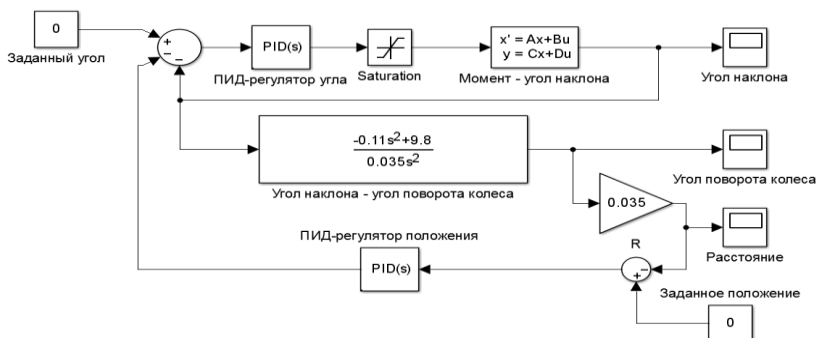
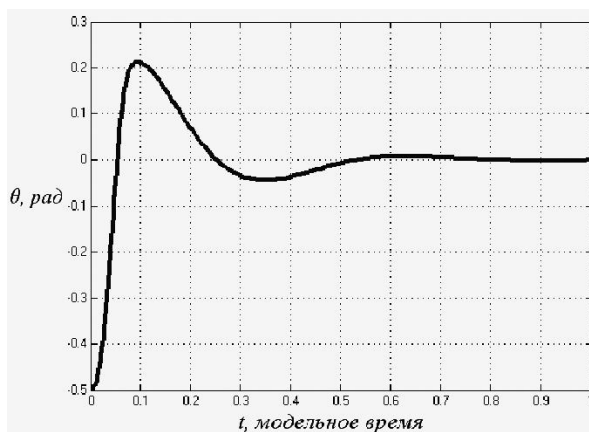


Рисунок 1 – Пример модели MATLAB Simulink системы управления робота

В основе модели лежат два блока: «Момент - угол наклона» и «Угол наклона - угол поворота колеса». Выходом блока «Момент - угол наклона» является угол наклона робота, выходом блока «Угол наклона - угол поворота колеса» – угол поворота колеса. Для того чтобы получить расстояние, на которое переместился робот, угол поворота колеса умножается на его радиус (0,035 м). Стабилизация угла наклона и положения робота осуществляется блоками «ПИД-регулятор угла» и «ПИД-регулятор положения» соответственно. Блок «Saturation» служит для ограничения максимального момента.

Имитация каждой модели осуществлялась в течение 20 отсчетов модельного времени. Для того чтобы показать конечность момента реального двигателя, момент M_k был ограничен до $2 (H \cdot m)$. Этого момента достаточно, чтобы робот стабилизировался и не падал. Начальный угол наклона робота принимался равным $-0,5 (rad)$.

На рисунке 2 представлен пример результатов моделирования системы управления, изображенной на рисунке 1.



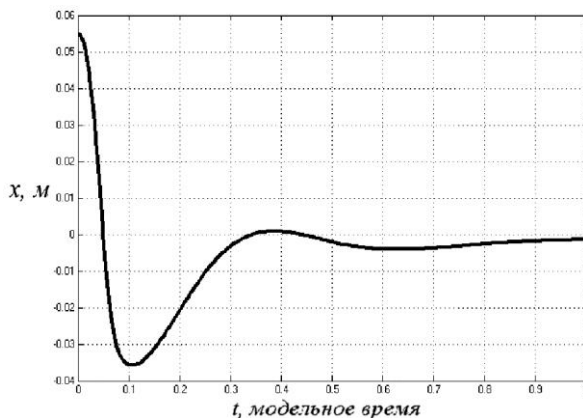


Рисунок 2 – Результаты моделирования системы управления (угол наклона робота сверху, перемещение робота снизу)

В таблице 1 приведены результаты моделирования всех пяти систем управления двухколесным роботом.

Из таблицы 1 видно, что предложенная в [2] система управления двухколесным роботом с ПИД-регулятором угла и ПИД-регулятором положения с управлением через угол обладает лучшим качеством управления с точки зрения длительности переходного процесса, как при стабилизации угла, так и при стабилизации положения.

1. Бесекерский, В. А. Теория систем автоматического регулирования / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. – М.: Наука, 1972. С. 210-211.

2. Мялик Я. В., Федулов А. С. Системы управления двухколесными роботами с несколькими стабилизируемыми параметрами // Энергетика, Информатика, Инновации-2014 – ЭИИ-2014: сб. трудов Междунар. науч.-техн. конф. В 2 т. Т. 1. Секции 1, 2, 3, 4. Смоленск: Универсум, 2014. С. 219-222.

3. Семин А. А. Управление перевернутым маятником на колесе по первому приближению // Науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых специалистов НИУ ВШЭ. Материалы конф. – М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2014. С. 20-21.

Таблица 1 – Результаты моделирования систем управления двухколесным роботом

Система управления	Регулятор угла		Регулятор положения	
	Перерегулирование, рад	Длительность процесса, модельное время	Перерегулирование, м	Длительность процесса, модельное время
ПД-угла и ПД-положения с управлением через их сумму	0,1318	2,18	0,2479	3,21
ПД-угла и ПИД-положения с управлением через их сумму и дополнительной связью между углом и положением	0,1736	5,32	1,8852	10,15
ПД-угла и нечеткий ПД-положения с управлением через их сумму	0,0333	1,53	0,2816	6,10
Нечеткий ПД-угла и нечеткий ПД-положения с управлением через их сумму	0,0775	3,69	0,0937	3,86
ПИД-угла и ПИД-положения с управлением через угол	0,2119	0,44	0,0357	0,28

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАДАНИЙ НА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ В GRID- СИСТЕМАХ

Применительно к задаче поиска оптимального решения в области распределения заданий на вычислительных ресурсах в GRID-системах, предложена новая информационная технология, включающая свертывание кортежа, оценку загруженности участков сети и выбор наилучшего решения для нужного плана распределения заданий. Информационная технология апробирована при наукоемких вычислениях на кластере в Радиоастрономическом институте НАН Украины.

Ключевые слова: информационная технология распределения заданий, GRID-вычисления, планировщик заданий, связность заданий.

В настоящее время распределенные вычисления являются основой GRID-вычислений [1]. GRID-системы – это объединение совокупности вычислительных ресурсов с помощью компьютерных сетей, которые ориентированы на решение задач большой сложности. Суть повышения показателей эффективности использования подобных систем основана на решении задачи планирования. Другими словами, это задача эффективного распределения поступающих заданий на вход вычислительных ресурсов GRID-системы.

Существует ряд прикладных решений данной задачи. Наиболее распространенным среди них является использование брокера (планировщика). Планировщик управляет потоком поступающих на вход системы заданий. Управление заключается в распределении этих заданий на вычислительные ресурсы GRID-системы. Распределение происходит на основании сведений, которые предоставляет пользователь. Цель планировщика заключается в сокращении времени выполнения заданий за счет оптимизации загруженности ресурсов GRID-системы и пропускной способности каналов передачи данных.

Особенностью существующих GRID-систем является использование простейших планировщиков: TORQUE [2], Condor [3], Sun Grid Engine [4], LoadLever [5], MAUI Scheduler [6] и др. Данные планировщики обладают существенными недостатками. Один из основных – их жесткая привязанность к решению конкретного класса задач. Это связано с тем, что задания, поступающие на вход планировщика, являются разнородными. В связи с этим возникают

дополнительные сложности при их распределении, т.к. на данный момент отсутствует универсальный по эффективности метод, который позволяет распределять любые классы задач, учитывая при этом все особенности имеющихся доступных ресурсов.

Также перечисленные планировщики не принимают во внимание цену использования конкретного вычислительного ресурса. Это влечет за собой неэффективное использование множества ресурсов и как следствие, невозможность запуска ряда заданий из очереди.

В связи с этим актуальной является научно-техническая задача разработки нового подхода распределения задания, который ориентирован на использовании информационной технологии. Данный подход должен учитывать и устранять выявленные недостатки в существующих решениях задачи эффективного распределения заданий. Техническая реализация данного подхода заключается в создании специализированного модуля, который должен определять стратегию управления потоками заданий на основании текущего состояния GRID-системы (рисунок 1).

Информационные технологии используются как средство получения информации для последующего анализа, на основании которого будут приняты действия, направленные на снижение трудоемкости процессов на информационных ресурсах или для повышения их надежности [7,8].

Предлагаемая информационная технология управления заданиями построена на эффективном совместном использовании существующих взаимосвязанных технологий.

1. Технология свертывания кортежа. Особенностью данной технологии является то, что всегда удается определить оптимальный вариант плана распределения. Данное решение позволяет улучшить показатели эффективности планировщика заданий. При этом вводится обобщенный критерий оценки задания [9], учитывающий все необходимые параметры ресурсов и заданий.

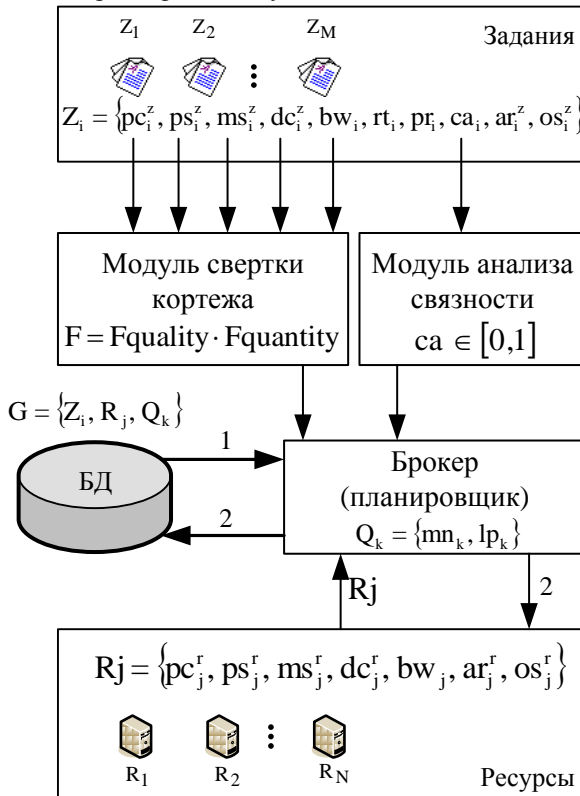
Суть обобщенного критерия заключается в том, что частные критерии $F_i(X)$, $i = \overline{1, n}$ объединяются в один интегральный критерий $F(X) = \Phi(F_1(X), F_2(X), \dots, F_n(X))$ по ряду предложенных правил, после чего находится максимум или минимум данного критерия.

В GRID-систему поступают задания, характеризующиеся рядом параметров, которые формируют кортеж. Параметры образуют две группы: качественные (Fquality) и количественные (Fquantity). Качественные характеризуют ресурс в целом, количественные – это физические характеристики, которые для заданий являются требуемыми, а для ресурсов – определенными (заданными).

Для получения значения обобщенного критерия необходимо по каждому из качественных параметров кортежа задания определить весовые коэффициенты частных критериев. Значения весовых коэффициентов могут быть заданы поставщиком задания или

администратором GRID-системы. В первом случае поставщик задания обладает сведениями о специфике и особенностях задания, а во втором администратор GRID-системы использует накопленный опыт о работе данной системы с подобными заданиями.

На следующем шаге необходимо по каждой группе осуществить свертывание параметров и получить частные обобщенные критерии.



- 1 – информация о предыдущих распределениях
 2 – информация о текущем распределении

Рисунок 1 – Информационная технология распределения заданий на вычислительные ресурсы в GRID-системах

Итоговым обобщенным критерием оценки задания является выражение $F = F_{quality} \cdot F_{quantity}$, показывающее, какую часть ресурса занимает задание в процессе выполнения. Диапазон значений обобщенного критерия лежит в пределах $[0;1]$: при нулевом значении – задание не может быть выполнено; при единице – задание полностью использует все возможности ресурса.

При технической реализации данной технологии предлагается введение модуля свертки кортежа (МСК). Результатом работы МСК 206

является перечень ресурсов, на которых каждое из поступающих заданий может быть распределено. В дальнейшем, при распределении необходимо выбрать из них наилучшее по ряду имеющих требований.

2. Технология оценки загрузки участков сети. Использование данной технологии позволяет уменьшить объем передаваемого трафика сильносвязанных задач, или выполнения слабосвязанных задач на удаленных ресурсах GRID-системы, что в итоге минимизирует время выполнения задания.

Задание состоит из пакета задач, которые объединяются пользователем по тематическому признаку. Каждая задача – это исполняемая программа, которая выполняется на отдельном процессоре.

Например, задание содержит пакет из 50 задач, следовательно, для решения задания требуется отобрать 50 процессоров, удовлетворяющих заданным требованиям. Эти задачи могут быть выполнены как на одном ресурсе, который содержит как минимум 50 процессоров (на кластере), так и на нескольких разнородных ресурсах, удовлетворяющих требованиям всего пакета задания. Обязательное условие заключается в том, что задание может быть запущено только в том случае, если для всех задач из задания подобраны вычислительные ресурсы [10].

Часто возникает ситуация при которой запуск задания не может быть осуществлен на одном вычислительном ресурсе. В таком случае при построении плана распределения необходимо делать акцент на степени связности задач в задании. Диапазон связности находится в пределах $0 < c_a \leq 1$. Чем выше значение c_a , тем выше интенсивность обмена данными между отдельными задачами в пакете задания. Следовательно, при таком распределении следует учитывать их расположение, т.е. распределение должно быть направлено на то, чтобы задачи пакета были распределены на как можно меньшее число ресурсов. Работа модуля анализа связности (MAC) заключается в оценке задач в задании и передаче брокеру рекомендаций в виде вариантов распределения задания в соответствии с указанным коэффициентом связности.

3. Технология выбора наилучшего решения. Благодаря этой технологии, пользователи имеют возможность получать результаты предыдущих распределений заданий по различным методикам. Это позволяет выбрать такой план распределения, который будет иметь выигрыш по ряду критериев, заранее установленных пользователем (например, сокращение общего времени работы системы, уменьшение простоя ресурсов и т.д.).

Очень часто в GRID-систему поступают задания, которые уже многократно выполнялись на ее вычислительных ресурсах. Поэтому актуальными являются утверждения:

- накопленные результаты распределения заданий, которые

хранятся в специализированной БД, позволяют сократить время на принятие решения об очередном распределении;

- в GRID-системе хранятся сведения обо всех запусках конкретного задания (с перечнем вычислительных ресурсов), которые позволяют сделать оптимальный выбор ресурса.

Предложенная информационная технология используется в среде GRASS (GRid Advanced Simulation System). Среда GRASS имеет модульную архитектуру, которая строится на основе ядра и динамически подключаемых модулей [10]. К преимуществам данной среды можно отнести: гибкость настройки, простоту модификации, возможность иметь несколько реализаций одного и того же модуля, повторного использования кода. Ведения лог-файлов позволяет пользователю осуществить анализ и принять решение в будущем.

В результате исследований в среде GRASS было установлено, что предложенная информационная технология позволяет:

- воспроизводить все процессы, происходящие в реальной GRID-системе (загрузка множества заданий и ресурсов, распределение заданий в соответствии с выбранной методикой, мониторинг распределений, ведение логов системы);

- проводить эксперименты с различными методиками распределения (FIFO, LIFO, HFP, Backfill, Simplex, Smart);

- осуществлять выборку параметров по заданным критериям (время работы системы, текущее количество заданий в очереди, текущая загруженность очереди, среднее время обработки одного задания и др.);

- осуществлять анализ поведения той или иной методики распределения без реального внедрения.

При технической реализации, предложенной информационной технологии, выбор наилучшего плана распределения может быть трансформирован в специализированный скрипт для работы в реальной GRID-системе.

Разработанная информационная технология проходит этап тестирования на GRID-кластере Радиоастрономического института НАН Украины [11]. Предварительные результаты свидетельствуют об уменьшении времени выполнения задания до 25% и увеличении эффективности использования ресурсов GRID-кластера на 32% [12].

1. Петренко А.І. Хмарні і Грід обчислення для е-науки / Петренко А.І. // Системный анализ и информационные технологии: 14-я международная научно-техническая конференция «САИТ-2012», 24 апреля 2012, Киев, Украина: материалы. – К.: УНК "ИПСА «НТУУ "КПИ», 2012. – С. 294-295.

2. TORQUE Resource Manager. Официальный сайт компании Adaptive Computing, Inc. [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <<http://www.adaptivecomputing.com/products/open-source/torque>>.

3. Condor [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <<http://research.cs.wisc.edu/htcondor>>.
4. Sun Grid Engine. Официальный сайт компании Oracle Corp. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <<http://www.oracle.com/us/sun/index.htm>>.
5. IBM Tivoli Workload Scheduler LoadLeveler. Официальный сайт компании «Interface» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.interface.ru/home.asp?artId=6283>.
6. Maui Administrator's Guide [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.adaptivecomputing.com/resources/docs/maui/pdf/mauiadmin.pdf.
7. ГОСТ ИСО/МЭК 2382-1-99 (ISO/IEC 2382-1:1993). Межгосударственный стандарт. Информационная технология. Словарь. Часть 1. Основные термины. – Издание официальное. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Минск, 1999 – 40 с.
8. ГОСТ ИСО/МЭК 27033-1-2011 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Безопасность сетей. Часть 1. Обзор и концепции. – Издание официальное. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Москва: Стандартинформ – 73 с.
9. Волк М.А., Филимончук Т.В. Обобщенный критерий оценки задания для технологии планирования заданий в GRID. Информатика, математическое моделирование, экономика: Сборник научных статей по итогам Третьей Международной научно-практической конференции, г. Смоленск, 24-26 апреля 2013 г. В 3-х томах. Том 2 – Смоленск: Смоленский филиал Российского университета кооперации, 2013. – с. 172-176.
10. Волк М.А., Филимончук Т.В. Модуль распределения заданий в GRID-системах. Системы обработки информации. – Харьков.: ХУПС, 2012. – №2(100). – с. 177-182.
11. Ткачов В.М. Використання ГРІД-технологій при обробці радіоастрономічних даних / Ткачов В.М., Кулішенко С.Ф. // 16-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка і молодь в ХХІ столітті», 17-19 квітня 2012 г.: Сб. матеріалів форуму. Т.6. Міжнародна конференція "Інформаційні інтелектуальні системи" – Харків: ХНУРЕ, 2012. – С.122-123.
12. Розвиток кластеру УТР-2 для обробки даних радіотелескопа УТР і ГУРТ [Текст] : вик. НДР, шифр «Кластер» / Радіоастрономічний інститут НАН України; керівн. В.В. Захаренко, вик. В.М. Ткачов [та ін.]. – Х.: 2014. – № держреєстрації 0114U002816.

АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ

Данная работа посвящена особенностям решения задачи анализа и классификации цифровых оригиналов, с которыми работают дизайнеры. Для анализа и оценки качества изображений предлагается использование лингвистических переменных.

Ключевые слова: цифровые изображения, анализ, лингвистические переменные, функции принадлежности.

Попытки создания систем автоматического анализа предпринимались с тех пор, как люди научились вводить изображения в компьютер. Существуют различные методы обработки изображений, которые работают быстрее и надежнее человека, но анализ изображения предполагает его осмысление – тут пока ни один компьютер не может сравниться с человеком.

При восприятии изображения зрительным анализатором вступают в действие сложные механизмы анализа, связанные с устойчивыми, закрепленными обучением и опытом, рецептивными полями и ассоциативными связями мозга. Зрительная система осуществляет инвариантное опознание видимых объектов, деталей изображения и формирует их в обобщенные зрительные образы. Одновременно с помощью параллельных каналов производится оценка отдельных, конкретных свойств этих объектов. Это возможно потому, что зрительная система содержит несколько параллельных подсистем, в каждой из которых обрабатывается информация об одном из свойств объекта наблюдения: о форме, размере, цвете, местоположении и перемещении в поле зрения. Форма объекта опознается независимо от размеров, цвета и положения. Также независимо могут оцениваться и другие свойства объекта наблюдения. В зрительных центрах мозга механизмы, служащие для оценки различных свойств изображения, разделены еще и морфологически [1].

На основе современных методов анализа изображений можно эффективно решать многие проблемы и в полиграфической отрасли. Обычно полиграфические предприятия получают уже готовые макеты полиграфической продукции, но в настоящее время, когда идет борьба за каждого заказчика, небольшие предприятия могут работать и с исходными, почти не обработанными изображениями. Например, когда готовятся большие печатные каталоги или срочно печатаются цифровые фотографии.

Поэтому возникает большая группа ошибок, связанная с исходными дефектами изображений (шум, нечеткость, неправильное разрешение или размер и пр.). Если формализовать процедуры проверки и оценки цифровых оригиналов, то можно разработать процедуры автоматического улучшения полученных оригиналов и автоматизировать данный этап доредакционной подготовки. Для этого необходимо решить задачу классификации искажений (ошибок) цифровых оригиналов, которые в большинстве случаев невозможно оценить объективно численными методами.

При анализе изображений выделяют объективные и субъективные характеристики. Объективные характеристики – это атрибуты изображений, которые связаны с природой зрительного восприятия, представлением и обработкой цифровых изображений на компьютере. Некоторые атрибуты являются естественными, т.е. они устанавливаются визуальным анализом изображения, тогда как другие, так называемые искусственные атрибуты, получаются в результате его специальной обработки и измерений. К естественным атрибутам относятся светлота (яркость) и текстура различных областей изображения, форма контуров объектов. Гистограммы распределения яркости и спектры пространственных частот дают примеры искусственных атрибутов.

Субъективные оценки выражаются в форме лингвистических переменных. Такой подход дает приближенные, но, в то же время, эффективные способы описания явлений настолько сложных и плохо определенных, что они не поддаются точному математическому анализу. Подход на основе теории нечетких множеств является, по сути дела, альтернативой общепринятым количественным методам анализа. Он имеет три основные отличительные черты: 1) вместо или в дополнение к числовым переменным используются нечеткие величины и лингвистические переменные; 2) простые отношения между переменными описываются с помощью нечетких высказываний; 3) сложные отношения описываются нечеткими алгоритмами [2].

Теоретические основания данного подхода вполне точны и строги в математическом смысле и не являются сами по себе источником неопределенности. В каждом конкретном случае степень точности решения может быть согласована с требованиями задачи и точностью имеющихся данных. Подобная гибкость составляет одну из важных черт рассматриваемого метода.

Каждый атрибут изображения можно описать с помощью лингвистической переменной, которая принимает определенное значение, характеризующее качество изображения. Лингвистическая переменная – это переменная, принимающая значения из множества слов или словосочетаний некоторого естественного или искусственного языка.

Лингвистическая переменная характеризуется набором $(X, T(X), U, G, M)$, в котором X – название переменной, $T(X)$ – терм-множество или множество названий лингвистических значений переменной X . Каждое терм-множество – это нечеткая переменная x со значениями из универсального множества U с базовой переменной u . G –

синтаксическое правило, которое может быть задано в форме бесконтекстной грамматики, порождающей термы множества $T(X)$; M – семантическое правило, которое каждому лингвистическому значению t ставит в соответствие его смысл $M(t)$, причем $M(t)$ обозначает нечеткое подмножество множества U .

В данной работе на основе методов анализа изображений необходимо сформировать набор базовых переменных – U_1, \dots, U_k , для соответствующих атрибутов (терм-множеств) – $T(X_1), \dots, T(X_k)$, характеризующих лингвистические переменные X_1, X_2, \dots, X_k , которые описывают показатели качества изображений K .

Для решения поставленной задачи были проанализированы и выделены основные атрибуты изображений, важные при репродуцировании. Каждый атрибут является лингвистической переменной, которая принимает определенное значение (терм), характеризующее качество изображения. Следовательно, для каждой лингвистической переменной был определен набор термов и базовые переменные, позволяющие количественно оценить соответствующие лингвистические переменные. Основными лингвистическими переменными являются: «Размер изображения», «Разрешение изображения», «Контрастность», «Общая светлота», «Резкость», «Шумы и помехи», «Детальность», «Наличие однородных областей». Соответствующими базовыми переменными являются: «Размер», «Разрешение», «Двумерный градиент», «Математическое ожидание», «Дисперсия для ч/б изображений», «Степень размытия», «Усредненная энтропия», «Степень равномерности гистограммы».

Формирование исходной информации для построения функций принадлежности выполняется методом группового опроса экспертов (модифицированный метод «Дельфи»).

Рассмотрим процесс построения функций принадлежности на примере лингвистической переменной «Наличие однородных областей».

Изображения, которые имеют большие однородно окрашенные области, на практике часто используются для настройки печатного оборудования, они очень чувствительны к установленным параметрам машины, и воспроизвести их соответственно оригиналу довольно непростая задача. Не редко при печати подобных оригиналов растет стоимость заказа, ведь увеличиваются технические затраты в связи с уровнем сложности. Изображения второго класса, со средними однородно окрашенными областями, не создают сложностей на практике, однако требуют внимательной настройки оборудования. Изображения третьего класса, без однородно окрашенных областей, не должны усложнять процесс печати.

Важный подход к количественному описанию областей изображений состоит в определении их внутреннего содержания, которое основано на статистических и спектральных характеристиках. Пусть z_i – дискретная случайная величина, значениями которой

являются уровни яркости изображения. Обозначим через $p(z_i)$, $i=1, 2, \dots, L-1$ соответствующую нормированную гистограмму, где L – это число возможных значений яркости. Таким образом, $p(z_i)$ приближает вероятность появления величины яркости z_i на изображении (гистограмма распределения уровней яркости в данной области) [3].

Форму гистограммы можно описать с помощью центральных моментов:

$$\mu_n = \sum_{i=0}^{L-1} (z_i - m)^n p(z_i), \quad (1)$$

где n – порядок момента, m – средняя яркость области и $m = \sum_{i=0}^{L-1} z_i p(z_i)$.

Для описания статистических свойств гистограммы яркости можно использовать степень ее равномерности:

$$H = \sum_{i=0}^{L-1} p^2(z_i). \quad (2)$$

Эта величина максимальна для постоянной яркости (максимальная однородность), и минимальна для областей с непрерывным изменением яркости [3].

Следовательно, базовая переменная «Степень равномерности гистограммы» связана с лингвистической переменной «Наличие однородных областей». Что подтверждается проведенными расчетами и экспертной оценкой набора тестовых изображений (табл.1). Для эксперимента были отобраны 35 изображений.

Таблица 1 – Результаты расчетов степени равномерности гистограммы изображений

№ фото	H	№ фото	H	№ фото	H	№ фото	H	№ фото	H
23	0,0052	35	0,006	28	0,0076	8	0,0096	9	0,0161
19	0,0053	18	0,0061	31	0,0076	17	0,0103	32	0,0293
13	0,0057	20	0,0061	10	0,008	2	0,0109	3	0,0326
22	0,0057	15	0,0062	4	0,0081	26	0,0117	12	0,0733
7	0,0058	16	0,0063	14	0,0082	30	0,0127	34	0,0824
24	0,006	29	0,0064	5	0,0087	27	0,0131	25	0,0876
33	0,006	6	0,0067	21	0,0094	1	0,0138	11	0,2025

На основании расчетных данных были определены граничные значения для базовой переменной «Степень равномерности гистограммы» в соответствии с терминами переменной «Наличие однородных областей» изображений. Изображения, показатель однородности гистограмм которых больше 0,07, относятся к терму –

«изображения с большими однородно окрашенными областями»; от 0,01 до 0,07 – «изображения со средними однородно окрашенными областями», до 0,01 – «изображения без однородно окрашенных областей» (рис. 1).



$H = 0,0876$



$H = 0,0138$



$H = 0,0052$

Рисунок 1 – Виды изображений в соответствии с величиной степени равномерности гистограммы

На рисунке 1 приведены изображения разных классов, расположенных в порядке убывания однородности гистограммы изображения.

Далее полученные интервалы используются при построении функций принадлежности базовых переменных. Конкретный вид функций принадлежности определяется на основе различных дополнительных предположений о свойствах этих функций (симметричность, монотонность, непрерывность первой производной и т.д.) с учетом специфики имеющейся неопределенности, реальной ситуации на объекте и числа степеней свободы в функциональной зависимости [4].

Исходя из того, что гладкие функции зачастую обеспечивают отсутствие разрывов производных и представление экспертов о характере изменения меры принадлежности с изменением базовой переменной, была выбрана S-образная функция принадлежности, которая задается формулой:

$$\mu(x, a, b) = \{1 + \exp[-a(x - b)]\}^{-1}, \quad (3)$$

где x – значения базовых переменных;

a, b – граничные значения базовых переменных;

$(a+b)/2$ – точка перехода ($\mu_1(x, a, b) = 0,5$).

Функция принадлежности для лингвистической переменной «Наличие однородно окрашенных областей» изображена на рисунке 2.

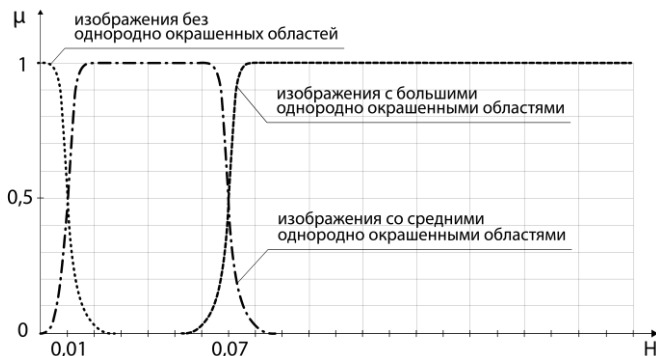


Рисунок 2 – Функция принадлежности для лингвистической переменной «Наличие однородных областей»

Данные функции принадлежности дают возможность определить интервалы значений базовых переменных, каждый из которых соответствует значению нечеткой переменной, т.е. характеризует определенное свойство оригинала. Разбивая шкалу значений базовых переменных на интервалы, процесс оценки качества изображений становится автоматизированным при последующем тестировании изображения. Таким образом, формируется целая система показателей, которые характеризуют качество оригинала на этапе доредакционной подготовки, и количественно отражают степень близости показателя к предельным значениям.

Построенные функции принадлежности, количественно характеризующие лингвистические переменные, позволяют формализовать нечеткую базу знаний для принятия решений по задаче классификации искажений цифровых оригиналов.

1. Sharma, G. The Digital Color Imaging Handbook/ G. Sharma. New York: CRC Press, 2003. – 764 p.

2. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М: Мир, 1976. – 165 с.

3. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде Matlab. Москва: Техносфера, 2006. – 616 с.

4. Алтунин А.Е., Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях: Монография. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2000. – 352 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА «ДЕЛЬФИ» ДЛЯ ЭКСПЕРТНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ НЕЧЕТКИХ ОЦЕНОК

В данной работе описана процедура проведения экспертного оценивания субъективных характеристик изображения для определения границ нечетких оценок качества цифровых оригиналов с использованием метода «Дельфи».

Ключевые слова: экспертное оценивание, цифровые изображения, нечеткие оценки, лингвистические переменные.

В настоящее время актуальной проблемой является разработка процедур автоматизации обработки полиграфических оригиналов во время их подготовки к печати в распределенных открытых полиграфических системах с определенными альтернативными вариантами [1]. Для реализации этих процедур необходимо получить наиболее точное соответствие объективных и субъективных характеристик изображений. Качество столь сложного объекта, как изображение, является очень важным, но одновременно и довольно расплывчатым понятием. Иногда качество рассматривается как характеристика самого изображения и определяется его собственными свойствами (статистическими, структурными, семантическими). К нынешнему моменту разработано множество количественных оценок качества изображений [2-4]. Однако введенные критерии не являются достаточно совершенными: большинство попыток найти приемлемые оценки качества изображения относится только к частным случаям (когда есть эталонное и искаженное изображения, когда они наблюдаются только на экранах мониторов и т.д.). В любом случае, создание более совершенных оценок качества изображений должно быть связано с более полным учетом свойств зрительного восприятия человека [5], которые относятся к сложно формализуемым. Для решения задачи анализа и классификации цифровых оригиналов, с которыми работают дизайнеры, выделены основные атрибуты изображений, важные при репродуцировании. Описание подобных явлений удобно выполнять с помощью лингвистических переменных, для которых необходимо составить терм-множества [6]. Это можно реализовать только с использованием экспертного оценивания.

Методы экспертных оценок применяются для количественного измерения таких характеристик, для которых не существует других способов измерения. При изучении изображений выполняется субъективное визуальное оценивание. Поскольку один человек не в состоянии учесть и осмыслить всю информацию, необходимую для подготовки сложных

решений в этой сфере, групповое оценивание значительно расширяет возможности разностроннего анализа и повышает надежность выбора решений. Среди распространенных методов экспертного оценивания известны методы с обратной связью [6], которые предполагают проведение нескольких туров опроса, обеспечивая сужение диапазона разброса мнений экспертов, и сближение их точек зрения.

Обработка и представление извлеченной экспертной информации о технологии решения задач принятия решений применительно к этапам рассматриваемого процесса может осуществляться посредством функций принадлежности и построения логико-лингвистических шкал различными способами, выбор которых зависит от вида задачи принятия решения [7].

Постановка задачи исследования

Лингвистическая переменная L , используемая при формализации задач принятия решения, на практике, как правило, имеет базовое термножество $T = \{T_i\}$, состоящее из 2–10 термов. Каждый терм описывается нечетким подмножеством множества значений U некоторой базовой переменной u и рассматривается как лингвистическое значение L . Предполагается, что объединение всех этих элементов термножества покрывает полностью U . Это гарантирует, что любой элемент $u \in U$ описывается некоторым $T_i \in T$.

В данной работе рассматривается способ формирования термножества для лингвистической переменной «*Общая светлота изображения*» и множества значений U соответствующей базовой переменной u .

Решение этой задачи предлагается осуществить в несколько этапов:

- а) подготовить тестовый набор изображений с учетом требований и пожеланий полиграфических предприятий;
- б) выполнить количественный анализ уровня светлоты изображения расчетными методами для получения множества значений U базовой переменной u ;
- в) сформировать термножество $T = \{T_i\}$;
- г) выполнить субъективный анализ изображений наблюдателями-экспертами;
- д) сравнить оценки изображений, полученные количественными и субъективными методами и выяснить, какой из количественных методов наиболее точно характеризует качество изображения [8].

Описание метода исследования

Одним из методов, использующих суждения экспертов, является метод «Дельфи». Он предусматривает проведение экспертного опроса в несколько туров [6]. Процесс выработки суждений экспертами в этом методе управляется рабочей группой через обратную связь. В одном из вариантов этого метода прямое обсуждение заменяется обменом информацией и мнениями с помощью тщательно разработанных вопросников. К участникам обращаются с просьбой не только высказать

свои мнения, но и привести их обоснование, а в каждом из последующих туров опроса им выдается новая и уточненная информация по высказанным мнениям, которая образуется в результате расчета совпадения точек по ранее выполненным этапам работы.

Этот процесс продолжается до тех пор, пока продвижение в направлении повышения совпадения точек зрения не становится незначительным. После этого фиксируются полученные значения.

Проведение эксперимента

Для лингвистической переменной «Общая светлота» определен набор термов:

T «Общая светлота» = {ОЧЕНЬ ТЕМНОЕ, ТЕМНОЕ, СРЕДНЕЕ, СВЕТЛОЕ, ОЧЕНЬ СВЕТЛОЕ}.

В качестве базовой переменной, позволяющей количественно оценить соответствующую лингвистическую переменную, выбрано математическое ожидание уровней яркости пикселей изображения m .

Для эксперимента выбраны 5 фотографий, разных по светлоте. Каждая из этих фотографий специально осветлена и затемнена с равномерным шагом по светлоте и представлена 25-ю градациями от темного к светлому. Общий объем выборки – 125 изображений. Значения математического ожидания уровней яркости пикселей изображения представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Математическое ожидание уровней яркости

№ п/п	Математическое ожидание				
	Фото 1	Фото 2	Фото 3	Фото 4	Фото 5
1	101,2712	75,6197	53,1152	60,2721	31,2321
2	108,0437	80,765	56,7989	64,4571	33,4601
3	118,9507	87,8244	61,1354	70,1382	35,8721
4	125,9648	93,3096	65,0373	74,5418	38,1057
5	133,0669	99,0056	69,1461	79,1065	40,395
6	140,0608	104,9058	73,4744	83,8441	42,8616
7	146,8418	110,884	77,9439	88,6025	45,3534
8	153,6094	117,0948	82,6639	93,5519	47,9825
9	160,1899	123,4207	87,569	98,5414	50,7153
10	166,8197	129,954	92,6864	103,6674	53,5474
11	173,7647	136,827	98,1168	109,0936	56,5697
12	181,5603	144,3601	103,9811	115,0586	59,8296
13	192,0767	153,6289	110,8041	122,5212	63,6157
14	202,1086	163,15	117,9531	130,0791	67,5599
15	208,5934	170,8827	124,4582	136,0861	71,1073
16	213,5724	177,6837	130,6552	141,3637	74,5666
17	217,9653	183,9287	136,7143	146,3542	78,008
18	221,7797	189,7262	142,6736	151,1698	81,4444
19	225,3138	195,2477	148,5897	155,8684	84,917
20	228,5341	200,4677	154,431	160,5255	88,4069
21	231,6318	205,5552	160,3006	165,1932	91,97
22	234,4886	210,4065	166,1242	169,8403	95,5433
23	236,9576	214,9672	171,8496	174,3832	99,1495
24	240,8872	221,8807	179,791	180,3399	103,818
25	242,9051	225,7637	185,4709	184,807	107,5608

Необходимо оценить все эти фотографии и отсортировать их по категориям: T_1 – *ОЧЕНЬ ТЕМНОЕ*, T_2 – *ТЕМНОЕ*, T_3 – *СРЕДНЕЕ*, T_4 – *СВЕТЛОЕ*, T_5 – *ОЧЕНЬ СВЕТЛОЕ*.

Предварительное оценивание выполняется в 3 этапа.

1-й этап. Просмотр всех фотографий и предварительная оценка общей светлоты и темноты фотографий. При этом, оценивая фотографии, необходимо сравнить не только градации одной фотографии, а все фотографии (125 шт.) – друг с другом. Предварительный просмотр нужен для того, чтобы эксперт мог правильно настроиться на оценку фотографий.

2-й этап. Просмотр по очереди всех фотографий и распределение их по категориям светлоты. На этом этапе можно неоднократно просматривать фотографии и вносить корректировки, если при рассмотрении следующих фотографий эксперт решает, что он не совсем правильно отсортировал предыдущие. Результаты оценивания светлоты изображений по категориям показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Предварительная оценка общей светлоты

№ фото	Термы (категории)				
	Очень темное	Темное	Среднее	Светлое	Очень светлое
1		1 – 3	4 – 9	10 – 13	14 – 25
2	1	2 – 8	9 – 14	15 – 18	19 – 25
3		1 – 7	8 – 14	15 – 22	23 – 25
4	1 – 5	6 – 11	12 – 22	23 – 25	
5	1 – 12	13 – 17	18 – 25		

3-й этап. Исходя из оценок таблицы 2, выделение цветом определенных диапазонов в исходной таблице, чтобы наглядно показать категории светлоты.

При выполнении этого этапа обязательно нужно выполнять следующее правило: «Множество значений переменных соседних термов одной фотографии могут пересекаться друг с другом, но не могут объединяться». Если возникает такая ситуация, значит, эксперт сделал неправильную оценку (рис. 1). Чтобы ее исправить, надо вернуться на этап 2 и скорректировать предварительную оценку (см. табл. 2).

На рисунке синим цветом (темные линии) показаны диапазоны значений терма T_2 = «*ТЕМНОЕ*», оранжевым (светлые линии) – T_3 = «*СРЕДНЕЕ*». Как видно на рисунке, множество значений терма «*СРЕДНЕЕ*» включает в себя все множество значений терма «*ТЕМНОЕ*» для 1-й, 2-й и 3-й фотографий, что недопустимо.

Для проверки выполнения правила оценивания необходимо выполнить сравнения максимальных значений термина «ТЕМНОЕ» всех фотографий со всеми максимальными значениями термина «СРЕДНЕЕ».

После корректировки оценок светлоты были получены уточненные интервалы значений базовой переменной. Они представлены на рисунках 2 – 4.

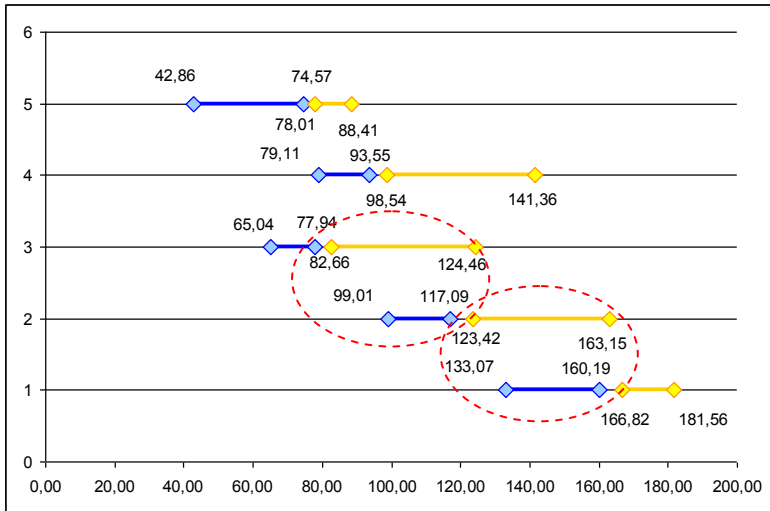


Рисунок 1 - Пример неправильной экспертной оценки

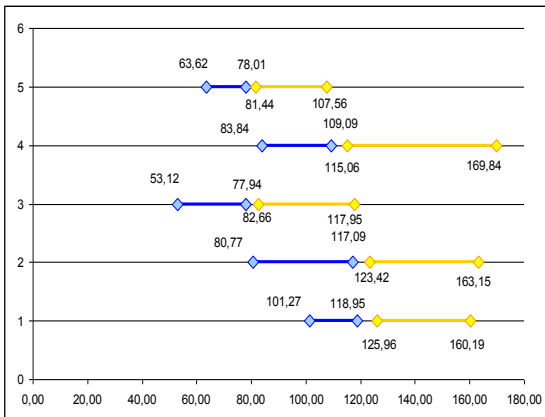


Рисунок 2 – Интервалы, полученные после предварительного оценивания

Диапазон выбран не правильно

Терм «ТЕМНОЕ»		Терм «СРЕДНЕЕ»	
Матем. ожидание (макс.)	№ фото	Матем. ожидание (макс.)	№ фото
118,95	1	160,19	1
117,09	2	163,15	2
77,94	3	117,95	3
109,09	4	169,84	4
78,01	5	107,56	5

Анализ графика (рис. 2) показывает, что правило оценивания нарушается для 3-й фотографии. Ее диапазон значительно сдвинут

относительно остальных изображений. После очередной визуальной оценки этой фотографии внесены небольшие изменения: сдвинуты градации ТЕМНОЕ и СРЕДНЕЕ на одну позицию в сторону увеличения математического ожидания уровней яркости пикселей изображения. Изменения интервалов для 3-й фотографии показаны на рисунке 3.

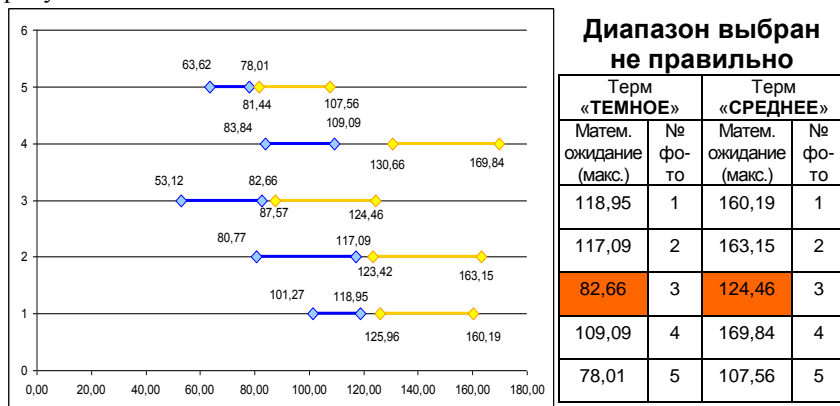


Рисунок 3 – Уточненные интервалы математического ожидания яркости пикселей для фотографии №3

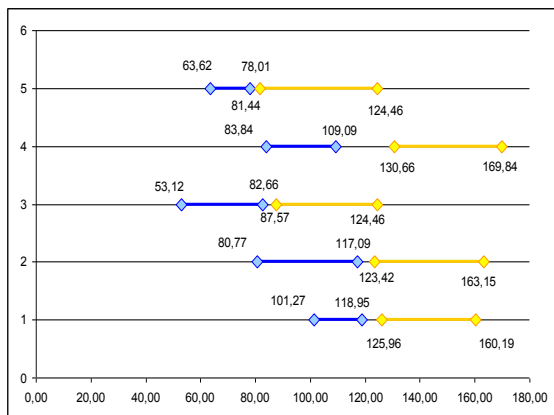
Пятая фотография самая темная из всех представленных образцов. Поэтому максимальное осветление дает значение термина СРЕДНЕЕ, равное 107,56. По графику можно сделать вывод, что при дальнейшем осветлении значение светлоты будет увеличиваться, поэтому можно искусственно задать верхнюю границу такую же, как в 3-м изображении.

Данные действия необходимы для соблюдения правила оценки. Полученные результаты представлены на рисунке 4.

Последняя итерация позволяет получить уточненные интервалы значений базовой переменной.

Закключение

В работе рассмотрен способ формирования терм-множества для лингвистической переменной «Общая светлота изображения». Это терм-множество является первым шагом при построении функций принадлежности, необходимых для оценивания качества изображений. Такой подход позволяет формализовать нечеткую информацию для принятия решений в задаче классификации искажений цифровых оригиналов.



ВЫБОР ПРАВИЛЬНЫЙ

Терм «ТЕМНОЕ»		Терм «СРЕДНЕЕ»	
Матем. ожидание (макс.)	№ фото	Матем. ожидание (макс.)	№ фото
118,95	1	160,19	1
117,09	2	163,15	2
82,66	3	124,46	3
109,09	4	169,84	4
78,01	5	124,46	5

Рисунок 4 – Уточненные интервалы математического ожидания яркости пикселей для фотографии №5

1. Чеботарева И.Б. Автоматизация обработки изображений в открытых полиграфических системах / И.Б. Чеботарева, Н.Е. Кулишова, П.Н. Маслов, В.А.Маслова // Тезисы докладов VI Международной научно-практической конференции «Информационные системы и технологии». – 2014. – С. 230-231.

2. You, J., Reiter, U., Hannuksela, M.M., Gabbouj, M., Perki, A.: Perceptual-based quality assessment for audio-visual services: a survey. Signal Process. Image Commun. 25(7), 482–501 (2010).

3. Wang, Z., Bovik, A.C., Sheikh, H.R., Simoncelli, E.P.: Image quality assessment: from error visibility to structural similarity. IEEE Trans. Image Process. 13(4), 600–612 (2004).

4. H. R. Sheikh, A. C. Bovik. Image Information and Visual Quality. IEEE Trans. Image Process. 15(2), 430–444 (2006).

5. Мониц Ю.И. Оценки качества для анализа цифровых изображений / Ю. И. Мониц, В. В. Старовойтов // Искусственный интеллект. – 2008. – №4. – С. 376-386.

6. Поспелов Д.А. (ред.) Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта. – М.: Наука, Физ. мат. лит., 1986. – 312 с.

7. О выборе методов построения функций принадлежности для формализации задач принятия решений / В.А. Захаров // Записки Смоленского регионального отделения Научного совета Российской академии наук «Методология искусственного интеллекта» – 2006. <http://www.smolensk.ru/user/sgma/MMORPH/N-12-html/cont.htm>.

8. Кулишова Н. Е. Проблемы оценки качества цифровых оригиналов в автоматизированных информационных системах управления

полиграфическим предприятием / Н. Е. Кулишова, И. Б. Чеботарева // Тезисы докладов VI Международной научно-практической конференции «Наука и социальные проблемы общества: информатизация и информационные технологии». – 2011. – С.327-328.

9. Голубков Е.П. Маркетинговые исследования: теория, методология и практика. – М.: Издательство «Финпресс», 1998. – 416 с.

**д.т.н. профессор Четвериков Г.Г.,
к.т.н. Вечирская И.Д.,
аспирант Пузик А.О.**

**Харьковский национальный университет радиоэлектроники
E-mail: chetvergg@gmail.com**

ОНТОЛОГИЯ МОЗГОПОДОБНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ.

Сделана попытка анализа проблемы создания преобразователей информации с функциональными возможностями близкими к процессам функционирования человеческого мозга. Речь идет о мозгоподобных преобразователях информации (мозгоподобных структурах), а не о точном копировании мозга. В статье рассматривается данный поход как информационный аспект эволюции на пути совершенствования средств вычислительной техники

Ключевые слова: логика, алгебраизация логики, отношение, предикат, алгебра конечных предикатов, мозгоподобные преобразователи информации, мозгоподобные структуры, АКП-структы.

Бурное развитие средств вычислительной техники, быстро прогрессирующие информатизация и компьютеризация служат основой и отправной точкой автоматизации умственной деятельности, что как следствие «породило» новое понятие: искусственный интеллект (ИИ), как область науки на пути грандиозной попытки постичь мышление. Однако, успехи в области интеллектуализации средств вычислительной техники, и, в частности, процесса самообразования, незначительные, особенно, если сравнивать достигнутое с ожидаемыми результатами и прогнозами. Девиз великого Пифагора (VI век до Р.Х.) “познай самого себя, и ты познаешь Вселенную, Созидателя (Создателя-Творца-Бога)”... Бог создал человека по своему образу и подобию; мы же играем роль передатчика, преобразователя, но не первоисточника! Создавая по образу и подобию себе подобных разумных “помощников” в виде

робототехнических средств приходим, например, к мозгоподобным преобразователям информации [1 - 7].

Анализ проблемы создания преобразователей информации с функциональными возможностями близкими к процессам функционирования человеческого мозга. Главный интерес для исследователей проблем ИИ представляет именно интеллект, а не его искусственное происхождение. При этом проблемы развития и совершенствования систем ИИ ставят ряд вопросов и задач с ориентацией на достижения высокоуровневой технологии обработки информации (получения нового качества), что проявляется в намерениях реализовать на фон-неймановских компьютерах систем ИИ – «необходимы компромиссные решения, представляющие собой переходные этапы к мозгоподобным преобразователям информации будущего на основе разумного отступления от принципов фон Неймана» [1, 3].

Артефакты. Психометрия является одной из непознанных возможностей человека. Это психическая способность людей предсказывать события, связанные с каким-либо предметом, которые они держат в руках и, таким образом, получают доступ к информационной индивидуальной ячейке семантического информационного пространства.

История древних цивилизаций свидетельствует, что не объем информации, а способности мозга к сверхсознанию, духовная эволюции человека позволяли «людям из Атлантиды» достигать больших успехов в создании более совершенных технических решений, владении тайнами мозга и Вселенной.

Сейчас уже не представляет сомнений, что многие представители ушедших цивилизаций могли пользоваться возможностями единого информационного поля, а их мозг содержал самые различные программы дистанционного взаимодействия с единым информационным полем, семантическим пространством.

Математические структуры – протопит (прообраз) мозгоподобных структур (*АКП-структур*). (*АКП-структуры* – это структуры, которые синтезированы средствами алгебры конечных предикатов (АКП)). Обращаемся к классическому определению этого понятия: «Структура математическая – родовое название, объединяющее понятия, общей чертой которых является то, что они применимы к множествам, природа элементов которых не определена. Чтобы определить структуру, задают отношения, в которых находятся элементы множеств (типовая характеристика структуры), а затем постулируют, что данные отношения удовлетворяют условиям – аксиомам структуры».

Из определения понятия «математическая структура» явствует, что оно зиждется, во-первых, на понятии отношения, которое характеризует внутреннее строение структуры, и, во-вторых, на

понятии системы условий-аксиом, характеризующих свойства структуры (или, иначе говоря, – системы законов внешнего поведения структуры). Условия-аксиомы записываются формулами на известном языке кванторов, применяемых к операциям над переменными предикатами. Конкретные же отношения выражаются в виде множеств наборов предметов, графов или таблиц без использования формул.

Возникает вопрос: а возможно ли вообще отношения выражать формулами? Поразительно, но факт: среди всевозможных способов непосредственного выражения отношений не обнаруживается ни одного формульного. Возникает подозрение, что отношения вообще не поддаются непосредственному описанию формулами.

Реляционная обработка информации в конечных объектах и ее техническая реализация в системах ИИ. В 70-80-х годах прошлого столетия авторы этой статьи в рамках научной школы, руководимой профессором Шабановым-Кушнареном Ю.П., пытались проникнуть в структуру естественного языка человека, который, как известно, является системой отношений.

При этом возникла настоятельная потребность формульного описания отношений. Столкнувшись с невозможностью непосредственного представления отношений формулами, авторы воспользовались наличием взаимно однозначной связи отношений с предикатами. Данные изыскания позволили вплотную подойти и построить так называемую «алгебру предикатов».

На языке этой алгебры можно формулами выразить любые конечные предикаты, соответствующие заданным отношениям, и выполнять их преобразования, получая из уже имеющихся предикатов новые. А при необходимости эти предикаты можно преобразовать обратно в соответствующие им отношения. Любое же отношение, когда это потребуется, можно преобразовать обратно в предикат. Таким образом, была решена задача косвенной формульной записи любых фиксированных отношений и их прямого и обратного преобразования; т.е. появилась возможность получать преобразователи информации прямого и обратного действия.

Как известно, отношения формально выражают мысли людей, а их преобразования соответствуют процессу мышления. Поэтому создание алгебры предикатов открывает возможность формульного описания и автоматизации мыслительной деятельности человека.

В настоящее время разработанная «алгебра предикатов» имеет вид алгебраической системы предикатов, состоящей из трех частей:

- 1) алгебры имен постоянных предикатов;
- 2) алгебры операций над переменными предикатами;
- 3) алгебраической модели, на языке которой записываются уравнения алгебры имен предикатов, выражающие постоянные отношения.

На языке алгебры предикатных операций записываются условия-аксиомы (законы), определяющие наблюдаемое извне поведение

математической структуры. На языке уравнений алгебры имен предикатов записываются конкретные отношения, удовлетворяющие условиям-аксиомам. Эти отношения характеризуют внутреннее строение математической структуры. Уравнения алгебры имен предикатов, связывают предметные переменные – аргументы заданных предикатов. Их можно решать относительно тех или иных наборов предметных переменных. Оказалось, что средств алгебры операций над переменными предикатами достаточно для отыскания всех корней любого уравнения алгебры имен конечных предикатов. Был предложен явный способ задания конечного алфавитного оператора, который лег в основу универсального схемного решения уравнений алгебры имен предикатов [6]. Таким образом был найден метод построения *АКП*-структур: структур прямого и обратного действия, которые реализует этот метод. Постепенно формируется совокупность простейших типовых математических структур в виде соответствующих *АКП*-структур, из которых слагаются более сложные структуры. Так были разработаны *АКП*-структуры первого, второго и третьего рода.

Таким образом, в процессе своей работы предложенные преобразователи информации в виде *АКП*-структур воспроизводят поведение конечной модели любой заранее заданной математической структуры. Реализуя соответствующие *АКП*-структуры, можно получить параллельно действующую модель той или иной математической структуры [7].

Таким образом, естественный язык, являющийся универсальным средством общения людей, можно рассматривать как механизм для выражения отношений, то есть как некую разновидность алгебраической системы предикатов. Обращаясь с предложениями друг к другу, люди обмениваются мыслями в виде формул отношений. Мышление – это процесс преобразования отношений, получения новых отношений из тех, которые уже имеются в наличии.

Информация поступающая к нам из внешнего мира через органы чувств, имеет вид отношений, которые несут в себе структуру окружающих нас предметов и процессов. Действуя на внешние предметы и события, человек может формировать их структуру и их течение в соответствии с заранее построенными в его уме отношениями.

Что же может служить фундаментом при планировании людьми своего дальнейшего развития, когда исчерпается «бионическая» подсказка? Представляется, что такую подсказку ему сможет дать изучение механизма логики. Логика – это, с одной стороны, наука о законах правильного мышления; с другой, – это наука обо всем возможном, что приводит к систематической формализации и каталогизации правильных способов, рассуждений.

При этом в ней в скрытом (потенциальном) виде содержатся любые структуры, которые могут понадобиться человеку при совершенствовании им самого себя. Нужно лишь научиться извлекать из массива всех имеющихся в логике математических структур нужные на каждом этапе саморазвития. Таким образом, освоение логики может стать тем маяком, который будет освещать людям путь в их поступательном движении вперед.

Еще в 19-ом веке все были убеждены в том, что логика, доставшаяся нам в наследство от Аристотеля, представляет собой полностью изученную область. Однако впоследствии это предубеждение было развеяно, и теперь стало очевидным, что человечество находится лишь на начальном этапе освоения математических структур, скрытых в системе логики.

В настоящее время проводятся определенные изыскания в этой области. Они основываются на процессе алгебраизации логики. Одно из направлений заключается в изучении иерархической структуры булевых алгебр. Логическая и числовая математика имеют много общего. Руководствуясь этой аналогией, было обнаружено, что логические пространства строятся по типу арифметических. В них обнаруживаются скаляры и векторы. Благодаря этому каждое логическое пространство разделяется на нижний скалярный слой и верхний векторный.

При этом обнаруживаются три взаимосвязанные друг с другом булевы алгебры: нижняя скалярная, верхняя векторная и боковая скалярно-векторная. Векторы верхней алгебры можно рассматривать как скаляры булевой алгебры следующей ступени. Таким образом появляется бесконечная цепочка уходящих вверх булевых алгебр. Эта область называется теорией логических пространств. В булевых пространствах можно образовывать булевы уравнения разной ступени. Был найден универсальный метод решения таких уравнений. Обнаружилось, что этот метод может быть использован для построения саморазвивающихся реляционных сетей и мозгоподобных структур (*АКП-структур*).

Перспективы исследований. Технотронная цивилизация, компьютеры, сети, информационные интеллектуальные артефакты и, наконец, не просто конгломерат, а симбиоз, гибрид биологического интеллекта с искусственным и логикой человека – это и есть путь самопознания и саморазвития в поступательном движении вперед (в процессе самоконструирования своей эволюции).

1. Бондаренко М.Ф., Коноплянко З.Д., Четвериков Г.Г. Основы теорії багатозначних структур і кодування в системах штучного інтелекту.– Харків: Фактор-друк, 2003.– 336 с.

2. Бондаренко М.Ф., Коноплянко З.Д., Четвериков Г.Г. Основы теорії синтезу надшвидкодійючих структур мовних систем штучного інтелекту.– К.: ІЗМН, 1997.– 264 с.

3. Глушков В.М. Информация – феномен природы: роль информации в естественной и искусственной природе: избр. труды. – Т. 1. – К.: Наукова думка, 1990. – 262 с.

4. Каляев В.А. .Однородные коммутационные регистровые структуры / В.А. Каляев – М.: Сов. радио, 1978. – 336с.

5. Х. Дельгадо. Мозг и Сознание. – М.: «Мир», 1971. – 251 с.

**д.т.н. профессор Четвериков Г.Г.,
асп. Соклакова Т.И.**

**Харьковский национальный университет радиоэлектроники
E-mail: Tetiana_Soklakova@yahoo.com**

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ПРОЦЕССУ ФОРМАЛИЗАЦИИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА

В статье рассматривается один из возможных походов формализации процесса эволюции на пути совершенствования средств вычислительной техники: эволюция как информационный процесс; естественный язык как объект математического описания и его роль в эволюции.

Ключевые слова: логика, отношение, предикат, алгебра конечных предикатов, математические структуры, многозначные структуры, АКП - структуры, естественный язык.

Основные публикации последних лет в области ИИ четко и ясно определили главную проблему и кратчайший путь к созданию систем искусственного интеллекта – моделирование морально-этических норм и законов. Очевидно, что единственным известным нам объективным носителем морали и интеллекта является человек, а выразителем, средством к внешнему общению и носителем интеллекта является человеческая речь.

Логическая интерпретация процесса моделирования естественного языка. Исследованию проблемы моделирования механизмов естественного языка (ЕЯ), а также развитию и совершенствованию средств вычислительной техники для ее реализации с элементами k -значного кодирования и параллелизма уделяется большое внимание в научном мире [1-4].

В работе используем математический аппарат, который дает возможность описывать ЕЯ с помощью аппарата логических уравнений – это алгебра конечных предикатов, которая открывает широкие возможности перехода от алгоритмического описания информационных процессов к их описанию в виде уравнений, которые и задают отношения между переменными (характеристиками)

исследуемого объекта (языка). АКП – это единственный удобный язык для формульного задания отношения символической информации [2]. Цель данного изыскания – развитие и обобщение результатов [1-3] в плане дальнейшего исследования интуитивно-конструктивистской теории построения многозначных структур пространственного типа языковых систем.

Познание-язык-мышление. Естественный язык как всеобщий язык науки. Первый шаг на пути к созданию языка заключался в выражении впечатлений от событий с помощью символов, звуков или каких-нибудь иных способов. Весьма вероятно, что столь примитивного уровня общения достигли, по крайней мере в известной степени, все животные, живущие сообществами. Более высокая ступень в общении достигается, когда вводят новые символы, уславливаются о том, что означают эти символы, и выражают отношение к событиям, обозначаемым ими. На этом этапе уже можно сообщать о более сложных последовательностях событий. Так рождается язык. Если язык должен служить всеобщему взаимопониманию, то те, кто им пользуется, должны придерживаться единых правил для символов, с одной стороны, и событий и связей между событиями, – с другой. Проблема овладения этими правилами решается теми, кто говорит на одном языке, в основном чисто интуитивно в детстве. Когда же эти правила осмысливаются, возникает то, что называют грамматикой. На ранней стадии каждое отдельное слово языка может соответствовать впечатлениям. На более поздних стадиях такая прямая связь утрачивается, поскольку по крайней мере некоторые слова выражают впечатления только в комбинации с другими словами (например, слова “быть” или “вещь”). Теперь уже не отдельные слова ставятся в соответствие впечатлениям, а комбинации слов отвечают группам впечатлений. При этом язык становится отчасти независимым от первоначальных впечатлений и достигается его большая внутренняя связность и самостоятельность. Только на этом более высоком этапе развития, когда появляется достаточно много абстрактных понятий, язык становится инструментом мышления в подлинном смысле этого слова.

Естественный язык как объект математического описания. Сейчас в информатике распространяется и утверждается в правах тот взгляд, что естественный язык с математической точки зрения представляет собой какую-то алгебру. Эта алгебра называется лингвистической. Она пока в значительной мере гипотетична. Как Буратино, который уже существовал в полене, до того, как его выстругал папа Карло. Изучение лингвистической алгебры показывает, что она относится к классу логических алгебр, а именно: в ней можно обнаружить и алгебру предикатов и алгебру предикатных операций. Мысли – это предикаты, предложения – это формулы алгебры предикатов, выражающие эти предикаты. Грамматическая структура предложений выражается на языке алгебры предикатных операций.

Когда мы обмениваемся предложениями, то, по сути дела, обмениваемся предикатами, отношениями. Когда изучается семантика предложения (то есть его смысловая сторона), то предложение предстает перед исследователем как формула алгебры предикатов. Если же изучается строение предложения, тогда на него смотрим как на формулу алгебры предикатных операций. Естественный язык человека представляет собой какой-то алгебраический аппарат в действии, по-видимому, одну из разновидностей алгебры предикатных операций, точнее – физическую реализацию этого алгебраического аппарата. Алгебра предикатов тоже в естественном языке присутствует, но она вложена, как маленькая матрешка в большую, в алгебру предикатных операций. Нужно узнать, какой именно вариант алгебры предикатных операций реализован в естественном языке. И нет ли в естественном языке еще каких-нибудь алгебраических структур сверх этого. Если это удастся сделать, то далее надо научиться переводить фразы естественного языка на язык логической математики, то есть осуществить, математическое описание смысловой структуры текстов, их грамматической структуры. Грамматика так легко охватывает всю семантику текста потому, что грамматическая алгебра охватывает семантическую алгебру. Имеется важная проблема – перевод текста с одного языка на другой. Это – не только практическая, но и теоретическая проблема. Два различных варианта естественного языка (например, русский и английский) – это разные лингвистические алгебры, заданные на одном и том же носителе – множестве мыслей. Синтаксически же алгебры у разных естественных языков могут существенно отличаться, но все равно они будут алгебрами предикатных операций. В лингвистической алгебре имеются два яруса – семантический и синтаксический. Ставится задача как можно конкретнее и детальнее описать механизм лингвистической алгебры. Каждое предложение и образуемый из предложений текст выражают некоторую мысль, которую следует рассматривать как какой-то элемент носителя лингвистической алгебры, а соответствующее ей предложение (текст) – как описывающую его формулу. Оказывается, что предложение и тексты строятся тем же способом, который используется при образовании формул. Предложения, выражающие одну и ту же мысль, можно рассматривать как тождественные формулы лингвистической алгебры. Мысли интернациональны, каждую из них можно выразить на любом естественном языке. Разные языки (например, русский и английский) можно рассматривать как различные лингвистические алгебры, заданные над одним и тем же носителем – множеством всевозможных мыслей, которыми способны оперировать люди. Предложения разных языков, выражающие одну и ту же мысль, – это тождественные формулы. Перевод текстов с одного языка на другой следует считать переходом от формул одной лингвистической алгебры к

тождественным им формулам другой алгебры, заданной над тем же носителем. В роли носителя любой лингвистической алгебры выступает множество всех доступных человеку мыслей. Смысл текста можно представить в виде формулы алгебры предикатов, а его синтаксическую структуру – в виде формулы алгебры предикатных операций. Механизм естественного языка можно формально описать только средствами логической математики. Какой-то (по-видимому – не самый лучший) алгебро-логический язык в логической математике мы уже имеем. Мы знаем, что он универсален. С его помощью можно вскрыть и формально описать алгебро-логическую структуру естественного языка. Главная задача логической математики в языкознании – узнать, какой именно вариант алгебры предикатных операций реализован в естественном языке, убедительно показать алгебраическую природу языка и мышления (или развить какую-либо еще более удачную альтернативную теорию, если алгебро-логический подход окажется недостаточным). Если это удастся сделать, то далее надо будет научиться переводить фразы естественного языка на язык логической математики. Формальное описание всех механизмов естественного языка в полном объеме – это пока неподъемная задача для логической математики и теории интеллекта. Чтобы стать способной решить эту задачу, логическая математика должна многократно усилить свой алгебраический инструментарий, развивать язык формального описания. И она его уже интенсивно развивает.

Особенности и теоретико-практическая значимость математического описания естественного языка на пути совершенствования информатизации. Новые информационные технологии. Имея формальное описание естественного языка, можно будет реализовать его на ЭВМ и тем самым привить машине способность владеть естественным языком. Нужно, чтобы машина приспособлялась к человеку и говорила на его языке, а не наоборот, человек приспособлялся к машине. Пока же все наоборот. Если удастся извлечь из анализа естественного языка более совершенный алгебро-логический язык, то это сильно увеличит возможности разработчиков информационных систем, новых информационных технологий. Естественный язык для человека – наиболее удобен. Человек не променяет его ни на язык математики, ни на язык программирования. Представляется, что нет другой такой области знания, которая в большей степени, чем эта, могла бы способствовать уяснению глубинной природы человека и повышению темпов компьютеризации и информатизации общества. Тогда можно будет привить машине способность к естественному языку. Это резко повысит уровень машинного интеллекта, облегчит общение человека с машиной. Алгебро-логический аппарат, извлеченный из естественного языка, может существенно расширить возможности разработчика, создающего новые информационные технологии.

В результате предложенных методов и подходов формализации естественно-языковых конструкций получаем средство формульной записи произвольных отношений. Решая полученные уравнения, можно воспроизводить на модели любые процессы, как физические, так и информационные. Отношениями можно выразить строение любых предметов, их поведение, свойства и связи между ними. Естественный язык, являющийся универсальным средством общения людей, можно рассматривать как механизм для выражения отношений, то есть как некую разновидность алгебраической системы предикатов. Обращаясь с предложениями друг к другу, люди обмениваются мыслями в виде формул отношений. Мышление – это процесс преобразования отношений, получения новых отношений из тех, которые уже имеются в наличии. Информация поступающая к нам из внешнего мира через органы чувств, имеет вид отношений, которые несут в себе структуру окружающих нас предметов и процессов. Действуя на внешние предметы и события, человек может формировать их структуру и их течение в соответствии с заранее построенными в его уме отношениями.

1. Широков В.А. Феноменологія лексикографічних систем. – К.: Наукова думка, 2004. – 328 с.

2. Бондаренко М.Ф., Коноплянко З.Д., Четвериков Г.Г. Основы теории синтеза надшвидкодіючих структур мовних систем штучного інтелекту.– К.: ІЗМН, 1997.– 264 с.

3. Четвериков Г.Г. Формалізація принципів побудови універсальних к-значних структур мовних систем штучного інтелекту // Доповіді НАН України. – 2001.– №1 (41). – С. 76 –79.

4. Пат. 2147789 РФ, МКВ Н 03 К 19/02, Н 03 М 1/00. Функциональный преобразователь с многозначным кодированием / М.Ф.Бондаренко, З.Д. Коноплянко, Г.Г.Четвериков (Україна). – №97101717/09; Заявл. 04.02.97; Опубл. 24.04.2000, Бюл.№11. – 6 с.

**к.т.н. доцент Шамраев А.А.,
к.т.н. доцент Шамраева Е.О.**
**Белгородский государственный национальный
исследовательский университет (НИУ БелГУ)**
E-mail: Shamraev@bsu.edu.ru , Shamraeva@bsu.edu.ru

ПОВЫШЕНИЕ СТЕПЕНИ СЖАТИЯ ТОМОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ БЕЗ ПОТЕРЬ

В работе рассмотрен модифицированный комплексный метод сжатия томографических данных без потерь. Использование зигзагообразного сканирования с переменным направлением позволяет более эффективно использовать специфические особенности томографических снимков.

Ключевые слова: томографические данные, сжатие без потерь, модифицированный алгоритм RLE, зигзагообразное сканирование, дельта-кодирование, метод Хаффмана.

Современные методы сжатия мультимедийной информации для уменьшения занимаемого ею объема памяти подразумевают, в большинстве случаев, потерю информации. Это обусловлено, в первую очередь, тем, что сохраняемые нами данные – фотографии, фильмы, музыка – не чувствительны к потере даже 75% информации: не теряется ее смысл (эта потеря незаметна на глаз и слух человека, хотя отлично выявляется с помощью компьютерных методов обработки мультимедийной информации), а количество занимаемой памяти варьируется в десятки раз (например, фактор сжатия фотографии методом JPEG может достигать значения 100) [1].

Совершенно другая ситуация возникает при сжатии медицинских данных – любое удаление, усреднение и т.д. информации (потеря даже 1-2%) может привести к постановке ложного диагноза, например, на флюорограмме может быть удалена информация, по которой врач мог бы выявить туберкулез на ранней стадии и назначить эффективное лечение пациенту. Поэтому сжатие медицинских данных производится только без потери информации, что является не очень эффективным (фактор сжатия обычно не превышает 4). Значительная проблема возникает при долгосрочном хранении больших объемов данных обследования пациентов, таких как, например, томографические данные: полный набор томограмм одного исследования может занимать порядка 100 МБ памяти.

Авторами был предложен комплексный метод компрессии томограмм [2, 3], учитывающий их специфические особенности.

К таким особенностям можно отнести размеры снимков, их позиционирование и распределение яркостей пикселей. Далее рассмотрены эти особенности с учетом методов сжатия данных без

потерь.

Как отмечалось в [2, 3], часть томографического снимка состоит из длинных серий одинаковых (черных, нулевых) пикселей (рис.1,а) – т.н. межэлементная избыточность, которая может быть устранена с помощью алгоритма кодирования длин серий (RLE):

$$rle = (g_1, w_1), (g_2, w_2), \dots, (g_i, w_i), \dots, \quad (1)$$

где g_i – значение яркости на отрезке (серии) i , w_i – длина серии.

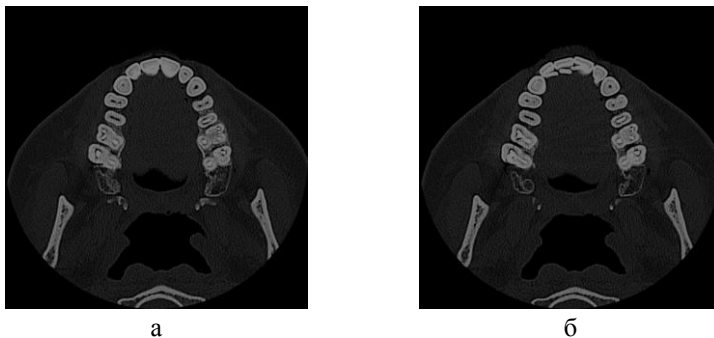


Рисунок 1 – Томограммы: а) первый снимок; б) второй снимок

Однако остальная часть снимка состоит из одиночных или очень коротких серий ненулевых пикселей, и применение алгоритма RLE (1) может не сократить, а увеличить объем памяти, занимаемый снимком. Поэтому в [2, 3] была предложена модификация алгоритма RLE применительно к томографическим снимкам, где в серии объединяются только пиксели, значение яркости которых равняется нулю (рис.2). Меткой начала серии пикселей с нулевой яркостью является нулевое значение элемента ряда, за которым следует значение длины серии $(0, w_i)$. Если за значением длины серии следует ненулевое значение, то оно обозначает значение яркости единичного пикселя (g_i) , за которым следует как пара значений $(0, w_j)$, так и (g_j) :

$$rle_m = \begin{cases} (0, w_1), (0, w_2), \dots, (0, w_i), \dots & \text{если } c_{g_i} = 0; \\ g_1, g_2, \dots, g_i, \dots & \text{в остальных случаях.} \end{cases} \quad (2)$$

Значение яркости пикселей на томограммах не превышает 255, а длина серии, превышающая данное значение, возможна только при нулевой яркости пикселей.

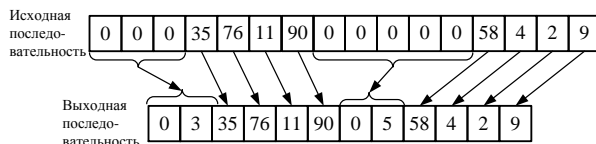


Рисунок 2 – Пример работы алгоритм RLE, модифицированного под томографические данные

Поэтому было решено использовать однобайтовое представление данных во всех случаях, кроме описания черных пикселей. В последнем случае используется двухбайтовое представление. Маркером, предшествующим двухбайтовому представлению, служит также как и в выражении (2) значение «0».

Для более эффективного использования модифицированного метода RLE (2) применяется зигзагообразное сканирование снимка с изменением направления сканирования в зависимости от квадранта (рис.3).

С помощью модифицированного RLE-алгоритма (2) устраняется межэлементная избыточность на снимке, однако не устраняется т.н. межкадровая избыточность, присутствующая в наборе томографических снимков одного исследования из-за значительной корреляции (95-99%) двух соседних томограмм. Эта корреляция обусловлена тем, что различия между двумя соседними томограммами незначительны (рис.1); размер всех томографических снимков постоянный и составляет 512×512 пикселей; во всех файлах снимки одинаково позиционированы. Учесть и устранить межкадровую избыточность на томографических снимках можно с помощью алгоритмов, применимых для сжатия видеoinформации [1], и тем самым значительно уменьшить объем данных, причем без потерь.

Авторами предложен комплексный метод сжатия томографических данных без потерь, состоящий из следующих этапов:

1) базовый (первый) снимок сканируется по «зигзагу» и преобразуется с помощью модифицированного RLE-алгоритма (2);

2) каждый последующий снимок кодируется по принципу видеоданных: находится расхождение или разность между текущим и базовым снимками и кодируется только эта разность (рис.4).

Если новый снимок отличается от базового на более чем 10% (определено опытным путем), то его необходимо кодировать независимым образом с помощью алгоритма (2). И уже этот новый снимок принимается как базовый.

Второй этап повторяется до тех пор, пока есть необработанные томографические снимки;

3) после обработки всех томографических данных, полученный ряд чисел кодируется с помощью алгоритма Хаффмана.

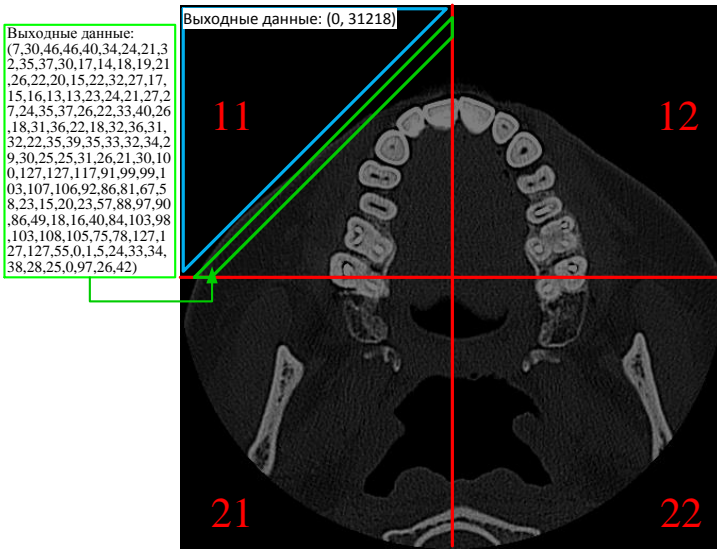


Рисунок 3 а – Зигзагообразное сканирование снимка: а) разбиение снимка на квадранты;

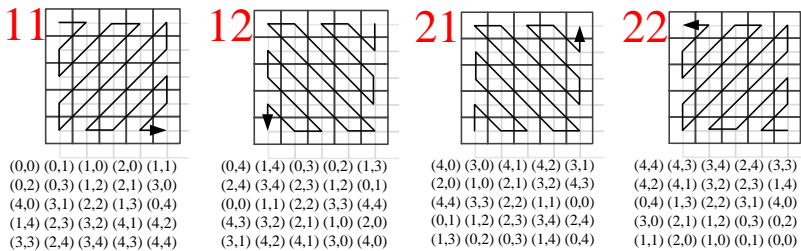


Рисунок 3 б – Зигзагообразное сканирование снимка: а) разбиение снимка на квадранты; б) направление сканирования по квадрантам с примером координат пикселей

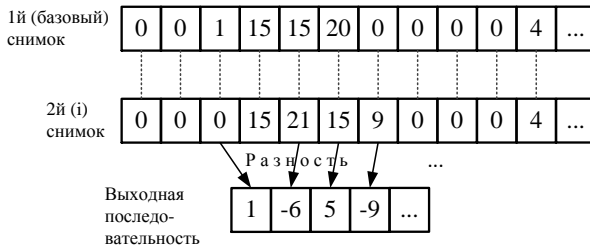


Рисунок 4 – Пример работы алгоритм дельта-кодирования, модифицированного под томографические данные

Применение разработанного комплексного метода для сжатия томографических данных позволило сократить объем данных более чем в 6 раз, что для методов сжатия без потерь является высоким показателем.

1. Сэлмон Д. Сжатие данных, изображений и звука. – М: Техносфера, 2004. – 368с.

2. Удовенко С.Г., Шамраев А.А., Шамраева Е.О. Lossless-метод сжатия томографических данных // Information Technologies & Knowledge. – 2014. – Т.8, №1. – С.29-32

3. Шамраева Е.О. Комплексный метод компрессии томограмм // Сборник научных трудов Харьковского университета воздушных сил. – 2014. – Вып. 2(39). – С. 160-162

**д.ф.-м.н., профессор Юденков А.В.
ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА»
E-mail: aleks-ydenkov@mail.ru**

О ВРЕДЕ КООРДИНАТ

Рассматриваются перспективы создания теории пластичности и упругости однородных тел на многообразиях.

Ключевые слова: аналитическое многообразие, теория упругости, теория пластичности.

Статья не совсем для меня обычная. В первый раз я не пытаюсь решить научную проблему, а пытаюсь ее сформулировать. Для этого эксперимента я не случайно выбрал данную конференцию, поскольку один из ее организаторов - Андрей Александрович Усков - не только замечательный ученый, но и мой хороший товарищ. Надеюсь, что под его присмотром моя попытка не останется незамеченной.

Речь будет идти о задачах теории упругости, но я хочу начать с одного истории одного результата, относящегося к релятивистской механики. В середине 60-х годов одной из самых горячих тем физики была теория черных дыр. К этому времени большинство ученых склонялось к мысли, что сингулярность в пространстве – вещь реальная. В этот момент выходит очередное издание знаменитого учебника Ландау и Лифшица «Теория поля». В нем Евгений Михайлович Лифшиц доказывал, анализируя уравнения гравитационного поля, что точки сингулярности не существует из-за ее крайней неустойчивости. Кип Торн вспоминал, что после этого сообщения у него, убежденного «чернодыриста», земля начала уходить из-под ног. Первым делом он достал «Теорию поля» и попытался разобраться, но из-за **громоздкости преобразований не смог**. В это же

время появилась работа Р. Пенроуза, в которой автор довольно изящно (все доказательство составило страниц пять) доказывал, что сингулярность существует при самых общих и вполне естественных ограничениях, налагаемых на пространство-время. Эти два противоречащих друг другу результата вызвали значительный интерес. Оба автора неоднократно выступали с докладами, где подробно излагали свои теории. По словам того же Кипа Торна, с одной стороны был удручающий результат, полученный из знакомых систем нелинейных дифференциальных уравнений (причем результат был получен настоящим и заслуженным мастером своего дела), с другой стороны Пенроуз доказывал то, во что хотелось верить, но пользовался при этом практически неизвестным в то время физикам разделом математики – топологией. Итак, Лифшиц и его знакомые, но практически не проверяемые уравнения или Пенроуз и его непонятная теория? По инерции поверили Лифшицу. А прав был Пенроуз. Это первым признал Лифшиц, перепроверив свои результаты. Он ошибся, потому что нельзя не ошибиться, ворочая такой громадой символов, формул, преобразований, не видя конечной цели. Когда топология определила цель, численные методы дали результат. Теория, подтвержденная двумя независимыми способами ценна в двойне.

К чему это вступление? Дело в том, что в механике деформируемых тел, на мой взгляд, сложилась ситуация, аналогичная той, что была в теории тяготения. Причины те же. И там и там надо работать с тензорами. И там и там нелинейность. В релятивистской механике гравитация гнет пространство. В теории упругости тело деформируют нагрузки. К тому же, в отличие от пространства и времени, большинство тел обладают анизотропными свойствами. Результат: даже специалисты перестают понимать друг друга. Помню, Л. А. Максимова - замечательный специалист по теории пластичности, читая мою работу по обратным задачам в теории упругости, сказала: «Ты этими преобразованиями надо мной издеваешься!» А я не издевался. Там действительно **координаты** так преобразуются. Короче нельзя. Но и я в ее пространственных задачах предельной пластичности путаюсь. Основы понятны, они на печени записаны. Но отдельные преобразования! Координаты душат! Что же говорить о тех, кто только заинтересовался теорией деформаций? Боюсь, что большинство современных работ ничего кроме непонимания и раздражения у них не вызовут. И не потому, что работы слишком заумные. Они слишком громоздки. Мне кажется, пора прибегнуть к лекарству, придуманному Р. Пенроузом.

Он использовал понятие многообразия, которое на сегодняшний день стало для математиков и механиков достаточно привычным понятием. Нельзя не упомянуть работы В. И. Арнольда, посвященные проблеме переноса основных законов механики на многообразия.

Напомню, что многообразием называется множество M вместе со

структурой, представляющей собой атлас согласованных карт.

Картой назовем область $U \subset \mathfrak{R}^n$ вместе с взаимно однозначным отображением $\varphi: W \rightarrow U$ подмножества W множества M на U . $\varphi(x)$ назовем изображением точки $x \in W$ на карте U .

Если два множества W_i и W_j пересекаются, то их пересечения присутствует на соответствующих им картах U_i и U_j . Обозначим эти пересечения $U_{ij} = \varphi_i(W_i \cap W_j)$, $U_{ji} = \varphi_j(W_j \cap W_i)$.

Переход с одной карты на другую задается отображением подмножеств линейных пространств

$$\varphi_{ij}: U_{ij} \rightarrow U_{ji}, \varphi_{ij} = \varphi_j(\varphi_i^{-1}(x)).$$

Две карты $\varphi_i: W_i \rightarrow U_i$ и $\varphi_j: W_j \rightarrow U_j$ называются согласованными, если выполняются два условия.

1. Множества U_{ij}, U_{ji} открыты (быть может, пусты).
2. Отображения $\varphi_{ij}, \varphi_{ji}$, являются диффеоморфизмами

областей \mathfrak{R}^n .

Диффеоморфизм - это обобщение понятия замены переменной.

В зависимости от свойств отображения φ_{ij} получаются различные многообразия. Если отображение дифференцируемое до порядка n , то многообразие так же дифференцируемое до того же порядка. Если отображение является гомеоморфизмом, то многообразие топологическое. Если отображение аналитическое, то многообразие аналитическое и т.д.

Для многообразия можно ввести понятие эквивалентности, связности, компактности, размерности, т.е. сделать многообразие полноценной удобной для работы моделью координатных математических объектов. В силу построения законы, справедливые на многообразии будут справедливы и для изучаемых объектов (рисунок 1).

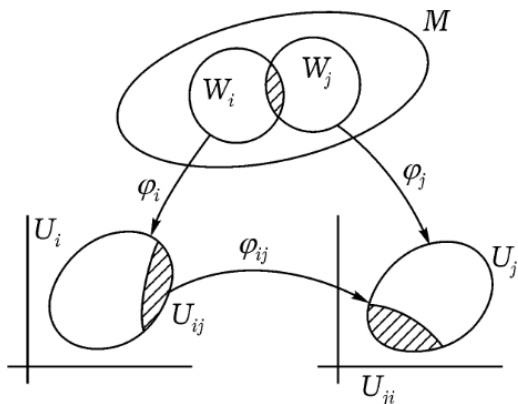


Рисунок 1 - Самосогласованные карты

Что может дать применение многообразия в механике деформируемых тел? Для этого посмотрим, что принесла эта же теория в соседний раздел физики – теоретическую механику (я объединяю теоретическую механику и релятивистскую, поскольку это действительно одна теория, основанная на принципе наименьшего действия). Многообразия, благодаря своей простоте, позволяют эффективно решать задачи существования и единственности, определять положения равновесия и их вид, находить сингулярности, описывать качественно поведение искомых функций. Многообразия не могут давать численные ответы, поскольку в их структуре отсутствует само понятие координат. Но мы к этому и стремились. В.И. Арнольд писал, что можно всю теорию дифференциальных уравнений изложить на многообразиях. При этом такая работа имела бы два недостатка: она была бы слишком короткой и не совпадала бы с требованиями министерства образования. От себя добавим, что такая работа требует от читателей хорошей алгебраической подготовки. И не может быть рекомендована для первого знакомства с механикой или дифференциальными уравнениями.

Что сделано на сегодняшний день по применению топологии в механике деформируемых тел. Здесь выделяется серьезная работа Ю.Н. Радаева ([5] часть 5). В ней, как пишет сам автор, делается попытка (весьма успешная) описать некоторые стационарные уравнения идеальной пластичности с помощью групп Ли. Были исследованы групповые свойства уравнений идеальной пластичности типа Хилла, Прагера, плоская задача. Перечисленные задачи достаточно полно исследованы. Их подробное описание дано в работах Д.Д. Ивлева и А.Ю. Ишлинского. Но в данном случае процесс важнее результата. Топологи можно применять к задачам пластичности.

Что касается задач теории упругости. Насколько известно автору, работ связывающих основные уравнения упругого состояния однородного тела и соответствующие многообразия нет. Возможно, это связано с тем, что потенциал поля напряжений в упругом случае сложнее, чем известные потенциалы электромагнитных полей. Он не может быть однозначно представлен на карте, соответствующей области \mathbb{R}^2 . Ну, \mathbb{R}^2 не может, а на \mathbb{R}^4 или на \mathbb{R}^6 он определяется однозначно. Не надо жалеть измерений.

Надо добавить, что используя многообразия можно по одному решению конструировать другие. В теории упругости полностью исследован один случай, когда плоское тело является внешней частью эллипса. Может быть, этого хватит?

Таким образом, выражаясь языком авторефератов, построение теории деформируемых тел на многообразиях является актуальной научной проблемой.

1. Пенроуз Р. Гравитационный коллапс и пространственно – временные сингулярности// Альберт Эйнштейн и теория гравитации. М.: Мир, 1979.С.390-395.

2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е. М. Теория поля.- М.: Наука, 1988. 512с.

3. Торн К. Черные дыры и складки времени. Дерзкое наследие Эйнштейна. М.: Физматлит, 2008.- 617с.

4. Савин Г.Н. Распределение напряжений около отверстий. «Наукова думка». Киев, 1975. – 887 с.

5. Предельное состояние деформируемых тел и горных пород. – М. Физматлит, 2008.- 832с.

6. Арнольд В. И. Математические методы классической механики. - М.: Наука, 1989. – 472с.

**д. ф.-м.н. профессор Юденков А.В.
ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА»
E-mail: aleks-ydenkov@mail.ru**

ПРИБЛИЖЕННОЕ РЕШЕНИЕ ПЕРВОЙ ОСНОВНОЙ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ ДЛЯ ИЗОТРОПНОГО ТЕЛА В СЛУЧАЕ ДВУХСВЯЗНЫХ ОБЛАСТЕЙ

В работе для решения основной задачи теории упругости для двухсвязных областей применяется задача Гильберта, что позволяет избежать исследования достаточно сложных сингулярных уравнений.

Ключевые слова: теория упругости, задача Гильберта, конформное отображение.

Пусть область, занятая упругой средой, представляет собой конечную двухсвязную область D плоскости $z = x + iy$, ограниченную внутри кривой L_1 , а снаружи кривой L_2 . Пусть удалось построить функцию

$$z = \omega(\xi) = \sum_{k_1=-m}^m C_{k_1} \xi^{k_1}, \quad (1)$$

отображающую конформно круговое кольцо $\rho_1 \leq |\xi| \leq 1$ с внешней границей γ_2 , внутренней – γ_1 на заданную область D (или на область D' , близкую к заданной).

Аналитические компоненты искомой бигармонической функции будем искать из краевых условий:

$$\begin{aligned} \psi(\sigma_1) + \frac{\overline{\omega(\sigma_1)}}{\omega'(\sigma_1)} \varphi'(\sigma_1) + \varphi(\sigma_1) &= - \left[\overline{\psi(\sigma_1)} + \frac{\omega(\sigma_1)}{\omega'(\sigma_1)} \overline{\varphi'(\sigma_1)} + \overline{\varphi(\sigma_1)} \right] + g_1^{(1)}(\sigma_1) + d_1^{(1)}, \\ \psi(\sigma_1) + \frac{\overline{\omega(\sigma_1)}}{\omega'(\sigma_1)} \varphi'(\sigma_1) - \varphi(\sigma_1) &= \overline{\psi(\sigma_1)} + \frac{\omega(\sigma_1)}{\omega'(\sigma_1)} \overline{\varphi'(\sigma_1)} - \overline{\varphi(\sigma_1)} + g_2^{(1)}(\sigma_1) + id_2^{(1)}; \\ \sigma_1 \in \gamma_1 \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \psi(\sigma_2) + \frac{\overline{\omega(\sigma_2)}}{\omega'(\sigma_2)} \varphi'(\sigma_2) + \varphi(\sigma_2) &= - \left[\overline{\psi(\sigma_2)} + \frac{\omega(\sigma_2)}{\omega'(\sigma_2)} \overline{\varphi'(\sigma_2)} + \overline{\varphi(\sigma_2)} \right] + g_1^{(2)}(\sigma_2) + d_1^{(2)}, \\ \psi(\sigma_2) + \frac{\overline{\omega(\sigma_2)}}{\omega'(\sigma_2)} \varphi'(\sigma_2) - \varphi(\sigma_2) &= \overline{\psi(\sigma_2)} + \frac{\omega(\sigma_2)}{\omega'(\sigma_2)} \overline{\varphi'(\sigma_2)} - \overline{\varphi(\sigma_2)} + g_2^{(2)}(\sigma_2) + id_2^{(2)}; \\ \sigma_2 \in \gamma_2, \end{aligned} \quad (3)$$

где $g_1^{(k)}(\sigma_k)$, $g_2^{(k)}(\sigma_k)$ ($k = 1, 2$) заданные функции, $d_1^{(k)}$, $d_2^{(k)}$ – произвольные действительные постоянные.

Обозначим через $\varphi_1(\xi)$ и $\psi_1(\xi)$ функции аналитические при $|\xi| \leq 1$, а через $\varphi_2(\xi)$ и $\psi_2(\xi)$ – функции аналитические при $|\xi| \geq \rho_1$ и исчезающие на бесконечности. Эти функции будут иметь вид

$$\begin{aligned} \varphi_1(\xi) &= \sum_{k=0}^{\infty} a_k \xi^k; & \varphi_2(\xi) &= \sum_{k=1}^{\infty} a_{-k} \xi^{-k}; \\ \psi_1(\xi) &= \sum_{k=0}^{\infty} b_k \xi^k; & \psi_2(\xi) &= \sum_{k=1}^{\infty} b_{-k} \xi^{-k}. \end{aligned} \quad (4)$$

Запишем функции $\varphi(\xi)$ и $\psi(\xi)$ в виде

$$\begin{aligned} \varphi(\xi) &= \varphi_1(\xi) + \varphi_2(\xi), \\ \psi(\xi) &= \psi_1(\xi) + \psi_2(\xi). \end{aligned}$$

Рассмотрим выражение $\frac{\overline{\omega(\sigma_2)}}{\omega'(\sigma_2)}$, входящее в краевые условия (3).

Оно представляет собой граничное значение рациональной функции

$$\frac{\overline{\omega\left(\frac{1}{\xi}\right)}}{\omega'(\xi)} = \frac{\sum_{k_1=-m}^{m_1} \bar{c}_{k_1} \xi^{-k_1}}{\sum_{k_1=-m}^{m_1} k_1 c_{k_1} \xi^{k_1-1}}. \quad (5)$$

Следовательно, выражение $\frac{\overline{\omega(\sigma_2)}}{\omega'(\sigma_2)}$ $\varphi_1'(\sigma_2)$ внутри γ_2 можно

представить следующим образом

$$\frac{\overline{\omega\left(\frac{1}{\xi}\right)}}{\omega'(\xi)} \varphi_1'(\xi) = \sum_{s=1}^{m_1-m-1} E_s \xi^{-s} + \sum_{k=1}^p \sum_{s=1}^{m_k} E_{ks} (\xi - \xi_k)^{-s} + F_1(\xi), \quad (6)$$

где $F_1(\xi)$ – функция, аналитическая внутри γ_2 ; E_s и E_{ks} – постоянные.

Выражение (4.1.6) вне γ_2 может быть представлено в виде

$$\frac{\overline{\omega\left(\frac{1}{\xi}\right)}}{\omega'(\xi)} \varphi_2'(\xi) = \sum_{s=0}^{m-m_1+1} E_s' \xi^s + \sum_{k=1}^q \sum_{s=1}^{m_k} E'_{ks} (\xi - \xi_k')^{-s} + F_2\left(\frac{1}{\xi}\right), \quad (7)$$

где $F_2\left(\frac{1}{\xi}\right)$ – аналитическая функция вне γ_2 и обращающаяся в нуль на

бесконечности.

Решая уравнения (2), (3) как внутренние задачи Гильберта относительно аналитической функции $\psi_1(\xi)$, определим выражения

$\psi_1(\xi) + \overline{\psi_2(\xi)}$ и $\psi_1(\xi) - \overline{\psi_2(\xi)}$ через функции $\varphi_k(\xi)$, $\varphi_k'(\xi)$ и $g_k^{(2)}(\sigma_2)$ ($k = 1, 2$). После несложных преобразований получим

$$\begin{aligned} \psi_1(\xi) = & -\overline{\varphi_2\left(\frac{1}{\xi}\right)} - \frac{\overline{\omega\left(\frac{1}{\xi}\right)}}{\omega'(\xi)} \varphi_2'(\xi) + F_2\left(\frac{1}{\xi}\right) - F_1(\xi) + \\ & + \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma_2(\xi < 1)} \frac{f_2(\sigma_2) d\sigma_2}{\sigma_2 - \xi} + d_2 - \bar{a}_0, \end{aligned} \quad (8)$$

где $f_2(\sigma_2) = \frac{g_1^{(2)}(\sigma_2) - g_2^{(2)}(\sigma_2)}{2}$, d_2 – произвольная постоянная.

Рассматривая уравнения (41.3) как внешние задачи Гильберта относительно функции $\psi_2(\xi)$ получим после аналогичных преобразований

$$\begin{aligned} \psi_2(\xi) = & -\bar{\varphi}_1\left(\frac{1}{\xi}\right) - \frac{\bar{\omega}\left(\frac{1}{\xi}\right)}{\omega'(\xi)} \varphi_1'(\xi) - F_2\left(\frac{1}{\xi}\right) + F_1(\xi) + \\ & + \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma_2(\xi < 1)} \frac{f_2(\sigma_2) d\sigma_2}{\sigma_2 - \xi} + \bar{a}_0, \end{aligned} \quad (9)$$

Сложим (41.10) и (41.11), получим

$$\psi(\xi) = -\bar{\varphi}\left(\frac{1}{\xi}\right) - \frac{\bar{\omega}\left(\frac{1}{\xi}\right)}{\omega'(\xi)} \varphi'(\xi) + \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma_2} \frac{f_2(\sigma_2) d\sigma_2}{\sigma_2 - \xi} + c_2. \quad (10)$$

Представим последнее слагаемое в виде бесконечного степенного ряда

$$\frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma_2} \frac{f_2(\sigma_2) d\sigma_2}{\sigma_2 - \xi} = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \Delta_n \xi^n. \quad (11)$$

Следует отметить, что функция $f_2(\xi)$, получаемая из $f_2(\sigma_2)$ заменой σ_2 на ξ , может иметь в области кольца $\rho_1 < |\xi| < 1$ особенности в виде полюсов.

Воспользуемся следующим приемом (см. [2] § 4 гл. 4). Представим однозначные на γ_2 и γ_1 соответственно функции $f_2(\xi)$ и $f_1(\xi)$ в виде

$$\begin{aligned} f_2(\xi) &= f_{2r}(\xi) + f_{2*}(\xi), \\ f_1(\xi) &= f_{1r}(\xi) + f_{1*}(\xi), \end{aligned} \quad (12)$$

где $f_{2r}(\xi)$ и $f_{1r}(\xi)$ – функции, не имеющие в кольце $\rho_1 \leq |\xi| \leq 1$ особых точек; $f_{2*}(\xi)$ и $f_{1*}(\xi)$ – функции, аналитические вне кольца $\rho_1 < |\xi| < 1$, главные части функций $f_2(\xi)$ и $f_1(\xi)$ соответственно. Все особые точки этих функций находятся в кольце $\rho_1 < |\xi| < 1$.

Функцию $\varphi(\xi)$ будем искать в виде

$$\varphi(\xi) = \varphi_*(\xi) + \bar{f}_{2*}\left(\frac{1}{\xi}\right) + \bar{f}_{1*}\left(\frac{\rho_1^2}{\xi}\right), \quad (13)$$

$$\varphi_*(\xi) = \varphi_1(\xi) + \varphi_2(\xi).$$

Тогда преобразуем выражение (10):

$$\psi(\xi) = -\bar{\varphi}_* \left(\frac{1}{\xi} \right) - \frac{\bar{\omega} \left(\frac{1}{\xi} \right)}{\omega'(\xi)} \varphi_*'(\xi) + f_{22}(\xi) + c_2, \quad (14)$$

где

$$f_{22}(\xi) = f_{2r}(\xi) - f_{1r}(\rho_1^2 \xi) + \frac{\bar{\omega} \left(\frac{1}{\xi} \right)}{\omega'(\xi)} \left[\frac{1}{\xi^2} \bar{f}_{2*}' \left(\frac{1}{\xi} \right) + \frac{\rho_1^2}{\xi^2} \bar{f}_{1*}' \left(\frac{\rho_1^2}{\xi} \right) \right]. \quad (15)$$

В данном случае выражение (15) представляет собой функцию $f_{22}(\xi)$, не имеющую особых точек в кольце $\rho_1 \leq |\xi| \leq 1$.

Эту функцию можно представить приближенно в виде интерполяционного полинома

$$f_{22}^{(n)}(\xi) = \sum_{k=-\frac{m'}{2}}^{\frac{m'}{2}-1} A_k^{(n)} \xi^k, \quad (16)$$

где коэффициенты $A_k^{(n)}$ находятся по формулам

$$A_k^{(n)} = \frac{1}{m'} \sum_{j=1}^{m'} f_{22}^{(j)} e^{-ik\theta_j}. \quad (17)$$

Здесь $f_{22}^{(j)}$ ($j = 1, \dots, m'$) – значения известной функции (15) в точках

$$\sigma_2^{(j)} = e^{i\theta_j}, \text{ где } \theta_j = \frac{2\pi}{m'} j \text{ (} j = 1, \dots, m' \text{)}.$$

Рассматривая систему (2), в общем случае можно получить следующее выражение для функции $\psi(\xi)$

$$\psi(\xi) = -\varphi_* \left(\frac{\rho_1^2}{\xi} \right) - \frac{\bar{\omega} \left(\frac{\rho_1^2}{\xi} \right)}{\omega'(\xi)} \varphi_*'(\xi) + f_{11}(\xi) + d_1, \quad (18)$$

где

$$f_{11}(\xi) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} B_k \xi^k = f_{1r}(\xi) - f_{2*} \left(\frac{\xi}{\rho_1} \right) + \frac{\bar{\omega} \left(\frac{\rho_1^2}{\xi} \right)}{\omega'(\xi)} \left[\frac{1}{\xi^2} \bar{f}_{2*}' \left(\frac{1}{\xi} \right) + \frac{\rho_1^2}{\xi^2} \bar{f}_{1*}' \left(\frac{\rho_1^2}{\xi} \right) \right]. \quad (19)$$

Для определения функции $\varphi_*(\xi)$ приравняем правые части (14) и (18). После несложных преобразований получим

$$\xi\omega'(\xi)\left[\bar{\varphi}_*\left(\frac{1}{\xi}\right)-\bar{\varphi}_*\left(\frac{\rho_1^2}{\xi}\right)\right]+\xi\varphi_*'(\xi)\left[\bar{\omega}\left(\frac{1}{\xi}\right)-\bar{\omega}\left(\frac{\rho_1^2}{\xi}\right)\right]+\bar{N}\xi\omega'(\xi)=$$

$$=\xi\omega'(\xi)\sum_{k=1}^{\infty}\left[(A_k-B_k)\xi^k+(A_{-k}-B_{-k})\xi^{-k}\right]$$

(20)

где $\bar{N} = B_0 - A_0 + d_1 - d_2$.

Из выражения (20), приравнявая коэффициенты при одинаковых степенях ξ в левой и правой части, получим две бесконечные системы линейных алгебраических уравнений для определения коэффициентов a_k ($k = \pm 1, \pm 2, \dots$), дающие возможность вычислить коэффициенты a_k ($k = \pm 1, \pm 2, \dots$) функции $\varphi(\xi)$. Функцию $\psi(\xi)$ можно определить либо по формулам (14), либо по формуле (18) до необходимой точности.

1. Угодчиков А.Г. и др. Решение краевых задач плоской теории упругости на цифровых и аналоговых машинах. – М.: Высшая школа, 1970. – 528 с.

2. Черепанов Г.П. Решение одной линейной краевой задачи Римана для двух функций и ее приложение к некоторым смешанным задачам плоской теории упругости. Прикл. матем. и механ., т. 26. № 5. 1962. С. 902-912.

3. Редкозубов С.А., Юденков А.В. Об одном решении первой основной задачи теории упругости для однородного тела цилиндрической формы // Проблемы механики деформируемых тел и горных пород. Сб. статей под ред. академика РАН А.Ю.Ишлинского, М.: Из-во МГГУ. 2001. С. 277-283.

Секция 2: «Прикладная информатика и программирование»

Сопредседатели секции:

Курилин Сергей Павлович, д.т.н., профессор Российского университета кооперации (Россия);

Руденко Олег Григорьевич, д.т.н., профессор Харьковского национального университета радиоэлектроники (Украина).

к.т.н. проф. Аксак Н.Г.,

Мищенко Р.Г.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

E-mail:axak@kture.kharkov.ua

roma_mischenko1111@mail.ru

СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПАЦИЕНТОМ

В работе рассмотрены возможности применения мобильных агентов для дистанционного контроля за пациентом лечащим врачом, родственниками или сиделкой. Разработанная система включает в себя программное обеспечение для наблюдателя, имеющего возможность следить за состоянием больного в любое время, и для зарегистрированного пациента, имеющего мобильное устройство, на которое через Bluetooth передается информация с датчиков, определяющих его состояние.

Ключевые слова: мобильные агенты, мультиагентные системы, телемедицина.

В настоящее время предоставление услуг здравоохранения благодаря технологическому развитию компьютерных вычислений, широкому распространению интернета и мобильной связи, которые дали начало телемедицине и дистанционному мониторингу состояния пациентов переходит от основанного на непосредственном контакте «доктор-пациент» к обслуживанию «всегда и везде». К сожалению, многие решения для телемедицины и дистанционного мониторинга слишком разнородны, имеют сильную привязку к месту, а также недостаток технических средств, при этом оборудование имеет узкую полосу пропускания, дорогое программное обеспечение, кроме того существуют эксперты, препятствующих их распространению.

Агентное моделирование является относительно новым прогрессивным научным направлением. Эта технология позволяет решать трудно-формализуемые задачи.

Мобильные агенты — это программная абстракция, которая может перемещаться от одного хозяина к другому по сети для выполнения специализированных услуг. Помимо обеспечения мобильности, агенты обладают уникальными характеристиками

адаптации к изменениям в их среде выполнения и, следовательно, имеют больше шансов на выживание и достижение целей применения на большой, распределенной и гетерогенной сети по сравнению с традиционными методами.

Мобильные агенты также оказались очень эффективными в поддержке асинхронного выполнения запроса клиента со слабой связностью, особенно в секторе здравоохранения, который является не только широко распространенным и фрагментарным, но он также имеет высокую степень неоднородности с сильной местной автономностью.

В работе представлена система дистанционного мониторинга состояния пациента.

Основными действующими лицами системы дистанционного мониторинга являются пациенты и специальные службы (сиделки, медицинский персонал и люди, занимающиеся мониторингом, наблюдатели).

Определим функции основных действующих служб.

Пациент - это человек, который находится за пределами больницы и его физическое состояние требует постоянного контроля, рекомендаций и, возможно, неотложной помощи. Пациент должен быть зарегистрирован в медицинском учреждении, которое включило его в систему. Биодатчики и другие измерительные приборы постоянно считывают наиболее важные показатели здоровья пациента. Эти приборы соединяются с мобильным устройством и доставляют полученные данные посредством Интернета на основной сервер.

Предложенная платформа предоставляет механизмы для "градации" состояния пациента.

Под «градацией» будем понимать процесс, который определяет диапазоны измеряемых значений, таких как: температура тела, кровяное давление, уровень сахара и т.д., которые в свою очередь разделяются на следующие уровни тяжести заболевания:

Критический: Значения в этом диапазоне опасны для жизни и могут быть фатальны, при этом требуется немедленная медицинская помощь.

Высокий: Эти показатели указывают на тяжелое состояние, которое может стоить пациенту его жизни. Такие показания часто означают, что пациент нуждается во внимании медицинского персонала, даже если его состояние становится лучше.

Средний: Данные этого диапазона указывают на состояние, при котором врач может выписать рецепт и дать соответствующие рекомендации, а пациент без посторонней помощи выполняет соответствующие предписания. Типичный пример — пациенту достаточно принять несколько таблеток и отдохнуть.

Низкий: Указывает на деликатные ситуации, которые могут возникнуть в результате жизнедеятельности, условий окружающей

среды и от условий питания. Рекомендации скорее всего временные, и могут быть сделаны самим пациентом.

Процесс «градации» осуществляется в сотрудничестве с квалифицированными медиками в результате обследования пациента.

Медицинский персонал – это квалифицированный врач, который зарегистрирован в учреждении здравоохранения. Медперсонал прежде всего несет ответственность за пациента, наблюдает за его состоянием здоровья, выписывает рецепты и осуществляет лечебные манипуляции с целью поддержания оздоровления пациента. Медперсонал назначается более чем на одного пациента.

Наблюдатель - Речь идет о лицах, которые имеют доступ в реальном времени к измерениям, взятым с датчиков у пациента. К ним можно отнести родственников, сиделок и медперсонал.

Функциональные элементы системы.

Датчик выполняет мониторинг состояния пациента, определяя важные детали и отправляя информацию о них через Bluetooth к мобильному устройству. Пациенты имеют один или несколько датчиков и мобильное устройство.

Мобильное устройство посылает данные через сетевую инфраструктуру на центральный сервер. Присущим для мобильного устройства является промежуточное программное обеспечение, в котором размещен мобильный агент и другие услуги.

Сеть – компонент, состоящий из различной сетевой инфраструктуры для улучшения обмена данных, коммуникаций и переноса агента на различные платформы.

Центральный сервер выполняет операции по хранению данных, а также обеспечивает некоторые другие сервисы, такие как услуги уведомления. Брандмауэр отображается на центральном сервере, чтобы показать, как мобильные агенты заблокированы принимающим мобильным агентом, размещенном на центральном сервере. Таким образом предотвращается злонамеренное получение доступа к серверу агентом. Также агент показывает отображение подчинённых агентов в качестве единственного средства, к которому может получить доступ служба, работающая на сервере. Также можно добавлять резервные сервера, где могут храниться запасные копии данных без особых дополнительных работ от разработчика приложения.

Идентифицированы четыре владельца программного обеспечения, которые действуют совместно для достижения общих целей.

- Персональное программное обеспечение.
- Программное обеспечение для сервера.
- Программное обеспечение для наблюдателя.
- Резервное копирование данных и их воссоздание.

Персональное программное обеспечение устанавливается на личном устройстве пациента. Оно взаимодействует с датчиками, приложенными к пациенту и получает от них информацию для

обработки и последующего отправления центральному серверу.

Программное обеспечение установленное на центральном сервере собирает информацию о пациенте с различных мобильных устройств для обработки, хранения и реагирования по утвержденной схеме.

Программное обеспечение для наблюдателя соединяется с центральным сервером в режиме онлайн и получает данные о состоянии пациента, что позволяет создать политику, автоматически выполняющую задачу оздоровления пациента. Программное обеспечение может быть установлено как на персональном компьютере, так и в мобильном телефоне, что позволяет реагировать на данные о состоянии пациента удаленно.

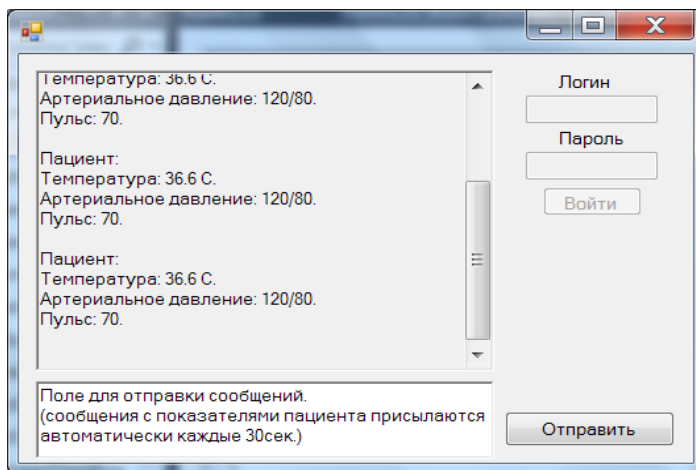


Рис 1 – Интерфейс пользователя

Резервное копирование данных и их воссоздание обеспечивает безопасность данных при сбоях сервера. Это программное обеспечение взаимодействует с программным обеспечением сервера, чтобы гарантировать передачу копии данных с одного сервера на другой для резервного копирования. Это стало возможным благодаря мобильным агентам, известным как репликаторы.

Сценарий мониторинга реализован следующим образом.

Пациент, желающий пройти медицинский осмотр, после регистрации на сервере получает уникальный идентификатор. В результате чего на мобильное устройство, которое будет использоваться для получения данных с датчиков, устанавливается специальное приложение. При запуске приложения проверяется, был ли пациент ранее зарегистрирован по телефону. Если нет, то вводится идентификатор пациента и извлекается полная информация о нем из центрального сервера. После подтверждения получения информации,

доставляются и сохраняются «контексты», зарегистрированные для пациента. При успешном выполнении этих процессов зарегистрированные «контексты» пациента сохраняются в телефоне, затем начинается мониторинг.

Интерфейс пользователя разработанной платформы приведен ниже.

Внедрение предлагаемой системы позволит:

- повысить доступность медицинской помощи населению благодаря оперативному взаимодействию пациента с врачом и мониторингу показателей здоровья пациента;
- повысить качество медицинской помощи за счет удаленных консультаций;
- освободить ресурсы медицинских стационаров за счет расширения возможностей амбулаторного лечения и наблюдения пациентов.

**к.т.н. Губницкая Ю.С.,
Капуста Д.А.**

**Харьковский национальный университет радиоэлектроники
E-mail: julgub@ukr.net**

ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ ДИЗАЙНА ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ С БОЛЬШИМ ЭКРАНОМ

Проведен анализ использования мобильных устройств с большими экранами и просмотрены некоторые данные, в частности о том, как пользователи держат девайсы и меняют положение рук при работе с 5.1-дюймовым телефоном — маленьким фаблетом.

Ключевые слова: интерфейс, фаблет, дизайн.

Введение и постановка проблемы

Проанализировав данные современного рынка мобильных устройств можно сделать вывод о том, что фаблеты становятся частью нового стандарта. С тех пор, как компания Samsung создала свою линию смартфонов Galaxy Note [1], тем самым открыв рынок «больших телефонов», подобные устройства называются фаблетами. Такое название они получили в силу своего размера, который находится между размером традиционного телефона и небольшого планшета (англ. tablet). И с момента первого появления этих устройств на рынке, UX-дизайнеры и tech-журналисты высказывают неудовлетворенность не только названием, но и самой его концепцией.

На рис. 1 приведено сравнение размеров мобильных устройств в зависимости от их конфигурации



Рисунок 1 — Фаблеты занимают одну треть всех продаж смартфонов

Графики достижимости элементов экрана большим пальцем одной руки, созданные Джошем Кларком [2], были популярны со дня их создания. Это объясняется тем, что именно они содержали в себе предположение: все держат телефоны одной рукой. Это прежде всего связано с тем, что 3.5-дюймовый экран iPhone обладает идеальным размером для использования одной рукой. Из чего следует вывод, что другие размеры для использования одной рукой не идеальны.

Идея состоит в том, что пользователи могут комфортно взаимодействовать с тачскрином в области, до которой дотянется большой палец. Чтобы коснуться остальной части экрана, пользователю приходится тянуться, что вызывает у него дискомфорт.

Игнорируя тот факт, что большую часть касаний на своем телефоне пользователи совершают двумя руками, эта теория о достигаемости кажется некорректной. Поскольку возможности руки физиологически ограничены, то попытки дотянуться до элемента на экране вызывают дискомфорт, приводят к неудаче. Несмотря на приведенные неудобства, наблюдается продолжение покупательского спроса на большие устройства.

Результаты исследования

Проведенные исследования демонстрируют результаты, представленные на рисунке 2. Исследования взаимодействия с сенсорным экраном (включая скорость использования большого пальца при осуществлении касаний в левой части экрана и учет предпочтений людей совершать касания справа) показывают, что проще всего дотянуться до центра экрана, а при необходимости дотянуться и до остальных его зон пользователь с легкостью меняет положение телефона в ладони.

Как было отмечено, пользователи наиболее точны и быстры, когда касаются центральной зоны экрана. Эти данные подтверждаются, даже когда положение телефона и зона касания ограничены использованием одной рукой. Но на практике подобный способ удерживать телефон в руке и совершать касания большим пальцем обычно позволяет использовать довольно небольшую

площадь экрана. Использование более дальних зон, по-видимому, не приносит заметных неудобств: большинство пользователей просто замедляются и прибегают к помощи второй руки. С ее помощью они меняют положение устройства, тем самым увеличивая зону досягаемости большого пальца и обеспечивая возможность дотянуться до большей части основной зоны касания. Согласно наблюдениям, действия за пределами этой центральной зоны почти всегда требуют использование двух рук. При этом пользователь держит устройство в руке и меняет его положение, чтобы дотянуться до нужных областей экрана, либо просто держит устройство в одной руке и совершает касания указательным пальцем другой руки. Не стоит думать, что использование различных зон экрана мобильного телефона становится все более обременительным для пользователя, поскольку люди могут легко дотянуться до любой части экрана. Если держать девайс им будет некомфортно, они просто выберут более подходящий для них способ.

Однако, результаты исследований представленные на рисунке 2 учитывают лишь использование устройств правой рукой, что отнюдь не полностью отражает возможные способы использования телефона. Согласно наблюдениям, приблизительно 11% нажатий совершается указательным или большим пальцами левой руки.

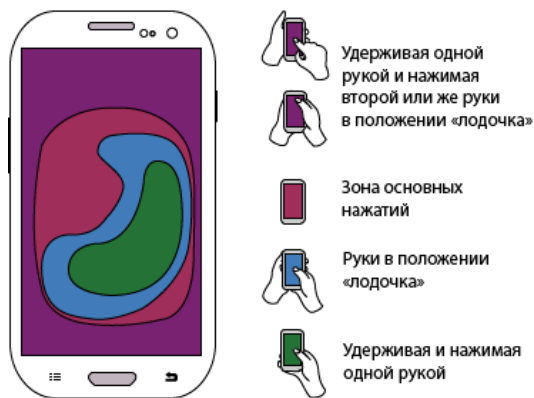


Рисунок 2 — Центр экрана — самая комфортная зона для касаний, но при необходимости дотянуться до остальных зон люди с легкостью меняют положение телефона в ладони

Предположение о том, что большинство действий на мобильном телефоне выполняется одной рукой, ошибочно. Особенно это касается более крупных телефонов, или фаблетов. Опыт показывает, что меньше половины всех участников эксперимента пользовались только одной рукой, в то время как остальные участники регулярно переключались с одной руки на другую. Люди используют свою «не

ведущую» руку и часто переключаются как между руками, а также между тем, как именно они держат телефон в своих руках, что показано на рисунке 3. Прикосновение зависит от контекста, поэтому предположите, что люди будут переключаться с одной руки на другую сложно предугадать.

Среднее количество раз, когда люди переключались с одной руки на другую, при тестировании было больше двух, и доходило до 15, когда участникам нужно было что-то вводить, некоторые переключались до десяти раз. Не наблюдается очевидной связи между тем, какую руку люди используют, тем, куда и на что они хотят нажать, или же тем, какой вид взаимодействия с устройством они хотят совершить (например, открывает ли пользователь какой-то элемент или выбирает несколько). Иногда люди выбирают какое-то поле ввода одной рукой, а затем переключаются на другую, чтобы пролистать страницу или выбрать какой-то элемент.

В то время как частота использования одной руки для того, чтобы держать или пользоваться фаблетом ожидаемо мала, даже для фаблетов она не равна нулю. Около 10% взаимодействий с фаблетами были совершены одной рукой и большим пальцем этой руки.

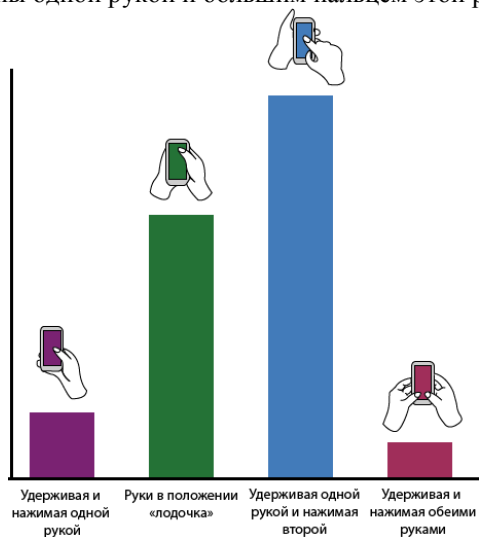


Рисунок 3 — Примеры различных вариантов взаимодействия с мобильными телефонами

Приблизительно половина участников эксперимента, когда разговаривают по телефону, читают, либо просто чего-то ждут с телефоном в руках, держат его одним способом (преимущественно одной рукой), но затем, когда дело доходит до активного взаимодействия, берут его по-другому.

Способность дотягиваться до элементов интерфейса и проведение операций одной рукой

У производителя телефонов Samsung есть функция, встроенная в серии Note [3], уменьшающая содержание всего экрана до области, моделирующей 4-дюймовый экран в нижнем правом углу (похожие решения используют практически все производители). В дополнение к этому пользователям доступны и сопутствующие товары, такие как клавиатуры. Сомнительно, что большинство пользователей вообще заметят подобные функции, потому что каждая из них — еще одна невидимая опция, которая делает что-то неестественное и потому должна быть дополнительно изучена. Скорее всего, многие продолжают просто менять положение рук, чтобы дотянуться до нужных частей экрана. Покупатели выбирают большие телефоны, потому что они хотят получить большие экраны, поэтому дизайн интерфейса должен создаваться так, чтобы пользователи не испытывали дискомфорта по поводу большого размера телефона.

Проектирование для больших телефонов

Всю важную информацию и интерфейс стоит размещать в центре экрана, а менее значительные элементы ближе к краям. Люди более точно и быстро взаимодействуют с элементами, расположенными в середине экрана.

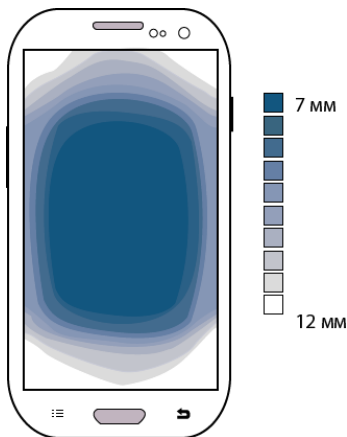


Рисунок 4 — Люди с наибольшей точностью взаимодействуют с элементами, расположенными в центре экрана

Какой же нужен дизайн для этих фаблетов? Такой же, как и для обычных телефонов. Всю важную информацию и интерфейс стоит размещать в центре экрана, а менее значительные элементы — ближе к краям. Согласно исследованиям, люди более точно и быстро взаимодействуют с элементами, расположенными в середине экрана, поэтому элементы, расположенные вдоль краев экрана (особенно

сверху и снизу) должны быть большего размера и с увеличенным интервалом между ними.

С одной стороны, можно полностью следовать вышеуказанным принципам размещения элементов и сосредоточить все касания в центральной зоне, где пользователи могут с наибольшей точностью дотянуться до любых элементов. В какой-то мере потому, что эта центральная зона варьируется в зависимости от размера устройства и персональных особенностей пользователя, которые затруднительно определить заранее. Но в действительности дизайнеры уже работают над этим. Если в дизайне основные области просмотра, нажатий и прокрутки расположены в середине экрана, то это правильный путь к созданию дизайна, соответствующего ожиданиям пользователя.

Выводы

Несмотря на уже известную зависимость точности прикосновений от зоны экрана, люди не испытывают дискомфорт или заметно не замедляют работу с устройством, меняя положение телефона в руке, чтобы дотянуться до различных частей экрана. В действительности никакого недостатка в использовании больших телефонов или размещении интерфейса вне основной зоны нажатия большим пальцем нет.

Тем не менее, элементы интерфейса на периферии экрана должны быть больше, чтобы гарантировать, что люди смогут произвести точные нажатия и не потратят на это много времени. В ходе разработки дизайна эти проблемы могут быть решены: с помощью выбора подходящих элементов, которые будут расположены по углам и будут достаточно большими. Всегда стоит помнить, что прежде всего дизайн разрабатывается для людей, будь то дизайн нового устройства, пользовательского интерфейса или сервиса. В первую очередь надо понимать, как люди работают: как они видят, думают, чувствуют и взаимодействуют с устройством. Эти принципы никогда не меняются и служат полезным руководством при разработке нового пользовательского опыта.

1. Samsung Galaxy Note [Электронный ресурс] // Википедия – свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Samsung_Galaxy_Note (дата обращения: 02.04.2015).

2. Clark, Josh. «Designing For Touch.» [Электронный ресурс] // CreativeBloq [Официальный сайт] URL: <http://www.creativebloq.com/design/designing-touch-2123037> (дата обращения: 09.04.2015).

3. Телефон в блокноте. Обзор планшета Samsung Galaxy Note 8.0 [Электронный ресурс] // Ferra.ru [Официальный сайт] URL: <http://www.ferra.ru/ru/notebooks/review/obzor-samsung-galaxy-note-8-0/#.VTomRyHtmko> (дата обращения: 17.04.2015).

ПРОБЛЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОРМАТОВ PNG И JPG, ИГНОРИРУЯ ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ SVG

За последнее десятилетие появилось такое понятие как мультиплатформенность. Оно подразумевает одинаковое отображение данных на различных устройствах. Приложения и сайты, не придерживающиеся этого понятия, теряют огромное количество клиентов. Векторная графика является отличным способом для отображения потрясающих визуальных результатов при небольшой пропускной способности. Отличный способ применить векторную графику использовать язык разметки Scalable Vector Graphics (SVG), который является ключевой частью HTML5, активно развивающийся и являющийся передовой составляющей новых веб-интерфейсов.

Ключевые слова: векторная графика, формат SVG, веб-приложения.

Постановка проблемы. Для создания визуально привлекательного и производительного мобильного или веб-контента, необходимо сбалансировать количество загруженных данных с максимальным визуальным воздействием [1]. К сожалению, не все дизайнеры и программисты в должной мере используют язык SVG и знакомы с особенностями его применения.

Идея данной работы возникла в результате создания дизайна для веб-пространства, а так же мобильных приложений. При передаче дизайна программисту, возникли разногласия, относящиеся к последующим манипуляциям с дизайном. Большинство программистов, привыкших использовать растровую графику, а также приловчившихся использовать ее в создании приложений, утверждают, что основные элементы дизайна должны быть переданы в формате .png, при этом «нарезаны» в масштабе под большое количество разрешений устройств. Это подразумевает наличие в составе файлов приложения или сайта изображений в нескольких разрешениях, что значительно увеличивает общий размер данных необходимых для работы. В то время как векторный формат SVG позволяет использовать одну вариацию изображения, масштабируя ее без потерь качества под разные разрешения устройств и уменьшая общий объем данных, так как размер svg равен png формату, а svgz – гораздо меньше.

Обзор существующих точек зрения на проблему. Рассмотрим подробное описание форматов. Достоинством растрового изображения является высокая реалистичность изображения; на растровом

изображении может быть изображено все, что угодно: снимок с фотокамеры и нарисованное на компьютере изображение; к растровым изображениям можно применять самые разнообразные эффекты; растровые форматы рисунков используются при создании веб-страниц в Интернете.

Недостатки растровых изображений: растровые изображения плохо масштабируются, можно уменьшить изображение, однако увеличить его без потери качества невозможно (к потере качества относится заметное увеличение размытия изображения после увеличения рисунка); нельзя разбить растровое изображение на части и редактировать; файл с растровым изображением имеет больший размер по сравнению с векторным [2].

PNG (англ. portable network graphics) – растровый формат хранения графической информации, использующий сжатие без потерь. PNG был создан как для улучшения, так и для замены формата GIF графическим форматом, не требующим лицензии для использования. В данное время, этот формат стал использоваться в вебе чрезвычайно широко, но еще пока не вытеснил jpg и gif [3]. Достоинства png – поддержка палитры вплоть до 32 битов, возможность работать со слоями, добавление мета-даты в файл (авторские права и т.п.). png применяют не только для растровой графики, но и для обычных фотографий. Данный формат присутствует во всех графических редакторах [4].

При использовании растровых форматов рекомендуется экспериментировать с форматом png. Часто его использование дает заметно более высокий эффект, чем использование gif, этот формат поддерживается всеми браузерами и, являясь более поздней альтернативой gif, обладает гораздо более высокими показателями (меньший размер, передаваемая цветовая способность) [5].

JPEG (англ. Joint Photographic Experts Group, по названию организации-разработчика) – один из популярных графических форматов, применяемый для хранения фотоизображений и подобных им изображений. Файлы, содержащие данные JPEG, обычно имеют расширения .jrg, .jif, .jre или .jreg. Однако из них .jrg является самым популярным на всех платформах [6]. Алгоритм JPEG в наибольшей степени пригоден для сжатия фотографий и картин, содержащих реалистичные сцены с плавными переходами яркости и цвета. Наибольшее распространение JPEG получил в цифровой фотографии и для хранения и передачи изображений с использованием сети Интернет [3].

Формат векторной графики, используемой в веб-пространстве, называется SVG (Scalable Vector Graphics). SVG – это специальный язык, в основу которого лягли языки разметки VML и PGML [2]. Возможность создавать SVG доступна во многих векторных редакторах: Illustrator, Corel Draw или Sketch. Также существует

возможность сжатия SVG при том, что размер такого формата небольшой в SVGZ (SVG Compressed).

Плюсы SVG [7]: относительно небольшой размер файла, который, хорошо сжимается благодаря SVGZ; неограниченная масштабируемость (отчего формат и получил своё название), а значит, такая графика отлично выглядит на retina-подобных экранах; достаточно много изменяемых параметров. Например, цвет заливки, позиции отдельных элементов, таких фильтров как размытие или даже анимации.

Минусы SVG [6]: отсутствие реалистичности у векторных рисунков. Реалистичность достигается путем применения различных сложных цветовых схем; невозможность использования эффектов, которые можно применять в растровой графике; практически полная невозможность экспорта растрового рисунка в векторный.

Основными проблемами при использовании SVG ранее были слабая поддержка этого формата браузерами и сложность создания страховочных вариантов, которые бы отображали обычные растровые изображения, в случае, когда векторные не поддерживаются. Сейчас же ситуация изменилась к лучшему – теперь проблемы возникают только с Internet Explorer 8 и браузерами для Android 2.3 и младше, но это не критично.

Практическое исследование и результаты. Для того чтобы понять, когда использовать SVG, а когда PNG или JPG необходимо изучить их свойства, описанные выше. Также для практического понимания можно провести исследование с логотипом HTML5, сохранив его в форматах .svg, .png, .jpg, затем подготовить версии для различных устройств и сравнить размер исходных данных [5]. После сжать .svg в .svgz и снова сравнить размеры исходных данных.



Рисунок 1 – Используемое изображение

Сохранив изображение в .svg, можно посмотреть на него в любом современном браузере в любом размере, и увидеть, что он очень хорошо масштабируемый до любого размера окна. Если бы мы попытались, это сделать с растровым изображением, нам бы понадобились много различных размеров растровых изображений для каждого экрана, или пришлось бы мириться с неровностями контура масштабных изображений. К тому же логотип HTML5 имеет размер

1427 байт. Это так мало, что делает его быстрым для загрузки, и делает его дешевым для пользователей.

Еще одна позитивная особенность SVG файлов состоит в том, что они могут быть сжаты GZIP для дальнейшего уменьшения их объема. Необходимо сжимать SVG таким образом, чтобы расширение файла было .svgz. В случае с логотипом HTML5, он сжимается только до 663 байт, и современные браузеры открывают его достаточно легко.

Рассмотрим некоторые популярные размеры экранов устройств, чтобы понять что будет. Ниже в табл. 1 показаны устройства, поддерживающие HTML5 и SVG, их разрешение экрана и размер файлов, фоновых изображений логотипа HTML5 с использованием PNG и JPEG файлов растровой графики, SVG и SVGZ – векторной графики.

Таблица 1 – Сравнение графических форматов

Устройство	Разре- шение	Png изобра- жение	Jpg изобра- жение	Svgz (svg) изображение
IPhone 3G	320x480	9.5 k	6.3 k	4.4 (9.5) k
Nexus One	480x800	15.4 k	9.8 k	6.8 (14.7) k
IPhone 5	640x1136	21.6 k	14 k	9.8 (21.1) k
Galaxy Nexus	720x1280	24.4 k	15.8 k	11 (23.8) k
IPad 1 и 2	1024x768	24.8 k	15.7 k	11 (23.7) k
Galaxy Tab 10.1 Nexus 7	1280x800	27.1 k	17.9 k	12.5 (27) k

Из табл. 1 видно, что размер данных SVG значительно меньше.

PNG и JPEG форматы не одинаковые. Советовать дизайнерам использовать JPEG вместо PNG, не правильно, иногда JPEG лучше, например для фотографий. Рассмотрим рисунок 2. Изображение слева PNG, верхняя левая часть логотипа HTML5 увеличенная в 5 раз. Изображение справа то же самое, но с разрешением JPEG.

Экономия размера файла в формате JPEG связано с определенными затратами. Изображение в формате JPEG оптимизировано для фотографий, вот почему это не совсем подходит для векторной графики. В любом случае, версия SVG так же, как в качестве PNG, поэтому выигрывает по всем параметрам – размеру файла и четкости [1].



Рисунок 2 – Сравнение SVG и JPG

Выводы. Использование форматов png и jpg, игнорируя технические особенности svg, является актуальной задачей современных информационных технологий в области веб-дизайна.

В наше время подстраиваться под научные открытия и достижения, чтобы быть на плаву в любой сфере работы просто необходимо. То же касается и сферы разработки мультиплатформенных проектов. При их создании нужно соизмерять соотношение затраченных ресурсов и выгоды. Частью этого процесса является анализ, поиск и применение новых технологий для реализации производственных задач.

В плане дизайна, появляются сочетания разных достижений, в том числе растровой и векторной графики, необходимо проводить анализ для поиска минимального размера данных при самом высоком качестве – оптимизацию. Учитывая все негативные и положительные свойства графики, например деформация элементов, из-за свойств растровой графики, или нереалистичность изображений, в связи векторным недостатком. В плане разработки, также необходимо применять все существующие возможности адаптации и сжатия для увеличения производительности проектов на устройствах, чего не всегда можно ожидать от разработчиков.

В итоге возникает вопрос о развитии использования SVG. Стоит ли ограничиваться простым использованием SVG как хранилища масштабируемых картинок или есть и более существенное применение? Всё чаще программисты максимально используют возможности SVG. С появлением таких библиотек, как Snap.svg, SVG.js или SvgVerlet.js можно создавать сложные взаимодействия и анимации с векторными объектами. К тому же существует мощная и полезная программа Adobe Edge Animated, предоставляющая возможность создания анимации в векторном виде, используя возможности html5 и javascript наглядно.

1. Croft J. PNG format for web-design [Электронный ресурс]. URL: <http://www.digital-web.com>.

2. Какие графические форматы используются в вебе [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bigfuzzy.com>.

3. Byrne T. Export Illustrator Layers to SVG files [Электронный ресурс]. URL: www.tbyrne.org.
4. Stanislav. SVG недостатки [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ru.stackoverflow.com>.
5. Клим В. SVG. Новые возможности графики [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pixelcom.crimea.ua>.
6. Морозов А. «SVG-графика в веб-сайтах [Электронный ресурс]. URL: <http://www.popel-studio.com>.

**к.т.н. профессор Жук А.П.,
аспирант Бурмистров В.А.
аспирант Гавришев А.А.
ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный
университет», г. Ставрополь
E-mail: rammsteinstav@yandex.ru**

ПРИМЕНЕНИЕ GREEN-ТЕХНОЛОГИЙ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ CDMA

Разработан подход к повышению эффективности использования выделенных частотных ресурсов в системе CDMA за счет применения ансамблей ортогональных сигналов с изменяющейся размерностью при обеспечении заданной помехоустойчивости и изменении скорости передачи данных.

Ключевые слова: Green-технологии, энергоэффективность, 3G, 4G/LTE, CDMA, ансамбли ортогональных сигналов.

Активное использование широкополосного доступа к Интернет и развитие стандарта мобильной связи четвертого поколения 4G/LTE приводят к увеличению территориального покрытия и повышению доступности мобильной связи и доступа к Интернет. Это ведет к росту энергопотребления и, как следствие, к росту энергоинфраструктуры, которая влияет на мировую экологию в целом и российскую в частности. Необходимы такие инфокоммуникационные технологии, которые могли бы сохранить или даже повысить свою эффективность, имея возможность в зависимости от анализа трафика понижать или увеличивать свое энергопотребление с целью экономии электроэнергии и уменьшения влияния на мировую экологию.

Стремительное развитие сетей мобильной радиосвязи наблюдается во всём мире. Активно развиваются сотовые, транкинговые, пейджинговые сети, а также сети абонентского радиодоступа. Это приводит к резкому увеличению

энергопотребления в информационно-коммуникационной области, поэтому необходимо принять срочные меры для борьбы с этой тенденцией для уменьшения ее влияния на российскую и мировую экологию.

На сегодняшний день ведутся исследования в области экосетей, и данному вопросу уделяется значительное внимание. Существует несколько подробных исследований, которые обобщают предварительные результаты исследований в единую концепцию. Существующие исследования можно классифицировать по следующим направлениям [1]: адаптивная скорость связи, прокси-интерфейс, энергоучитывающие интерфейсы и энергосовместимые приложения. Адаптивные исследования скорости соединения помогут сэкономить энергию за счет сокращения масштабов скорости передачи интерфейса (даже до нуля, то есть переход в спящий режим) [1].

Современные системы мобильной связи используют технологии связи третьего и четвертого поколения (3G и 4G). Технология передачи информации CDMA (Code Division Multiple Access – множественный доступ с кодовым разделением каналов) третьего поколения используется в следующих технологиях 1995 (CdmaOne), 1999 (UMTS), 2000 (CDMA2000, 1xEVDO), 2001(FOMA), 2006 (HSDPA), 2007 (HSUPA) [3]. Системы мобильной связи четвертого поколения используют технологии MIMO, MultiCarrier CDMA (MC-CDMA), OFDMA, UWB и программно-реконфигурируемого радио (Software Defined Radio). Поскольку CDMA использует сложные шумоподобные сигналы, то к ней предъявляются повышенные требования к помехозащищенности, частотной эффективности и скорости передачи данных [2].

Целью статьи является разработка подхода к повышению эффективности использования выделенных частотных ресурсов в системе CDMA за счет применения ансамблей ортогональных сигналов с изменяющейся размерностью при обеспечении заданной помехоустойчивости и изменении скорости передачи данных (3G – 14 Мбит/с (UMTS), LTE – 30 Мбит/с).

В настоящее время известны следующие подходы к достижению поставленной цели:

1. В существующем стандарте CDMA-2000 задача повышения скорости передачи информации решается путем применения масок квазиортогонального кода для расширения ансамбля сигналов [3].

2. В сетях третьего поколения для увеличения скорости передачи данных некоторыми авторами предлагается использовать ортогональные коды (например, коды Голда) с дискретно изменяющимися размерностями $N = 64, 128, 256$ и т. д., обеспечивая этим кратное повышение самой скорости.

К недостаткам первого подхода следует отнести тот факт, что квазиортогональные последовательности не всегда обеспечивают ортогональность в точке [4]:

$$|R_{ij}| \leq \theta_{\min}(N), \forall i, j \neq i, \quad (1)$$

где R_{ij} – значения функции взаимной корреляции между i -ой и j -ой последовательностями ансамбля сигналов длины N ; $\theta_{\min}(N)$ – наихудшее значение функции взаимной корреляции расширенного ансамбля последовательностей длины N .

Возможности по расширению ансамбля ортогональных сигналов до произвольной размерности при помощи квазиортогональных последовательностей ограничены с одной стороны дополнительными затратами на увеличение мощности передатчика, а с другой стороны – малым количеством расширяющих последовательностей.

К недостаткам второго подхода следует отнести расширение занимаемого спектра пропорционально размерности используемого ансамбля сигналов, а, следовательно, и скорости передачи информации. При этом в случаях, когда требуемая скорость передачи информации меньше максимально возможной (при применении ансамбля сигналов увеличенной размерности), эффективность использования занимаемых частотных ресурсов будет низка [5].

Для устранения недостатков, изложенных в рассмотренных подходах, авторами предлагается использование плавного изменения размерности ансамбля ортогональных сигналов, описываемых собственными векторами действительных симметрических матриц.

Данный подход основывается на использовании следующей математической модели [6].

Множество матриц порядка $(n \times N)$ вида:

$$|x_{ik}| = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1N} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nN} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

$x_{ik} = x_i(t), 1, 2, \dots, n$, при $t \in [(k-1)\Delta t; k\Delta t]$ образуют пространство моделей ансамблей дискретных ортогональных фазоманипулированных сигналов.

В качестве строк матрицы (2) предлагается использовать собственные векторы симметрических матриц.

Известно, что если собственные векторы \bar{x} и \bar{y} симметрической матрицы $A = [\alpha_{ij}]$ соответствуют различным собственным значениям λ и φ , то они удовлетворяют условию ортогональности [7 – 8]:

$$\bar{x} \cdot \bar{y} = 0. \quad (3)$$

Следовательно, в данном подходе синтез ансамбля дискретных ортогональных фазоманипулированных сигналов произвольной размерности сводится к алгебраическому нахождению собственных векторов действительных симметрических матриц требуемого порядка.

Для того, чтобы оценить, во сколько раз увеличивается эффективность использования выделенного частотного ресурса канала при данном подходе, воспользуемся следующим отношением относительной эффективной ширины спектра в случае удвоения размерности сигналов $W_{удв}$ к относительной эффективной ширине спектра при плавном изменении размерности сигналов $W_{пл}$:

$$\frac{W_{удв}}{W_{пл}} = \frac{W_k^2(N_{удв})}{W_0^2(N_{удв})} \bigg/ \frac{W_k^2(N_{пл})}{W_0^2(N_{пл})}, \quad (4)$$

где $N_{удв} = \begin{cases} N, N = 2^m, \\ 2^{m+1}, 2^m < N < 2^{m+1}; \end{cases} N_{пл} = N.$

Отношение (4) показывает, во сколько раз значение относительной эффективной ширины спектра в случае удвоения размерности сигналов превышает значение относительной эффективной ширины спектра при плавном изменении размерности сигналов. График значений данного отношения для $N \in [64 \dots 128]$ изображен на рисунке 1.

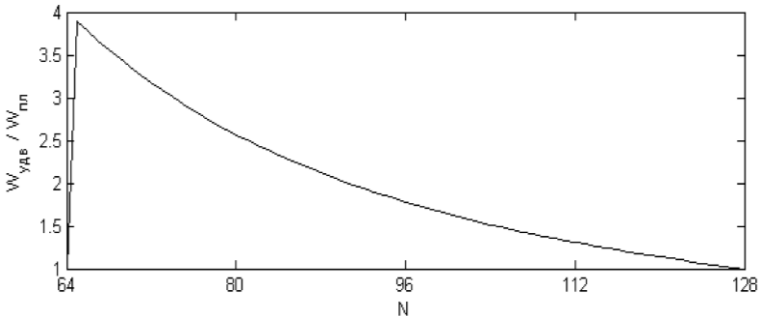


Рисунок 1 – Зависимость отношения относительной эффективной ширины спектра в случае удвоения размерности сигнала к относительной эффективной ширине спектра при плавном изменении размерности сигнала от размерности сигнала

Из рисунка 1 следует, что при плавном увеличении размерности N в диапазоне от 65 до 127 значение $\frac{W_{удв}}{W_{пл}}$ варьируется от 4 до 0, что

подразумевает выигрыш в использовании выделенного частотного ресурса канала с применением предложенного подхода в $Z=1-4$ раза.

Следует отметить, что для любого N ансамбль сигналов, описываемый системой (2), удовлетворяет условию ортогональности (3), обуславливает отсутствие шумов неортогональности при их практическом использовании в системе CDMA.

Изложенное обуславливает целесообразность использования ансамблей ортогональных сигналов с плавно изменяющейся размерностью в системах CDMA с возможностью адаптации к требуемой скорости передачи информации. При этом обеспечиваются заданные требования по помехоустойчивости и эффективности использования выделенного частотного ресурса канала связи. Возможность изменения выходной мощности позволяет в зависимости от приложения или анализа трафика уменьшить энергопотребление, а в сочетании с определением уровня мощности принимаемого сигнала становится реализуемой идея адаптивного изменения мощности, что имеет важное значение с точки зрения повышения энергоэффективности беспроводных сетей передачи информации с использованием технологии CDMA.

1. Bianzino A.P., Chaudet C., Rossi D., Rougier J.-L. A Survey of Green Networking Research [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arxiv.org/pdf/1010.3880.pdf>, свободный (дата обращения: 08.04.2015);

2. Kyeongcheol Yang, Young-Ky Kim, P. Vijai Kumar. Quasi-Orthogonal Sequences for Code-Division Multiple-Access Systems // IEEE Transactions on Information Theory/ Vol. 46, №3, May 2000. – p. 982 – 993;

3. Жук А. П., Черняк З. В., Сазонов В. В. О целесообразности использования ансамблей ортогональных сигналов с изменяющейся размерностью в системе CDMA // «Информационные технологии». Вып. 4, том 6, Самара, 2008. – с. 16 – 19;

4. Варакин Л. Е. Теория систем сигналов. М.: Советское радио, 1978. – 299 с.;

5. Невдяев Л. CDMA: сигналы и их свойства [Электронный ресурс] // Электронный журнал «Сети», №11, 2000. Режим доступа: <http://text.marsu.ru/ops/nets/2000/11/index.htm>, (дата обращения: 09.04.2015);

6. Маслов О. Н., Пашинцев В. П. Модели трансионосферных радиоканалов и помехоустойчивость систем космической связи.

Приложение к журналу «Инфокоммуникационные технологии». Вып. 4. Самара, 2006. – 357 с.;

7. Попенко В. С. Оценка ширины спектра дискретных сигналов // Радиотехника. №11, 1996. – с. 57 – 59;

8. Попенко В.С. Векторный синтез ансамблей ортогональных сигналов. Ставрополь: МО РФ. Ч.2, 1993. – 202 с.;

**к.п.н. старший преподаватель Зиангирова Л.Ф.
Башкирский государственный педагогический университет
им. М. Акмуллы**

E-mail: info_bspu@mail.ru

старший преподаватель Уразаева Н.Ю.

**Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова
Уфимского института (филиала)**

E-mail: urazaeva_naila@mail.ru

магистрант Саттаров Т.И.

Уфимский государственный нефтяной технический университет

E-mail: temurs@mail.ru

МЕТОДИКА ВНЕДРЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

В статье рассматривается методика внедрения образовательного комплекса «Информационные системы и технологии».

Ключевые слова: модель, функциональное моделирование, контекстная диаграмма, декомпозиция, диаграмма дерева узлов, диаграмма потоков данных, методология моделирования.

В соответствии с ФГОС ВПО по направлению «Прикладная информатика» выпускник должен обладать определенными профессиональными компетенциями: способностью эксплуатировать современное электронное оборудование и информационно-коммуникационные технологии в соответствии с целями образовательной программы бакалавра; способностью осуществлять и обосновывать выбор проектных решений по видам обеспечения информационных систем; способностью принимать участие во внедрении, адаптации и настройке прикладных информационных систем [1].

Рассмотрим образовательный комплекс «Информационные системы и технологии» при обучении студентов по направлению подготовки «Прикладная информатика». В этом комплексе представлен теоретический материал по следующим темам курса «Информационные системы и технологии»: «Введение в теорию информационных систем и технологий», «Информационные системы»,

«Информационные технологии пользователя», «Документальные системы», «Фактографические системы», «Предметно-ориентированные информационные системы и информационные технологии».

Рассмотрим в качестве примера методику использования образовательного комплекса «Информационные системы и технологии» при изучении темы «Функциональная декомпозиция системы».

Согласно учебному плану и программы дисциплины «Информационные системы и технологии» на данную тему отведено 16 часов: 4 часа лекций и 12 часов лабораторных работ.

В образовательном комплексе представлены теоретические сведения по декомпозиции контекстной диаграммы, по построению функциональной модели, диаграммы дерева узлов и потоков данных.

В частности, при изучении темы «Функциональная декомпозиция системы» применяется программа BPwin. На лабораторных занятиях студенты изучают следующие темы: «Декомпозиция контекстной диаграммы», «Построение функциональной модели», «Построение диаграммы дерева узлов», «Построение диаграммы потоков данных», «Построение диаграммы IDEF3», «Стоимостный анализ».

При выполнении лабораторных работ студенты:

- изучают основные элементы интерфейса программы BPwin, осваивают технологию создания модели, редактируют построенную диаграмму, производят декомпозицию контекстной диаграммы, изучают правила построения дуг и тоннелирования стрелок;

- изучают детализацию процессов, составляют отчет о свойствах модели;

- осваивают правила описания свойств модели и принципы построения диаграммы дерева узлов, правила построения диаграммы ФЕО, назначение и принципы построения диаграммы потоков данных;

- изучают свойства и стиль диаграммы дерева узлов, устанавливают внутренние ссылки и производят детализацию диаграммы потоков данных;

- осваивают принципы построения диаграммы IDEF3, правила создания перекрестков, устанавливают связи между работами;

- изучают последовательность и правила определения параметров стоимостного анализа, составляют отчет о стоимости бизнес-процесса.

С помощью материала для лабораторной работы организуется самостоятельная работа студентов, например, выполнение индивидуального задания.

Рассмотрим этапы построения модели: определение бизнес-процесса; построение контекстной диаграммы; построение диаграммы процесса верхнего уровня; функциональная декомпозиция каждого процесса при помощи детализирующих диаграмм.

После создания контекстной диаграммы (описание контекста моделируемой системы) проводится функциональная декомпозиция (система разбивается на подсистемы). Каждый фрагмент системы изображается на отдельной диаграмме декомпозиции.

Диаграмма дерева узлов показывает в модели иерархию работ и позволяет рассмотреть модель в целом. Однако дерево узлов не показывает взаимосвязи между работами. Процесс создания модели работ является итерационным. Поэтому работы могут менять свое расположение в дереве узлов многократно.

Диаграммы потоков данных (Data flow diagramming, DFD) используют как дополнение к модели IDEF0 для наглядного отображения текущих операций документооборота в системах обработки информации. Диаграммы потоков данных показывают внешние источники, потоки и хранилища данных.

Однако для описания логики взаимодействия информационных потоков больше подходит IDEF3 (Workflow diagramming – методология моделирования), использующая графическое описание информационных потоков, взаимоотношений между процессами обработки информации и объектов, являющихся частью этих процессов. Диаграммы Workflow используются в моделировании бизнес-процессов для анализа завершенности процедур обработки информации. IDEF3 – метод, описывающий ситуацию, в которой процессы выполняются в определенной последовательности.

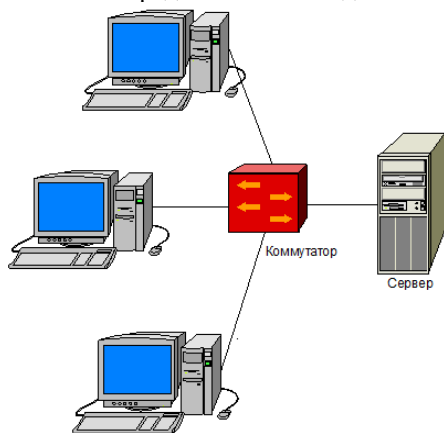


Рис. 1. Топология «звезда»

Для определения качества модели с точки зрения эффективности бизнес-процессов, необходима система метрики. Таким образом, качество модели следует оценивать количественно. BPwin предоставляет два инструмента для оценки модели: стоимостный анализ (основан на работах) и свойства, определяемые пользователем.

После рассмотрения индивидуального задания и вопросов для самостоятельного освоения целесообразно предложить задание на построение функциональной модели. Приведем примеры подобных заданий.

1) Создан проект сети с топологией и составом оборудования согласно рис. 1.

Задан трафик с профилем LAN peer-to-peer между рабочими станциями. Увеличивая трафик за счет изменения задержки между пакетами «Time between transactions» профиля LAN peer-to-peer, получили максимально возможную загрузку каналов связи.

2) Дан проект сети с топологией и составом оборудования согласно рис. 2 (в лабораториях по 12 компьютеров). Задан трафик с профилем InterLAN traffic между рабочими станциями (компьютеры с одинаковыми номерами, 12 пар) в лаборатории 3 (приемник компьютеры в лаборатории 2); с профилем SQL server's client в лаборатории 2 (приемник трафика сервер 1); с профилем HTTP client в лаборатории 1 (приемник трафика сервер 1).

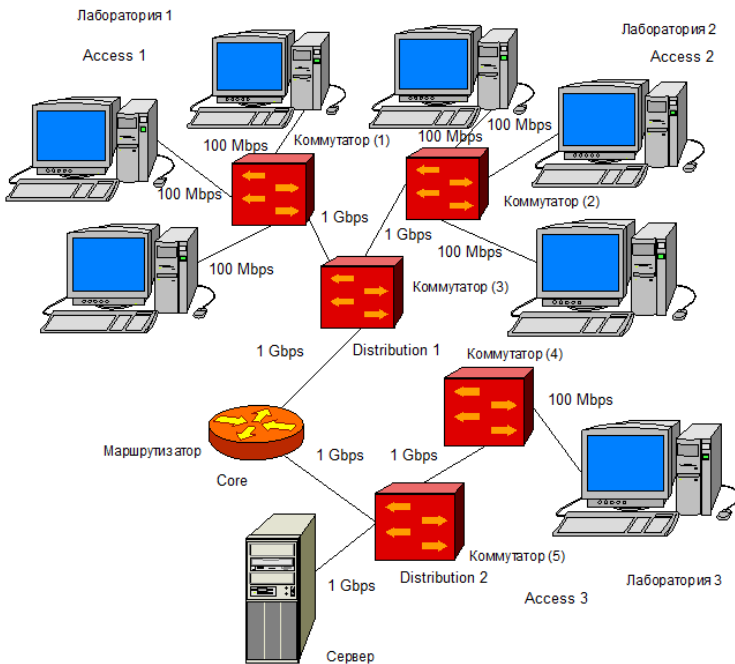


Рис. 2. Проект сети с заданной топологией и составом оборудования

Определен максимально возможный трафик компьютеров лаборатории 2 и узкое место сети, увеличивая частоту поступления SQL запросов клиентов за счет уменьшения времени между транзакциями.

Все вышеперечисленное может быть использовано на практических занятиях по моделированию систем. Применяя данную методику при изучении темы «Функциональная декомпозиция системы» можно создавать декомпозицию контекстной диаграммы, построение диаграммы дерева узлов и т.д.

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 230700 «Прикладная информатика» (квалификация (степень) «бакалавр»). http://www.edu.ru/db-mon/mo/Data/d_09/prm783-1.pdf

**к.т.н. доцент Колтун Ю.Н.,
студ. Цыбань Ю.А.**

**Харьковский национальный университет радиоэлектроники
E-mail: u.koltun@rambler.ru tsybany@mail.ru**

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОПТИЧЕСКИХ СТРУКТУРИРОВАННЫХ КАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

В статье рассматриваются общие принципы организации оптических структурированных кабельных систем (СКС), функциональные элементы СКС и технические помещения для их размещения. Дается краткая характеристика основным международным стандартам организации СКС, в соответствии с которыми выделяются и анализируются основные этапы проектирования современных структурированных кабельных систем. Предлагается типовой алгоритм определения расхода оптического кабеля в процессе проектирования СКС здания.

Введение. Структурированная кабельная система (СКС) – это часть единой информационной инфраструктуры локальной корпоративной сети, которая лежит в основе формирования универсальной кабельной системы передачи информационных потоков и предоставления инфокоммуникационных услуг. С точки зрения технической организации, СКС можно представить как совокупность кабелей, разъемов, коммутационных панелей, распределительных устройств и других пассивных компонентов, позволяющих объединить здание или группу зданий в единое информационное пространство. Она включает в себя компьютерные, телефонные и телевизионные сети, а также кабели охранной и пожарной сигнализации, систем контроля доступа, других систем безопасности и управления.

Общие принципы структурной организации СКС. По своей сути структурированная кабельная система – это базовая основа физического уровня сетевой инфраструктуры предприятия или организации. Именно она определяет структурные особенности

конкретного проекта кабельной системы в соответствии с требованиями конечного пользователя, независимо от активного оборудования, которое может применяться впоследствии.

Пример типовой структуры СКС с привязкой к зданию показан на рис. 1. Отметим, что здание может само по себе представлять структуру, состоящую из этажей, а каждый этаж в свою очередь из определенного количества комнат, соединенных коридорами. Технические помещения, необходимые для построения СКС в целом делятся на аппаратные и кроссовые [1].

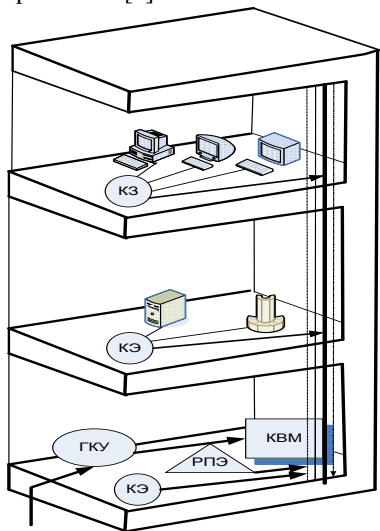


Рисунок 1 – Типовая структура СКС многоэтажного здания

Аппаратной называется техническое помещение, в котором на ряду с коммутационным оборудованием СКС располагается сетевое оборудование коллективного пользования (серверы, коммутаторы и сетевые концентраторы).

Кроссовая представляет собой помещение, в котором размещается коммутационное оборудование СКС, сетевое и другое вспомогательное оборудование. Как правило, ее организуют вблизи вертикально стояка, оборудованного телефоном и системой контроля доступа.

Аппаратная может быть совмещена с кроссовой здания (КЗ). В этом случае его сетевое оборудование может подключаться

непосредственно к коммутационному оборудованию СКС.

Если аппаратная расположена отдельно, то его сетевое оборудование подключается к локально расположенному коммутационному оборудованию или к обычным информационным розеткам рабочих мест.

Объединение горизонтальных подсистем этажей здания осуществляется с помощью вертикальной кабельной подсистемы через распределительный пункт этажа (РПЭ), размещаемые на этажах. РПЭ представляет собой монтажный шкаф с установленными кроссовыми и коммутационными патч-панелями, на которых разделяются кабели от рабочих мест, и активным оборудованием – концентраторами или коммутаторами.

Центральным элементом СКС является главный коммутационный узел здания (ГКУ) – кроссовая внешних магистралей (КВМ), которая представляет собой аппаратный комплекс, объединяющий все

входящие и исходящие кабели этажных коммуникационных узлов с каналами, ведущими из здания.

В КВМ сходятся кабели внешней магистрали, подключающие к ней КЗ. В КЗ заводятся внутренние магистральные кабели, подключающие к ним кроссовые этажей (КЭ). К КЭ, в свою очередь, горизонтальными кабелями подключены информационные розетки рабочих мест. Во всей СКС может быть только одна КВМ, а в каждом здании может присутствовать не более одной КЗ. Допускается объединение КВМ и КЗ, если они расположены в одном здании. Аналогично КЗ может быть совмещена с КЭ, если они расположены на одном этаже. Если плотность рабочих мест на этаже или его части мала, то в качестве исключения допускается подключение к КЭ горизонтальных кабелей смежных этажей.

Основные стандарты и этапы проектирования оптических СКС. Качественными показателями правильно спроектированной СКС являются возможности по сокращению стоимости системы не только на этапе внедрения, но и в процессе ее эксплуатации, а также обеспечение требуемых физических параметров в процессе переноса трафика. Базовой технологической основой проведения проектирования являются международные стандарты, среди которых основными являются следующие [2]:

– В сентябре 2002 года был опубликован международный стандарт ISO/IEC 11801, назначением которого является обеспечение конечных пользователей гибкой схемой каблирования, легко и экономично позволяющей выполнять модификацию системы; обеспечение строительных организаций и архитекторов инструкциями, позволяющими проектировать и строить кабельные системы еще до того, как будут известны конкретные требования пользователей. В данном стандарте определены 7 классов электропроводных линий: А, В, С, D, E и F, четыре категории оптоволоконных элементов и четыре класса ОВ линий. Определены четыре уровня электромагнитной совместимости. Данный стандарт оптимально подходит для помещений, максимальное расстояние между удаленными точками которых составляет до 3000 м, площадь офисного пространства достигает 1000000 м², а количество персонала составляет от 50 до 50000 человек.

– В июне 2002 года принят Европейский стандарт IEEE 802.3ae, определяющий параметры оборудования и среды передачи данных со скоростью 10 Гбит/с. Для многомодового волокна 50/125 мкм ограничение длины канала составляет 300 метров, для одномодового – 10 км в окне 1310 нм и 30 км – в диапазоне 1550 нм. Длина канала ограничена величиной 300 метров. Область применения – локальные, региональные и глобальные сети. Особенности технологии – простота и относительно невысокая стоимость. Совместимость с другими стандартами Ethernet позволяет создавать сети, масштабируемые от 10 Мбит/с до 10 Гбит/с в пределах одного предприятия.

– Американские стандарты серии ANSI/TIA/EIA-568, необходимые для поддержания приложения передачи речи и данных, а также среды,

организованной на основе различных типов и видов активного оборудования, изготовленного различными производителями и предназначенного для обслуживания коммерческих предприятий и организаций. Создание этого стандарта было обусловлено необходимостью обеспечения поддержки широкого диапазона телекоммуникационных приложений, типов устройств и оборудования различных производителей. Данные стандарты также описывают гибкую систему каблирования, которая позволяет планировать и устанавливать коммуникационные кабели без предварительного знания конкретных требований конечного пользователя.

В соответствии с международными стандартами выделяют три основных этапа проектирования СКС [3]:

- Первый этап – работа по изучению технического задания, составленного с учетом основных требований заказчика, получение дизайн-проекта, выявление индивидуальных особенностей объекта, получение исходных данных необходимых для начала работы по проектированию.

- Второй этап – непосредственная разработка проектной документации по СКС в соответствии с Международными стандартами. При этом на основе архитектурных данных зданий и помещений определяются: места и способ прокладки кабельных сетей, помещения кроссовых и аппаратных, главный коммутационный узел.

Далее на основании данных, заложенных в техническом задании, и требований заказчика определяются: структура СКС, количество рабочих мест, оборудование на рабочих местах, оборудование кроссовых и аппаратных помещений, тип кабеля и др.

Необходимо отметить, что при организации СКС любого уровня сетевой иерархии, используются две базовые архитектуры, в основу которых положена древовидная топология [4]:

- архитектура иерархической звезды;
- архитектура одноточечного администрирования.

В первом случае иерархическая звезда состоит из центрального кросса системы, главных кроссов зданий и горизонтальных этажных кроссов. Центральный кросс связан с главными кроссами зданий при помощи внешних кабелей. Этажные кроссы связаны с главным кроссом здания кабелями вертикального ствола. Архитектура иерархической звезды обеспечивает максимальную гибкость управления и максимальную способность адаптации системы к новым приложениям.

Во втором случае звезда состоит из главного кросса здания и горизонтальных этажных кроссов, соединенных между собой кабелями вертикального ствола. Архитектура одноточечного администрирования разработана для максимальной простоты управления. Обеспечивая прямое соединение всех рабочих мест с главным кроссом, она позволяет управлять системой из одной точки, оптимальной для расположения централизованного активного оборудования.

Администрирование в одной точке обеспечивает простейшее управление цепями, возможное благодаря исключению необходимости кроссировки цепей во многих местах.

За базовую основу уровня сетевой иерархии, как правило, берется иерархическая звездообразная топология, так как она является универсальной для поддержки работы всех основных сетевых приложений.

– Третий этап – утверждение в согласующих организациях (пожарная инспекция, государственная экспертиза и т.п.). При необходимости в проект вносятся коррективы.

Так при проектировании СКС на основе полностью оптической кабельной системы, целесообразно рассмотреть следующие вопросы:

– обосновать целесообразность применения оптической элементной базы для построения подсистем СКС;

– определить ожидаемую величину потерь оптических кабельных сегментов и оптического линейного тракта;

– при наличии многомодовых трактов в некоторых случаях дополнительно целесообразно оценить ширину полосы пропускания;

– рассчитать емкость оптического кабеля (ОК) и его оптимальную строительную длину;

– обосновать и произвести выбор типов коммутационного оборудования, которое будет установлено в технических помещениях СКС, и рассчитать компонентный состав оборудования и его количество;

– рассчитать величину тянущего усилия кабеля оптических сегмент подсистемы в внешних магистралах и в случае необходимости выбрать метод уменьшения его величины;

– определить механизмы и способы резервирования отдельных кабельных линий и оценить целесообразность применения разветвительных и соединительных муфт.

Таким образом, в процессе проектировании СКС предусматривается применение современного оборудования, прогрессивных технических решений и реализуется максимальный уровень унификации для обеспечения оптимального соотношения цены оборудования, материалов и качества работы системы.

Типовой алгоритм определения расхода оптического кабеля проектируемой СКС в здании. К основным требованиям при проектировании СКС относится точность в определении величины расхода оптического кабеля при реализации пробросов в горизонтальной и вертикальной подсистемах СКС для подключения пользователей и сетевого оборудования.

Определение величины расхода ОК выполняется в соответствии со следующими предположениями [1]:

– рабочие места пользователей равномерно распределены по зоне обслуживания подсистемы рабочего места СКС;

– прокладка линейных кабельных трасс в зонах обслуживания горизонтальной и вертикальной подсистем реализуется по однотипным принципам;

– оптический кабель поступает на объект монтажа в одинаковых упаковках;

– выбор упаковки для реализации конкретного проброса осуществляется по принципу «первая случайная» при условии, что кабеля в упаковке достаточно для его реализации.

В соответствии с этими предположениями алгоритм определения расхода ОК для организации подсистем СКС в здании выглядит следующим образом:

1) Определяем среднюю длину проброса по формуле

$$L = \frac{L_{\max} + L_{\min}}{2} \times 1,1 + 2 \times 1$$
$$L = \frac{L_{\max} + L_{\min}}{2} \times 1,1 + 2 \times 1 \quad [\text{м}],$$

где L_{\max} и L_{\min} – протяженности пробросов с учетом всех подъемов и спусков, а также с максимальной и минимальной длинами соответственно.

2) Вычисляем количество пробросов, которое в среднем реализуется с одной упаковки кабеля:

$$n = L_0 / L,$$

где L_0 – длина кабеля в стандартной упаковке (обычно 300 – 500 м с округлением вверх до ближайшего целого);

3) Зная количество рабочих мест и число оптических портов на каждом из них, определяем общее количество пробросов (M).

4) Находим количество упаковок кабеля (N') путем делением M на n с округлением результата до ближайшего целого вверх.

5) Находим расход оптического кабеля, который необходим для реализации проекта, путем умножения N' на длину упаковки.

Выводы. Таким образом, структурированные кабельные системы, в которых для организации ее различных подсистем используются оптические кабели и компоненты, дают заказчикам ряд серьезных преимуществ: более гибкая структура, меньшая занимаемая площадь в здании, меньшая потребность в модернизации, высокая безопасность и лучшая масштабируемость, а также:

- огромная пропускная способность;
- возможность интеграции устройств различного типа;
- простота создания новых подключений;
- универсальные стандарты;

- низкая стоимость эксплуатации и обслуживания;
- надежность;

В то же время низкое значение затухания оптического волокна и невосприимчивость к электромагнитным помехам делает его идеальным решением для сегодняшних и будущих кабельных систем.

1. Семенов А. Б. Волоконно-оптические подсистемы современных СКС. - ДМК Пресс, 2007.
2. Смирнов И. Г. Структурированные кабельные системы – проектирование, монтаж и сертификация. – М: Экон-Информ, 2005 г.
3. Семенов А. Б., Стрижаков С. К., Сунчелей И. Р. Структурированные кабельные системы. М.: ДМК Пресс, 2006.
4. Семенов А. Б. Проектирование и расчет структурированных кабельных систем и их компонентов. – М.: ДМК Пресс, 2003.

**к. т. н. проф. Кулишова Н.Е.,
студент Смянн Е.В.**

**Харьковский национальный университет радиоэлектроники
E-mail: smkaterinasm@gmail.com**

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО СОЗДАНИЮ ИНТЕРФЕЙСА ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНЫХ ИЗДАНИЙ ДЛЯ ДЕТЕЙ

Разработаны рекомендации по созданию интерфейса электронных учебных изданий для детей младшего школьного возраста.

Ключевые слова: интерфейс, разработка, электронное учебное издание, педагогический дизайн, интерактивность.

Одним из приоритетных направлений процесса информатизации современного общества является информатизация образования. В связи с этим широкое распространение получили различные виды электронных изданий, направленных на обучение. Электронное учебное издание (ЭУИ) – электронное издание, содержащее систематизированные сведения научного или прикладного характера, изложенные в форме, удобной для изучения и преподавания, и рассчитанное на учащихся разного возраста и степени обучения.

Целью данной работы является разработка рекомендаций по созданию электронного учебного издания для детей младшего школьного возраста. На сегодняшний день нет каких-либо четких правил и норм по созданию интерфейсов для детей, а мультимедийных учебных изданий становится с каждым годом все больше, не все они учитывают особенности детского взаимодействия с мультимедийной средой. В связи с этим ребенок может начать свое знакомство с обучающими программами с некачественных продуктов, которые

не обеспечат ожидаемых результатов от обучения, и повлияют на дальнейший опыт работ с программами такого типа.

Основной целью электронных обучающих изданий является предоставление систематизированного материала по соответствующей дисциплине, обеспечение творческого и активного овладения знаниями, умениями и навыками в этой области. Основными составляющими программы являются её содержание и интерфейс. Содержание включает в себя контент, который с помощью различного рода информации дает возможность изучить материал данной дисциплины. Пользовательский интерфейс – все элементы и компоненты программы, которые способны оказывать влияние на взаимодействие пользователя с программой, предоставить доступ к её содержимому. Дизайн интерфейса играет важную роль, так как от того, насколько грамотным и продуманным он будет, зависит степень понимания и усвоения изучаемого материала.

Какой бы ни была цель курса, ее достижение невозможно за счет простого размещения информации. Необходимо использование технологий педагогического дизайна. Педагогический дизайн – системный подход к построению учебного процесса [1]. Это выстраивание единой системы из целей обучения, учебного материала и инструментов, доступных для передачи знаний. В основу педагогического дизайна легли исследования в области познания, образовательной психологии и подходов к разрешению проблем.

Одной из наиболее распространенных моделей педагогического дизайна является «ADDIE» процесса [1]. Название модели отражает содержание основных её этапов:

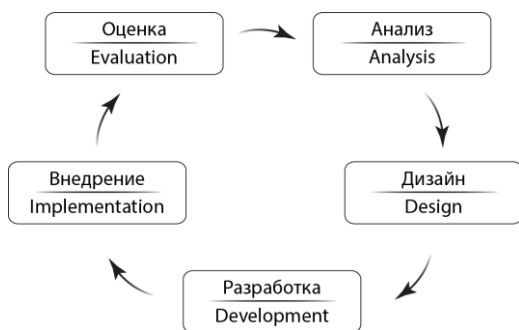


Рисунок 1 – Модель «ADDIE»

- Analysis (Анализ);
- Design (Дизайн);
- Development (Разработка);
- Implementation (Внедрение);
- Evaluation (Оценка).

Каждый этап предусматривает свой набор действий и свои промежуточные результаты. Модель работает по принципу замкнутой цепи и должна повторяться до тех пор, пока оценка результатов не будет удовлетворять поставленным целям. Процесс «ADDIE» особенно важен при разработке дистанционного обучения, когда преподаватель и обучаемые имеют мало личных контактов или не имеют их совсем.

Определяющие проектные параметры остаются неизменными, например, цели проекта, объем работ, планируемые результаты. Если по ходу проекта меняются эти параметры, это свидетельствует о недостаточной продуманности на этапе планирования проекта. Некоторые проектные переменные точнее формулируются по мере движения от этапа к этапу. Эти переменные включают в себя стоимость, графики выполнения работ, требования к отдельным составляющим проекта, и по мере прояснения этих переменных принимается решение о переходе на следующий этап.

Проектируя дизайн интерфейса для детей младшего школьного возраста, следует придерживаться не только стандартных правил разработки интерфейса, но и учитывать психолого-педагогические особенности целевой аудитории. В этом возрасте у детей совершенствуется нервная система, усиливается аналитическая и синтетическая функции, повышается точность работы органов чувств. Память школьника позволяет ему легко справляться с задачами дословного запоминания, имеет преимущественно наглядно-образный характер. Однако ученики начальной школы не умеют распорядиться своей памятью и подчинить ее задачам обучения. Мышление развивается от эмоционально-образного к абстрактно-логическому.

В процессе обучения происходит перестройка восприятия, оно принимает характер целенаправленной и управляемой деятельности, однако отличается неустойчивостью и неорганизованностью. Внимание младших школьников произвольно, недостаточно устойчиво, ограничено по объему. Возможности волевого регулирования внимания, управления им ограничены. Поэтому весь процесс обучения и воспитания ребенка подчинен воспитанию культуры внимания [2].

При разработке дизайна пользовательского интерфейса обучающих изданий необходимо учитывать особенность восприятия, внимания и запоминания у детей младшего школьного возраста. По результатам исследования Я. Нильсена [3] были выявлены способности и предпочтения подростков в области пользования сайтами. Группа пользователей была разделена на 4 возрастные категории: дети, подростки, студенты и взрослые. В ходе эксперимента оценивались основные сходства и различия в подходах к веб-дизайну по таким критериям: поиск элементов нажатия, просмотр с вкладками, прокрутка, поиск, терпение, анимации и звуковые эффекты. Исследование показало что детей (3-12 лет) больше всего привлекают поиск

элементов нажатия и присутствие анимации и звуковых эффектов, а опыт работы с прокрутками, вкладками и поиском отсутствует [3].

Рассмотрев принципы педагогического дизайна, изучив особенности восприятия целевой аудитории и результаты исследований в данной области, был разработан ряд рекомендаций по проектированию и созданию дизайна интерфейса для электронных учебных изданий, ориентированных на детей младшего школьного возраста:

1. Навигация по проекту должна быть простой и понятной для ребенка. Недопустимо использование сложных сценариев прохождения или иерархических связей ниже третьего уровня. Должна присутствовать интерактивность элементов управления. Пользователь должен видеть результат своего действия. Ребенку нужно видеть изменение состояний объектов при наведении или нажатии, чтобы понять, что это элемент управления. Использовать средства визуализации для представления информации или физических явлений в виде, удобном для зрительного восприятия.

2. Время отклика управляющих элементов должно быть небольшим (от 0,1 до 1 секунды), в противном случае возникает ощущение ожидания ответных действий, что для нетерпеливых пользователей младшего школьного возраста недопустимо.

3. Кнопки должны иметь всплывающие подсказки при наведении, чтобы ребенку легче было ориентироваться в издании.

4. Кнопки должны быть достаточно крупного размера, так как ребенок только начинает свое общение с компьютером и ему ещё трудно точно позиционировать курсор на нужном объекте.

5. Стилизовое оформление должно быть целостным для всего издания.

6. Стилизовое оформление должно быть красочным и вызывать положительные эмоции, так как все, что делают дети, вызывает у них эмоционально окрашенное отношение.

7. Фон не должен отвлекать от процесса обучения.

8. Для цветового оформления должна быть разработана специальная цветовая схема.

9. Следует избегать слишком ярких контрастов в оформлении, так как это негативно отражается на восприятии изучаемого материала.

10. Теоретический материал должен быть разбит на части (модули) завершённые по смыслу, но минимальные по размеру, в силу ограниченности по объёму внимания ребенка.

11. Необходимо акцентировать внимание на важных моментах в тексте теоретического материала с помощью цвета, начертания, различных обозначений, дополнительных элементов оформления.

12. Шрифтовое оформление должно учитывать специфику чтения с экрана, размер шрифта должен быть не менее 14–16 пт., предпочтительно использование беззасечных шрифтов.

13. Необходимо поддерживать внимание и интерес к изучаемому объекту с помощью различных мотивационных приемов, таких как открытие нового уровня, различного рода бонусы, поздравительные диалоговые окна.

14. Необходимо использовать понятные для ребенка элементы управления для ввода ответов на тестовые задания.

15. При вводе новых форм для выполнения задания необходимо наличие подсказок с указанием, как именно нужно вводить ответ.

16. Необходимо учитывать возможные ошибки пользователя при открытом вводе ответов на задания.

17. Использовать «близкую» мотивацию для поддержания внимания и мотивации пользователя младшего школьного возраста.

18. Необходимо разбивать одно большое задание на составные части, меньшие по объему.

19. По возможности использовать индикацию степени выполнения задания, чтобы пользователь видел, сколько заданий он сделал, а сколько ему еще осталось сделать.

20. Отказ от неоправданного использования мультимедийных материалов, так как это может усложнить работу с пользовательским интерфейсом и затруднить восприятие информации.

21. Стараться ограничить использование стороннего программного обеспечения или нестандартных плагинов и плееров, так как смена интерфейсов и возможность появления диалоговых сообщений о некорректном использовании или отсутствии компонентов сторонних программ может напугать ребенка.

22. Необходимо дать пользователю возможность отменить последнее действие и вернуться на шаг назад в случае необходимости.

С учетом этих рекомендаций было разработано мультимедийное электронное издание по информатике для 3 класса. В нем, кроме использования графических элементов и текстового оформления применена анимация, изменения состояния объектов, всплывающие окна. Этим обеспечивается отзывчивость интерфейса и наглядность производимых действий: изменение кнопок при наведении, анимация персонажей, цветовая индикация степени выполнения задания и т.д. При создании теста были использованы такие управляющие элементы, как кнопки-переключатели, чекбоксы, поля ввода, выпадающие списки. Для удобства пользования изданием и быстрого перемещения по его разделам было создано навигационное меню, которое включает в себя те элементы, к которым должен осуществляться быстрый доступ: возвращение на главную страницу, содержание, практические занятия, тесты, глоссарий. Пробное тестирование издания показало высокую эффективность принятых решений и предложенных рекомендаций по проектированию интерфейса.

1. Краснянский М.Н., Радченко И.М. Основы педагогического дизайна и создания мультимедийных обучающих аудио/видео материалов. Учебно-методическое пособие – Тамбов, 2006.

2. Чикишева О. В. Психолого-педагогические особенности детей младшего школьного возраста [Текст] / О. В. Чикишева // Проблемы и перспективы развития образования: материалы II междунар. науч. конф. (г. Пермь, май 2012 г.). – Пермь: Меркурий, 2012. – С. 90-92.

3. J. Nielsen Teenage Usability: Designing Teen-Targeted Websites [Электронный ресурс] / Н. Loranger, J. Nielsen – Режим доступа: <http://www.nngroup.com/articles/usability-of-websites-for-teenagers/> – 4.02.2013г.

к.п.н. доцент Купцова В.В.

**Смоленский филиал Российского университета кооперации
vkuotsova@ruscoop.ru**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО- КОММУНИКАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ПРЕДМЕТНО-ЯЗЫКОВОГО ИНТЕГРИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ НЕМЕЦКОМУ ЯЗЫКУ

Предложено решение проблемы применения информационно-коммуникативных технологий в процессе предметно-языкового интегрированного обучения немецкому языку. Определены преимущества мультимедийных презентаций в обучении иностранному языку, позволяющие моделировать условия коммуникативной деятельности; индивидуализировать и дифференцировать обучение. Разработаны основные пути использования возможностей современных информационно-коммуникативных средств в обучении немецкому языку, определены и обоснованы организационно-технические условия их эффективного использования для повышения мотивации и познавательной деятельности учащихся в процессе предметно-языкового интегрированного обучения.

Ключевые слова: предметно-языковое интегрированное обучение, информационно-коммуникативные технологии.

В настоящее время необходимость эффективного обмена информацией и международного сотрудничества требует высокого уровня владения иностранным языком и его успешного применения студентами как в сфере мультикультурного образования, так и в различных областях их будущей профессиональной деятельности. Одним из весьма успешно применяемых методов преподавания языка

является предметно-языковое интегрированное обучение (Content and Language Integrated Learning - CLIL), дающее возможность объединить изучение, например, немецкого языка и специального предмета, т. е. расширить общеобразовательное пространство за счет функционального подхода к обучению иностранному языку. Специфика данной методике заключается в том, что знание языка становится инструментом изучения содержания предмета. При этом внимание акцентируется как на содержании специальных текстов, так и на необходимой предметной терминологии. При этом язык интегрирован в программу обучения, а необходимость погружения в языковую среду для возможности обсуждения тематического материала значительно повышает мотивацию использования языка в контексте изучаемой темы [5].

Данная методика включает большую работу по стимулированию освоения знаний и развитию необходимых умений по предмету. Этому способствуют тщательно подобранные учебные материалы для чтения специальных текстов не только для изучения конкретного предмета, но и для обучения языку: лексических и грамматических единиц и структур, всех видов речевой деятельности: чтению, говорению, письму и аудированию [4]. Объем языкового материала, который студенты пропускают через себя в процессе работы, достаточно большой, словарный запас пополняется необходимой предметной терминологией. Преподаватель должен продумать предметное содержание занятий, согласовать со структурой учебного курса и, используя различные ресурсы, тщательно отобрать материал, который может дополнять или повторять уже изученное по конкретному предмету. Типы заданий разрабатываются с акцентом на предметное содержание, его понимание, проверку и последующее активное обсуждение.

С развитием информационных технологий открылись новые пути и возможности получения знаний. Последние достижения в области высоких технологий открывают перед преподавателями иностранного языка широчайшие возможности для дальнейшего совершенствования учебного процесса и его перевода на качественно новую основу.

В процессе использования информационно-коммуникативных технологий можно выделить следующие основные положения:

- использование информационно-коммуникативных технологий в обучении иностранным языкам призвано значительно повысить эффективность преподавания, основной целью которого является совершенствование навыков повседневного и профессионального общения (как непосредственного с носителями языка, так и опосредованного через телевидение, прессу, интернет);

- средства новых информационных технологий выступают в качестве инструмента образования и воспитания учащихся, развития их коммуникативных, творческих способностей и информационной культуры;

- использование информационно-коммуникативных технологий в обучении позволяет при отсутствии естественной языковой среды создать условия, максимально приближенные к реально речевому общению на иностранных языках.

Применение на уроках немецкого языка информационно-коммуникативных технологий позволяет реализовать коммуникативный подход к овладению всеми аспектами иноязычной культуры: познавательным, учебным, развивающим и воспитательным, а внутри учебного аспекта – всеми видами речевой деятельности: аудированием, говорением, чтением, письмом.

Информационно-коммуникативные технологии включают в себя развивающий и воспитательный аспекты. При работе с ними у учащихся развивается воображение, творческое мышление, самостоятельность и другие качества личности. Также учащиеся учатся не только коммунибельности, умению общаться друг с другом, но и учатся проявлять уважение и внимание к другим членам группы, к их труду. У учащихся воспитывается уважительное отношение к чужому мнению. Ребята учатся лучше понимать друг друга, проявлять чувство товарищества, взаимоподдержки, осознавать свою культуру через контекст культуры иноязычных стран.

Урок с использованием информационно-коммуникативных технологий имеет целый ряд преимуществ перед традиционным: он позволяет тренировать различные виды речевой деятельности и сочетать их в разных комбинациях, помогает осознавать языковые явления, формировать лингвистические способности, создавать коммуникативные ситуации, автоматизировать языковые и речевые действия, а также обеспечивает реализацию индивидуального подхода и повышает роль самостоятельной работы учащихся [3]. При традиционных методах ведения урока главным носителем информации для учащегося выступает преподаватель. Он требует от всех учащихся внимания, активной работы. Но не все могут работать в таком режиме. Психологические особенности характера, уровень развития становятся причиной его неуспешности.

При организации урока с использованием информационно-коммуникативных технологий информация предоставляется красочно, с использованием анимации, видео фильмов, текстов, диаграмм, графиков, рисунков, таблиц, звукового сопровождения. Все это позволяет более наглядно и доступно объяснить учебный материал. Очень важно и то, что на таких уроках учащийся может работать в индивидуальном режиме. Компьютер лоялен к ответам учащихся: он не дает порицательных или хвалебных комментариев, что создает благоприятную психологическую атмосферу на уроке, развивает самостоятельность учащихся и их уверенность в себе. А это и есть очень важный фактор для развития их индивидуальности. Учащиеся не боятся отвечать, в то время как на традиционных уроках у них

присутствует страх допустить ошибку, неправильно сформулировать свою мысль и т.д. Нельзя не отметить такие преимущества информационно-коммуникативных технологий, как активизация внимания всех учащихся; экономия учебного времени на уроке; сочетание самостоятельной работы учащихся; возможность использования интерактивной доски, которая позволяет более наглядно предъявлять новый лексический, грамматический и даже фонетический материал, а также осуществлять опорную поддержку при обучении всем видам речевой деятельности; сочетание разнообразной текстовой аудио и видеонаглядности [1].

Кроме того, при определении основных принципов использования информационно-коммуникативных технологий в процессе предметно-языкового интегрированного обучения немецкому языку следует выделить пять аспектов, необходимых для реализации данной методики.

1. Культурный аспект (Изучение и понимание культуры других стран ; развитие навыков межкультурного общения.).

2. Социальный аспект (Подготовка к интернационализации, особенно в рамках европейской интеграции; возможность сдать экзамен на получение сертификата международного образца.).

3. Языковой аспект (Повышение общего уровня языковой компетенции; развитие коммуникативных навыков; использование иностранного языка для прикладных целей.).

4. Предметный аспект (Доступ к специальной предметной терминологии посредством иностранного языка; подготовка к дальнейшему обучению или к работе.).

5. Обучающий аспект (Возможность использования разных обучающих стратегий; использование разных методов и форм работы; повышение мотивации обучающихся.).

Таким образом, преимущества информационно-коммуникативных технологий состоят в том, что они позволяют:

1. наглядно представлять новый лексический и грамматический материал;

2. осуществлять опорную поддержку при обучении всем видам речевой деятельности;

3. использовать отдельные слайды в качестве раздаточного материала (таблицы, опоры, распечатки на бумаге и т.д.);

4. управлять вниманием учащихся за счёт эффекта анимации;

5. активизировать внимание всего класса;

6. поддерживать познавательный интерес учащихся, усилить положительную мотивацию;

7. эффективно воспринимать и запоминать новый учебный материал;

8. осуществлять контроль за усвоением новых знаний и систематизировать изученный материал.

Сегодня можно выделить три основных пути использования возможностей современных информационно-коммуникативных технологий в обучении иностранному языку:

- использование уже готовых программных продуктов по изучению иностранного языка, поставляемых, преимущественно на компакт-дисках;

- применение программных продуктов, создаваемых непосредственно преподавателями (или преподавателями совместно с обучающимися).

Информационно-коммуникативные технологии должны соответствовать следующим методическим требованиям: *концептуальность*: научная концепция, включающая психологическое и социально-педагогическое обоснование достижения образовательных целей; *системность*: наличие всех признаков системы (логичность построения процесса взаимосвязь всех его частей целостность); *эффективность*: гарантия результатов, соответствующих образовательным стандартам; *гибкость*: возможность варьирования в содержании для обеспечения комфортности и свободы взаимодействия педагога и учащихся с учетом конкретных условий педагогической деятельности; *динамичность*: возможность развития или преобразования используемой технологии; *воспроизводимость*: возможное использование технологий другими преподавателями в данном учебном образовательном учреждении или в других.

Особенно интересно использовать материалы Интернета при работе над текущей темой урока немецкого языка. Можно найти различную информацию в сети по изучаемой проблеме или дать задание - найти информацию учащимся, грамотным пользователям сети, но, разумеется, определив сферу поиска. Каждой группе, работающей над своей проблемой, предлагаются соответствующий материал для обсуждения. Результатом этой работы может стать создание учащимися мультимедийных презентаций по страноведческой тематике, тестовых заданий, видео роликов.

Таким образом, применение информационно-коммуникационных технологий на уроках немецкого языка является одним из средств повышения интереса к обучению. Это вызывает личную заинтересованность при изучении иностранного языка и является важным фактором успешности в обучении на любом этапе. Применение информационно-коммуникационных технологий стимулирует творческую активность, снимает у учащихся страх самовыражения, расширяются возможности представления учащимися результатов учебной деятельности, проявляется интерес к предмету, они стремятся получать только хорошие оценки, а это значит, повышается качество обучения.

1. Галиулина Т.Н. «Обучение иностранному языку с помощью новых информационных технологий». Материалы Региональной Научно-практической конференции «Английский язык в системе «Школа – Вуз», Новосибирск, 20 июня 2003г.

2. Кочергина И.Г. Совершенствование познавательных способностей учащихся через использование ИКТ в обучении английскому языку. ИЯШ №3, 2009.

3. Матвеева Н.В. Применение компьютерных технологий при обучении иностранным языкам //Информатика и образование.-2006.-№6.-С.72-76.

4. Coyle, D. Theory and planning for effective classrooms: supporting students in content and language integrated learning contexts in Masih, J. (ed.) Learning through a Foreign Language, London: CILT, 1999.

5. Marsh, D. Content and Language Integrated Learning: The European Dimension – Actions, Trends and Foresight Potential: European Commission, 2002.

**к.т.н. доцент Ланских Ю.В.,
Костылев Е.В.**

**Вятский государственный университет
E-mail: lyuv@inbox.ru fishack13@gmail.com**

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В НЕПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СФЕРЕ

Работа посвящена вопросам повышения эффективности выборки информации из Интернет-источников и предоставления ее пользователям. Рассматриваются варианты информационных потребностей и информационных ожиданий пользователя, на которых основывается набор требований к разрабатываемому мобильному приложению по работе с расписанием, и набор решений, позволяющих унифицировать данное приложение.

Ключевые слова: Интернет, сайт, мобильное устройство, мобильное приложение, расписание, информационно-поисковая система, информационно-логическая система.

Современный пользователь работает с важной для него информацией в Интернет в различных режимах. Некоторые из них можно охарактеризовать как «медленнопротекающее ознакомление», характеризующееся когнитивной и аналитической деятельностью. В этом режиме первостепенное значение для пользователя имеет полнота отображения информации. Противоположностью этого режима является режим «быстропротекающего напоминания», когда

пользователю важно выхватить из информационного потока ограниченный набор фактов, скорее всего уже известный пользователю. При этом наиболее существенным фактором является удобство визуализации информации, выражающееся в том, что интересующие пользователя данные он может просмотреть (освежить в памяти) в течение очень короткого временного интервала (секунды, или даже доли секунд), находясь, кроме того, не в самых комфортных физических условиях, т.е. пользуясь мобильным устройством, на ходу, управляя транспортным средством и т.п.

Таким образом, даже при наличии полной, содержательной, корректно изложенной информации, полностью соответствующей информационным потребностям пользователя, необходимость использования этой информации в реальном времени влияет на особенности пользовательского восприятия, результатом чего является нетождественность информационных ожиданий пользователя в двух описанных крайних случаях.

Поддержка информационного обеспечения «быстропротекающего напоминания» рассматривается на примере визуализации на мобильном устройстве информации о расписании занятий учебного заведения. Целевой группой, заинтересованной в услуге такого рода, являются учащиеся и преподаватели учебного заведения, причем ориентация на эти две группы подразумевает две значительно отличающиеся функциональности.

Распространение информации о расписании занятий студентов через сайт учебного заведения стало типовым решением для российских ВУЗов, но для получения этой информации в режиме реального времени необходим доступ в Интернет, а также, как правило, последовательность манипуляций навигационного характера в рамках структуры сайта, причем представление данных в большинстве случаев не учитывает особенностей отображения на мобильном устройстве. Для решения проблемы эргономичного представления расписания на мобильном устройстве разработано множество программ, но все они имеют общий недостаток, а именно: данные нужно заносить в ручном режиме в программу, что крайне неудобно. В случае невозможности постоянного доступа к Интернету можно сохранить страницу с расписанием в память мобильного устройства или просто сфотографировать её, что не решает вопросов эффективного эргономичного представления информации, необходимого для комфортного и быстрого ее восприятия. Для решения обозначенных задач разрабатывается мобильное приложение, основными функциями которого являются загрузка информации с сайта в базу данных и эргономичная визуализация.

Кроме того, в число функций приложения входят:

- возможность отображать расписание либо для студента, либо для преподавателя;

- настройка на источник данных по идентификатору учебной группы (для режима «студент») или по ФИО преподавателя (для режима «преподаватель»);

- автоматическое обеспечение актуальности, которое проявляется в визуализации расписания на текущую дату в момент открытия приложения с возможностью перехода на любой другой день;

- автоматическая смена отображаемой недели;
- возможность фильтрации занятий по подгруппам;
- сервисные функции повышения комфортности использования, например, выключение звуковых оповещений.

В качестве экспериментальной базы авторами был взят сайт ФГБОУ ВПО «ВятГУ». Информация о студенческих расписаниях представляется на нем в формате HTML-документа, показанного на рис. 1. Результатом работы описываемого приложения является отображение информации о занятиях на текущую (выбранную) дату, как показано на рис. 2. Расписание представляется в виде списка занятий. Для каждого занятия отображается время его начала и окончания, название предмета, тип, ФИО преподавателя, корпус и аудитория, а текущее занятие выделяется. Дни недели организованы по принципу вкладок.

Расписание занятий учебной группы: ИТ-41, ИТ-42

Пары	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я	7-я
Время	08:20-09:50	10:00-11:30	11:45-13:15	14:00-15:30	15:45-17:15	17:20-18:50	18:55-20:25
Пнд	-	лек. Автоматизация производственной деятельности ВАХРУШЕВ ВАЛЕРИЙ ЮРЬЕВИЧ а.1-128	пр. Автоматизация производственной деятельности ВАХРУШЕВ ВАЛЕРИЙ ЮРЬЕВИЧ а.1-236	-	-	-	-
Втр	лек. Администрирование в ИС ПАХМУТОВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСЕЕВИЧ а.1-311	пр. Администрирование в ИС ПАХМУТОВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСЕЕВИЧ а.1-229/3	лек. Управление IT-проектами КАРАВАЕВА ОЛЬГА ВЛАДИМИРОВНА а.5-205	-	-	-	-
Срд	-	-	-	пр. Практикум проектирования ИС ЛАНСКИХ ЮРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ а.1-229/3	лек. Информационная безопасность и защита информации ФИЦЕВ ГЕННАДИЙ ЮРЬЕВИЧ а.4-102	-	-
Чтв	лек. Экономика IT-проектов МА ТУШКИНА ЮЛИЯ НИКОЛАЕВНА а.1-816	лек. Работа с документами ЛАНСКИХ ЮРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ а.1-534	пр. Практикум проектирования ИС ЛАНСКИХ ЮРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ а.1-229/3	-	-	-	-
Птн	-	лек. Информационная безопасность и защита информации ФИЦЕВ ГЕННАДИЙ ЮРЬЕВИЧ а.1-242	лаб. Автоматизация производственной деятельности-1 п.г. ВАХРУШЕВ ВАЛЕРИЙ ЮРЬЕВИЧ а.1-236	лаб. Автоматизация производственной деятельности-1 п.г. ВАХРУШЕВ ВАЛЕРИЙ ЮРЬЕВИЧ а.1-236	-	-	-
Сбт	лаб. Работа с документами - 1 п.г. - 23.27.31 нед. 2 п.г. - 1 п.г. ЛАНСКИХ ЮРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ а.1-229/3	лаб. Работа с документами - 1 п.г. - 23.27.31 нед. 2 п.г. - 1 п.г. ЛАНСКИХ ЮРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ а.1-229/3	лек. Администрирование в ИС-2 п.г. ПАХМУТОВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСЕЕВИЧ а.1-229/3	лек. Администрирование в ИС-2 п.г. ПАХМУТОВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСЕЕВИЧ а.1-229/3	-	-	-
Пнд	лек. Экономика IT-проектов МА ТУШКИНА ЮЛИЯ НИКОЛАЕВНА а.5-408	пр. Экономика IT-проектов МА ТУШКИНА ЮЛИЯ НИКОЛАЕВНА а.5-408	-	-	-	-	-
Втр	лаб. Информационная безопасность и защита информации	лаб. Информационная безопасность и защита информации	лек. Администрирование в ИС ПАХМУТОВ	пр. Администрирование в ИС ПАХМУТОВ	-	-	-

Рисунок 1 – Расписание занятий учебной группы на сайте ВятГУ

Представление информации о расписаниях на сайтах учебных заведений, разумеется, реализовано различными способами. Однако очевидно, что информация эта семантически однотипна, и, при условии реализации в приложении определенных интеллектуальных функций, может быть проанализирована, структурирована, сохранена в базе данных приложения и визуализирована.

Конфигурационная информация, необходимая для анализа HTML-страницы, содержащей расписание, имеет следующую структуру:

<Direction, TimePresence, TimeFormat, EmptySymbol, CellFormat, StartCell, WeekFormat, SubGroupFormat>,

где *Direction* – направление следования занятий в течение дня (вертикальное/горизонтальное);

TimePresence – наличие ячеек с отметками времени занятий;

TimeFormat – формат представления времени;

EmptySymbol – обозначение отсутствия занятия в заданный временной интервал;

CellFormat = <Type, Delimiter, DisciplineFormat, ProfessorFormat, AudFormat> – формат ячейки, где в свою очередь:

Type – тип занятий,

Delimiter – символ-разделитель,

DisciplineFormat – формат отображения информации о дисциплине,

ProfessorFormat – формат представления информации о преподавателе,

AudFormat – формат представления информации об аудитории;

StartCell – стартовая ячейка;

WeekFormat – информация о представлении учебных недель (в большинстве российских учреждений среднего и высшего профессионального образования расписание занятий студентов дневного обучения строится по принципу «чет/нечет», «числитель/знаменатель», соответственно, вторая неделя может быть размещена справа от первой, снизу от первой или в одной таблице с первой);

SubGroupFormat – формат отображения информации о подгруппах.

Пример шаблона представления занятия в файле конфигурации:

ТИП#1.ПРЕДМЕТ#1\$5ПРЕПОДАВАТЕЛЬ#3АУДИТОРИЯ#1 - данная запись обозначает, что вначале идет тип пары (количество слов 1), далее символ «.», название предмета (количество слов 1-5), преподаватель (количество слов 3) и аудитория в одно слово.

Конфигурационное описание анализируемого документа хранится в виде файла формата XML и должно быть сформировано предварительно. Предполагается разработка средства автоматизированного формирования описания на основании анализа задаваемого пользователем HTML-документа (или его URL) с

использованием эмпирических представлений об указании в расписании основных информационных единиц.

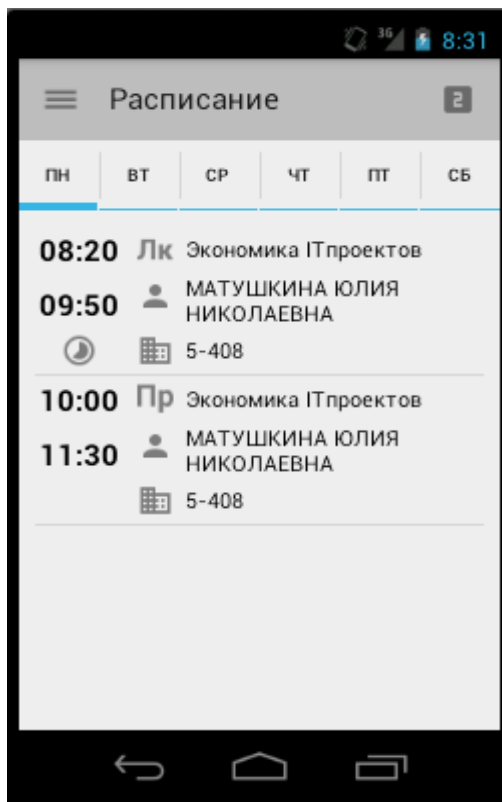


Рисунок 2 – Отображение расписания для группы в вертикальной ориентации

Кроме того, планируется реализация следующих дополнительных функций:

- редактирование локальной версии расписания;
- представление информации об экзаменах;
- добавление механизма создания заметок.

Бал разработан также режим «преподаватель» (рис. 3). На сайте ВятГУ расписание для преподавателей публикуется в формате MS Excel, что подразумевает свою специфику анализа документа и автоматизации настройки этого анализа.

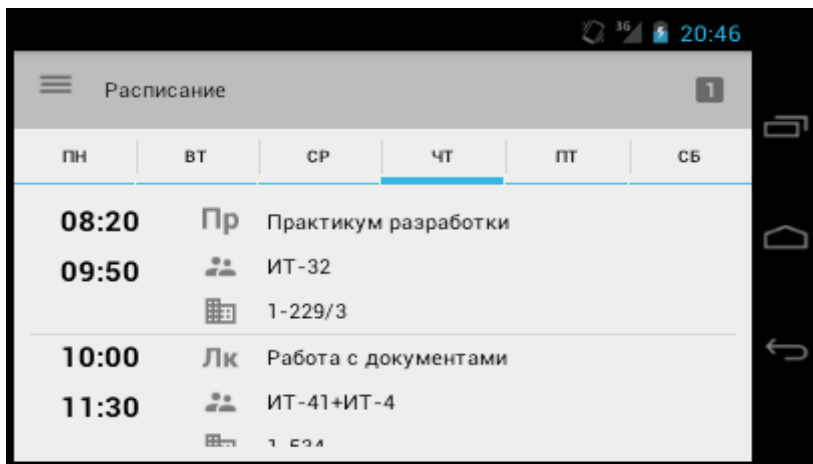


Рисунок 3 – Отображение расписания для преподавателя в горизонтальной ориентации

Дальнейшая унификация рассматриваемого решения позволяет получить набор методик для работы с расписаниями различных назначений и представлений. Области, в которых такие решения могут быть применены, самые различные, в том числе и характеризующиеся гораздо более широкой целевой аудиторией: расписания работы госучреждений и специалистов в них, расписания приема в лечебных учреждениях и т.п.

**к.т.н, доцент Лебедева М.Ю.,
Сасева А.В.
Филиал МЭИ в г. Смоленске
E-mail: anna.saseva@mail.ru**

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

Проведен сравнительный анализ систем документооборота. Сформулированы критерии выбора, в соответствии с имеющимися предпочтениями.

Ключевые слова: система электронного документооборота, документооборот, информационные технологии, автоматизация системы.

Для любой организации в настоящее время имеет большое значение возможность информационных технологий, а именно

управления документацией. Система документооборота довольно не простой процесс, включающий множество подсистем, которые сформированы за счет различных программных продуктов.

Известен целый список систем электронного документооборота, применяемых в организациях и их полноценный сравнительный анализ является достаточно объемной задачей. В связи с этим ограничимся только такими системами как Optima Workflow, БОСС-Референт, ЕВФРАТ, которые являются наиболее популярными на отечественном рынке.

Данные системы при внедрении в организацию позволяют сократить объем бумажных носителей, упрощается процедура регистрации документов, возрастает объем хранимой информации. Особенность систем электронного документооборота заключается в том, чтобы они повышают эффективность при работе с документацией управленческих механизмов и обеспечивают управления за счет автоматического контроля выполнения примитивных операций.

Первая система - Optima Workflow, создающая автоматизированные системы управления документами. Она входит в ряды лидирующих систем управления документами на отечественном рынке, существующая с тысячи девятисот девяностого седьмого года, пользуется популярностью более чем четырех сотами клиентами. Разработчиком платформы является компания Optima software, программа позволяет выполнять некоторые функции, основные из них: управление и контроль оборотом документации; автоматизировать сложные бизнес - процессы организаций; проводить процессы по обработке и согласованию документов. Optima software сотрудничает с ведущими компаниями России, такими как Лукойл - Информ, DHL, Газпром, Сбербанк и другими. Автоматизация документооборота на платформе Optima Workflow позволяет принимать функциональные решение для компаний различного масштаба и сфер деятельности, а оптимизация процессов обработки и учета документации позволяет в целом повысить эффективность бизнес-процессов любой организации. Данная система создает все преимущества использования клиент-серверной архитектуры, безопасное и устойчивое взаимодействие с ресурсами операционных систем. Реализация автоматизированного рабочего места системы электронного документооборота основана на базе использования тонкого клиента системы Optima Workflow, позволяющего установить взаимодействие с системой через Internet/intrane.

Другой популярной системой является «БОСС-Референт», позволяющая проводить автоматизацию управленческого документооборота. Система разработана в 1996 году, на данный момент является одним из лидеров на российском рынке решений класса Enterprise Content Management. Основная задача этой системы - формирования корпоративной системы, поддерживающей управленческие бизнес - процессы. Будучи полноценной системой

документооборота, предназначенной для работы всех сотрудников организации, она уже обладает всей необходимой функциональностью для реализации делопроизводства. В ней с самого начала фигурируют понятия, роли и функции, присущие организациям со сложной иерархической, в том числе территориально распределенной, структурой в России. Отличительной чертой системы «БОСС-Референт» является реализация функции CRM-системы, контроля договоров, учета материальных ценностей, потокового сканирования и распознавания, электронной конференции и доски объявлений. Следует отметить, что данная система имеет дополнительные модули, включающие автоматизацию организации и планирования мероприятий, автоматизацию деятельности бюро пропусков на предприятии, генератор отчетов, факс-сервер. Автоматизация управления документами с помощью БОСС-Референт приводит к росту продуктивности работы сотрудников, облегчению доступа к информации для принятия управленческих решений, улучшению исполнительской дисциплины, и, следовательно, к общему повышению качества управления. Преимущества БОСС-Референт определяются широкими возможностями платформы IBM Lotus, высокотехнологичной архитектурой и богатым опытом внедрения. Немаловажным фактором удобства использования данной системы в оперативности реализации типовых операций является пользовательский интерфейс, который достаточно прост и удобен в использовании.

Последней наиболее популярной является система ЕВФРАТ. Система электронного документооборота и автоматизации бизнес-процессов «ЕВФРАТ» предназначена для построения системы управления бизнес-процессами и документами организации. Инструментарий, входящий в комплект поставки системы «ЕВФРАТ», позволяет реализовать технологии электронного документооборота в компании, независимо от ее численности и формы собственности. Система рассчитана на работу как в рамках небольшой структуры, так и в рамках территориально-распределенной организации со сложной схемой информационных потоков. Система «ЕВФРАТ» разработана в соответствии с рекомендациями Workflow Management Coalition и удовлетворяет требованиям стандарта ISO 9000.

Таким образом, использование системы «ЕВФРАТ» позволяет заменить стандартные офисные программы и средства электронной почты в несвойственных для них областях автоматизации бизнес-процессов. При этом «ЕВФРАТ» интегрирована с популярными офисными программами, что делает переход на нее удобным и безболезненным, а также позволяет совмещать в себе отлаженность коробочного продукта и гибкость проектного решения. Это означает что, с одной стороны, система «ЕВФРАТ» готова к быстрому вводу в эксплуатацию, обеспечивая быструю отдачу от инвестиций, а, с

другой, содержит инструменты адаптации, которые позволяют в рамках «мини-проектов» учесть специфику деятельности конкретной организации используемых ей информационных систем без дополнительного программирования.

Компания разработки данного продукта предлагает широкий спектр программного продукта, подходящий как для малых организаций, так и для крупных компаний. Для масштабных организаций предлагается "ЕВРАТ Клиент-сервер", в качестве клиентской части применяется "ЕВРАТ-Офис", независимо работающий от серверного компонента системы. Положительной чертой является наличие дополнительных моделей системы таких как «НТТР-сервер», «Архивариус», «Руководитель», позволяющие получать доступ к системе через интернет.

При сравнительном анализе был также использован неотмеченный выше, такой важный критерий как, стоимость приобретения программного продукта. В соответствии с этим критерием данные программные продукты в порядке увеличения стоимости расположились так: БОСС-Референт(6500 руб.), Optima Workflow (7300 руб.), ЕВФРАТ(7700 руб.), тем не менее, видно, что их стоимости сопоставимы и разница не значительна, на наш взгляд, не может служить серьезным основанием для определения выбора среды при необходимости реализации сложных проектов. Кроме того, компания может приобрести дополнительные модули, имеющиеся у всех трех системах.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что для больших и сложных моделей целесообразно применять ЕВФРАТ, важным плюсом которого по сравнению с другими является наличие интеграции с популярными офисными программами, что делает переход на нее удобным и безболезненным. Следует учитывать, что проведенный анализ содержит элементы субъективизма, опираемые на предпочтения автора, занимающегося разработкой систем электронного документооборота в среде ЕВФРАТ.

ВЫБОР СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА В МАЛЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

Проведен анализ систем сред электронного документооборота. Сформулированы критерии предпочтения выбора.

Ключевые слова: автоматизация, документооборот, критерии выбора СЭД.

На сегодняшний день автоматизация документооборота в организации также необходима, как автоматизация бухгалтерского учета в середине девяностых годов. Причин этому много. Во-первых, информацию необходимо обрабатывать как можно быстрее и качественнее, подчас информационные потоки не менее важны, чем материальные. Во-вторых, утеря информации или ее попадание в чужие руки может обойтись весьма дорого. Можно выделить ряд проблем, общих для тех, организаций, где работа с документами ведется традиционным способом:

- документы теряются;
- накапливается множество документов, назначение и источник которых непонятен;
- документы и информация, содержащаяся в них, попадает в чужие руки;
- тратится масса рабочего времени на поиск нужного документа и формирование тематической подборки документов;
- создается несколько копий одного и того же документа - на бумагу и копирование документов тратиться немало средств;
- на подготовку и согласование документов тратится много времени.

В данной работе рассмотрен вопрос об автоматизации процесса документооборота в малых организациях, путем обзора и анализа программных продуктов предлагаемые современным рынком. В обзор включены программные продукты наиболее широко известные на отечественном рынке и пользующиеся наибольшим спросом, стабильно развивающиеся в постоянно меняющихся условиях рынка в число этих пакетов вошли: Евфрат-Документооборот, LanDocs и Дело. По мнению авторов, это обеспечивает достаточный уровень качества программных продуктов и послепродажных услуг (гарантия обслуживания, техническое обслуживание, консультации и обеспечение обновлением версий).

Для анализа сред электронного документооборота (СЭД) авторы руководствовались следующими критериями: модульность, функциональность, открытость, масштабируемость и доступная стоимость. Кроме того учитывались возможности решения задач:

- обеспечение слаженной работы всех подразделений;
- упрощение работы с документами, повышение ее эффективности;
- повышение производительности труда сотрудников за счет сокращения времени создания, обработки и поиска документов;
- повышение оперативности доступа к информации;
- разграничение права доступа сотрудников к информации.

Таким образом, автоматизированные системы документооборота необходимы в любой организации, независимо от масштаба и типа собственности.

Целесообразным представляется конкретизировать смысл рассматриваемых критериев, ключевым из которых является открытость системы. При заказе систем потребитель должен быть уверен в том, что она совместима с имеющимся ПО и обеспечивает единое информационное поле, при этом остается возможность настроить «под себя» и развить корпоративную систему со временем.

Рассмотрение начнем с системы Евфрат-Документооборот, разработанная «Cognitive Technologies». Система позволяет реализовать разные схемы автоматизации работы с документами и автоматизировать ключевые бизнес-процессы организации. Существует на рынке с 1997 года. К основным преимуществам разработчики относят возможность использовать систему как коробочное, так и проектное решение. Универсальная система, рассчитанная на предприятия любого масштаба стоимость лицензий для одновременной работы 50 пользователей, использующих полный функционал системы составляет 27400\$, что составляет среднестатистическую стоимость данных программных средств. Большое количество внедрений CompanyMedia обеспечивает модульность системы и реализация на платформе Lotus Notes/Domino. Программа обеспечивает регистрацию, хранение и мгновенный поиск документов, контролирует ход исполнения поручений, формирует различные журналы и отчеты, имеет внутреннюю почтовую систему. Особенностью системы Евфрат-Документооборот является ее гибкость и простота настройки. Система Евфрат-Документооборот масштабируема – она может функционировать как на одном рабочем месте делопроизводителя, так и в рамках крупной организации, независимо от объема и сложности информационных потоков. Уникальной особенностью системы является входящая в комплект поставки собственная СУБД, обеспечивающая работу системы. Таким образом, данная СЭД удовлетворяет поставленным критериям и вполне может подойти для рассматриваемой малой организации.

Второй рассматриваемой системой является LanDocs, разработанная «Ланит». Технологическая платформа для создания информационно-технологических решений разрабатывается с 1996 года. Среди главных преимуществ: функциональность и масштабируемость в меньшей степени поддерживается модульностью, что является значительным недостатком. Сочетание функциональности с открытостью, позволяет при внедрении настроить создаваемую систему в соответствии с нормативной базой и практикой работы с документами конкретного предприятия, ведомства или учреждения. Достигнут высокий уровень масштабируемости решений: в контур документооборота могут быть включены как пользователи вычислительной сети главного офиса, так и сотрудники удаленных подразделений.

Платформа включает в себя ПО высокой степени готовности — автоматизация стандартных широко распространенных бизнес-процессов сводится к настройкам платформы и, как правило, не требует программирования. Наряду с этим, LanDocs предоставляет развитые инструментальные средства, с помощью которых могут быть автоматизированы бизнес-процессы специфичные для данного предприятия или предметной области. Для приобретения лицензий для одновременной работы 50 пользователей, использующих полный функционал системы стоимость составляет 33735\$, что составляет более высокую стоимость по сравнению с выше рассмотренным программным средством. С точки зрения приобретения этого продукта в организацию ООО «Мебель-Сити» это является не целесообразным так, как продукт дороже и по программным свойствам уступает Евфрат- документооборот.

Последней рассматриваемой системой была Дело, разработанная «Электронными Офисными Системами». Представляет собой промышленное решение для обеспечения автоматизации процессов делопроизводства, выпущенная в 1996 году. Первая отечественная система автоматизации документооборота, получившая государственный сертификат наивысшего качества ЦСЦР Госстандарта РФ. Система ориентирована на использование в традиционных делопроизводственных службах с большим количеством стандартизированных документов стоимость лицензий которой для одновременной работы 50 пользователей, использующих полный функционал системы составляет 10245\$, что является самой низкой стоимостью среди рассмотренных нами программных средств. Система является модульной и имеет большое их количество, каждый из модуль приобретается по значительной цене близкой к стоимости всей среды. С точки зрения масштабируемости система обладает практически неограниченной возможностью «увеличения охвата». В СЭД «Дело» одновременно работают от единиц до тысяч пользователей.

Таким образом, анализ систем сред электронного документооборота показал, что в соответствии с поставленными критериями СЭД «Дело» является наиболее оптимальной для малых организаций, поскольку поддерживает все выдвинутые критерии; обладает удовлетворительной стоимостью, что является определяющим фактором при приобретении продукта так, как рассматривая организация является малой и обладает необходимым функционалом, целесообразно в рамках данного исследования выбрать именно эту СЭД.

**к.т.н. доцент Окунев Б.В.,
Салов Н.А.
Филиал МЭИ в г. Смоленске
E-mail: ok-bmv@ Rambler.ru**

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ С БАЗАМИ ДАННЫХ

В работе рассмотрен один из возможных подходов повышения эффективности импорта больших объемов данных в web-приложения. Подход базируется на событийной модели функционирования web-приложений. Рассматриваются некоторые особенности применения вышеупомянутого подхода.

Ключевые слова: web-приложения, импорт данных, базы данных, РНР (Hypertext Preprocessor).

Большинство web-приложений во время своей работы активно взаимодействует с базами данных. В связи с этим, одним из важнейших функциональных требований при проектировании web-приложений является организация возможности высокоэффективного импорта данных. При этом объемы импортируемых данных могут быть достаточно велики, что, в свою очередь, порождает некоторые проблемы при реализации функционала миграции данных. Ресурсы web-сервера, на котором выполняется программный код, обеспечивающий вышеуказанный функционал, как правило, ограничены временем исполнения, объемом потребляемой памяти сервера и т.п. Всё это делает задачу повышения эффективности работы web-приложений с базами данных достаточно актуальной.

В настоящее время значительное количество web-приложений создаются средствами языка программирования для написания сценариев РНР, а также системы управления базами данных MySQL [1]. В данной работе именно для таких web-приложений рассматривается возможности совершенствования процесса импорта

данных. Естественно, что предложенный ниже подход может быть реализован и для других веб-приложений, которые созданы иными инструментами.

При значительных объемах импортируемых данных может возникнуть ситуация, когда PHP-программный код, задачей которого является осуществление импорта данных, израсходует выделенные ресурсы. В данном случае под выделяемыми ресурсами будем понимать максимальное время выполнения одного PHP-программного кода (`max_execution_time`) и максимальное количество памяти, выделяемое для его работы на web-сервере (`memory_limit`). Вероятность возникновения такой ситуации особенно велика на виртуальных хостингах, где объемы вышеназванных ресурсов достаточно малы. При израсходовании PHP-программным кодом ресурсов происходит немедленное прерывание его работы, что может привести к нежелательным последствиям – консистентность данных web-приложения может быть нарушена (например, при импорте были обновлены не все данные, обновление которых предполагалось). Даже в том случае, если консистентность данных не критична, остановка работы PHP-программного кода до завершения импорта приведет к необходимости начать работу с самого начала. Все вышеизложенное может занимать огромное количество времени, вплоть до полной неспособности приложения выполнить поставленную задачу – корректно завершить импорт из-за нехватки ресурсов.

Одним из известных способов решения вышеуказанной проблемы, является увеличение объема выделяемых PHP-программному коду ресурсов. Но, во-первых, данный способ не всегда реализуем (в частности, на виртуальных хостингах), во-вторых, он мало эффективен, впрочем, как и любой экстенсивный подход. Еще одним способом выхода из выше обозначенной ситуации является разбиение процесса импорта данных на несколько этапов. Каждый из таких этапов должен закончиться гарантированно успешно. Но, во-первых, такое разбиение является достаточно сложной задачей – часто затруднительно определить, сколько именно ресурсов потребуется для реализации каждой составляющей процесса. Во-вторых, такое разбиение должно производиться заново для каждой новой задачи импорта, что влечет за собой дополнительные затраты времени на разработку.

В связи с вышеуказанными недостатками, авторами предлагается подход к реализации импорта крупных объемов данных в PHP-приложения, основанный на событийной модели функционирования приложения. Предлагается использование механизма тиков – событий, которые случаются каждые N низкоуровневых операций, выполненных парсером внутри блока `declare`. PHP предоставляет возможность назначить событие, которая будет возникать на каждом тике.

Такое событие может назначаться, например, с использованием конструкции `register_tick_function()`. Таким образом, предлагается осуществлять проверку объема уже израсходованных РНР-программным кодом ресурсов и сравнивать полученные показатели с величиной выделенных максимально доступных объемов этих ресурсов. Для определения лимита памяти и времени исполнения можно воспользоваться функцией `ini_get()` с параметрами `memory_limit` и `max_execution_time` соответственно. Определение порога использования ресурсов в каждом конкретном случае рекомендуется определять исходя из условий функционирования системы. При этом, естественно, следует иметь в виду, что уровень порогов должен быть менее 100 %, так как приложению необходимы дополнительные ресурсы для корректного завершения работы.

Для определения объемов израсходованных РНР-программным кодом ресурсов в каждый конкретный момент времени предлагается использовать функции `memory_get_usage()` (для памяти) и `microtime()` (для времени). Фрагмент программного кода, реализующий вышеназванные операции представлен на рисунке 1. Следует заметить, что размещение в приведенной функции механизма получения лимитов ресурсов сделано лишь для большей наглядности. В реальной же практической ситуации (для увеличения производительности) следует делать это лишь однократно и за пределами данной функции.

```

/**
 * @param $timeLimitPercent - максимальный процент израсходования времени исполнения
 * @param $memoryLimitPercent - максимальный процент израсходования памяти
 * @return bool - истина, если лимиты расходования ресурсов превышены, иначе ложь
 */
public function isResourcesLimitsReached($timeLimitPercent, $memoryLimitPercent) {
    // объемы уже израсходованных ресурсов
    $timeUsage = microtime();
    $memoryUsage = memory_get_usage();

    // максимально доступные выделенные ресурсы
    $timeLimit = ini_get('max_execution_time');
    $memoryLimit = ini_get('memory_limit');

    // проверка на превышение лимитов
    if( ($timeLimitPercent*$timeUsage)/100 >= $timeLimit)
        return true;
    if( ($memoryLimitPercent*$memoryUsage)/100 >= $memoryLimit)
        return true;
    return false;
}

```

Рисунок1 - Листинг фрагмента программного кода

В случае, когда функция возвращает значение «истина» (то есть пороговые значения объемов израсходованных ресурсов достигнуты), необходимо корректно завершить процедуру импорта, так как при продолжении работы РНР-программный код будет завершен в аварийном режиме. В этом случае предлагается записывать в базу данных некоторый указатель, на котором был закончен импорт. Все

это позволит в подавляющем большинстве случаев эффективно выполнить импорт данных практически любых объемов.

Таким образом, используя возможности событийной модели функционирования web-приложений, можно значительно повысить эффективность импорта больших объемов данных в web-приложения.

1. Люк Веллинг, Лора Томсон. Разработка веб-приложений с помощью PHP и MySQL. 4-е издание. М.: Вильямс, 2013. – 848 с.

ассистент Парамонов А.К.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
E-mail: paramonov.a.k@bk.ru

СЕТЕВАЯ АРХИТЕКТУРА ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Проанализированы сетевые архитектуры, применяемые для построения передовых редакционно-издательских систем, сформулированы области применения таких систем в зависимости от типа полиграфического предприятия.

Ключевые слова: полиграфическая система, клиент-серверная архитектура, рабочий поток.

В полиграфических предприятиях наблюдается тенденция к значительному увеличению количества предоставляемых услуг и номенклатуры производимой продукции. Для каждого типа продукции полиграфическая система должна организовать соответствующий вариант технологического процесса. В связи с этим часто необходимо существование в активном состоянии одновременно нескольких вариантов технологических процессов, чтобы повысить эффективность использования оборудования, снизить простои и время выпуска различных типов продукции. При этом к полиграфической системе предъявляются высокие требования по производительности, гибкости и функциональным возможностям.

Современная медиаиндустрия отличается огромными объемами перерабатываемой информации. По мере развития коммуникационных и интернет-технологий появляются новые возможности для приёмов заказов и доставки издания конечным пользователям. Это способствует формированию концептуально новых типов полиграфических систем, основанных на сети Интернет и поддерживающих интернет-ориентированные технологические процессы, такие как Web-to-Print и другие [1].

Важной составляющей таких систем является интеграция с системой логистики и распространения или связь с системой управления рабочими потоками типографии, которая взаимодействует с печатным оборудованием по протоколам сетевой связи.

Все вышеперечисленные тенденции определяют повышенный спрос на сетевые полиграфические системы, которые дают возможность повысить прибыль за счёт эффективной работы, оперативного взаимодействия и снижения затрат на передачу данных. Такие системы называют редакционно-издательскими системами (РИС), или Editorial-Publishing Systems (EPS). По своему назначению они относятся к классу автоматизированных систем управления (АСУ), или Management Information Systems (MIS).

В плане построения системы делятся на открытые и закрытые. В последнем случае пользователь не может вносить свои изменения в функционал системы. Большинство современных полиграфических систем являются открытыми и поддерживают JDF, что позволяет им организовывать технологические процессы, основанные на гибридных рабочих потоках. В гибридных рабочих потоках могут участвовать программные модули и оборудование различных производителей.

Компания Heidelberg являет одним из ведущих производителей печатного оборудования и программного обеспечения для управления полиграфическими системами. РИС Prinect [2] предоставляет возможность скоординированного обмена данными с использованием стандартизированного JDF / JMF интерфейса для промышленности программных систем (MIS) или CIP4 / PPF интерфейс к различным системам допечатной подготовки рабочего процесса.

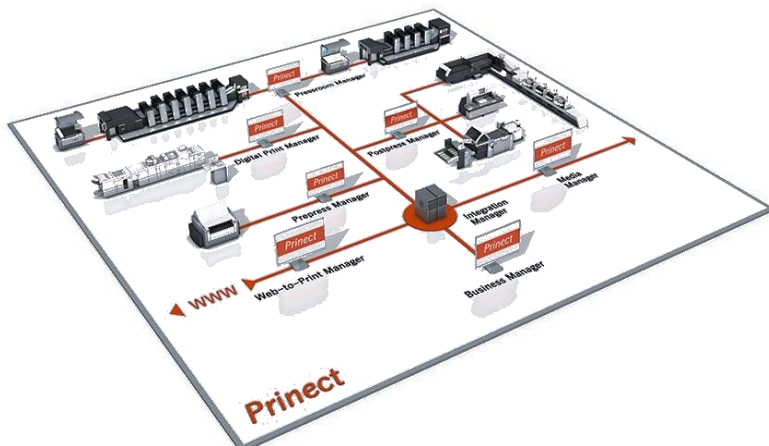


Рисунок 1 – Структура системы Prinect

Prinect использует централизованный подход к управлению полиграфической системой (рис. 1), который основывается на клиент-

серверной архитектуре сетевого взаимодействия. В системе основной сервер управляет приёмом, продвижением заказов по рабочим потокам, сбором данных о текущем состоянии оборудования и его настройкой. С версии 2015 года на сервере используется база данных Microsoft MS SQL. Для обработки изображений и растрования рекомендуется применять отдельный сервер.

Компания Agfa в своём программном комплексе Apogee [3] для построения системы управления рабочими потоками использует клиент-серверную архитектуру и SQL базу данных. Данная РИС для работы применяет формат PDF, поддерживает работу с оборудованием и ПО других производителей по средствам интерфейса JDF / JMF.

Полиграфические системы на основе ПО Prinergy фирмы Kodak [4] и FreeFlow фирмы Xerox [5] аналогично предыдущим решениям используют специализированные сервера для управления рабочими потоками и всей полиграфической системой в целом. Данные системы подходят для полиграфических производств как традиционной, так и цифровой печати.

Компания EFI специализируется на системах и оборудовании для цифровой печати. Программный продукт Fiery использует специализированное клиент-серверное решение для подготовки данных для вывода на оборудовании цифровой печати этой компании [6]. Fiery также рассчитана на интеграцию с такими системами как Heidelberg Prinect, Agfa Apogee, Kodak Prinergy, Xerox FreeFlow, образуя гибридные рабочие потоки, которые объединяют возможности традиционной офсетной печати и цифровую печать [7].

Эффективные новые технологии и интегрированные цифровые рабочие потоки позволяют издательствам снизить расходы за счёт повышения скорости подготовки заказа к печати, повторного использования информационных данных без необходимости создавать их заново, более тесному и оперативному сетевому взаимодействию с заказчиками. Это справедливо для небольших предприятий.

Так как в современных полиграфических системах передаются значительные объёмы информации, применяемая клиент-серверная архитектура наиболее эффективны, когда все производственные участки расположены в пределах одной локальной сети или же некоторые участки подключены к системе через высокоскоростной Интернет канал.

При территориальной удалённости производственных участков и частей полиграфической системы централизованная обработка данных влечёт за собой существенное падение эффективности работы всей системы. Для построения полиграфических систем крупных предприятий с большим количеством филиалов и производственных мощностей, расположенных в разных городах или даже странах, перспективным является использование территориально-распределённых вычислений с применением методов декомпозиции и

обработки данных непосредственно по месту их возникновения или хранения. Это существенно уменьшит объём передаваемых данных и устранил необходимость хранить все данные в одном месте.

1. Раттан К. Кросс-медийные системы в полиграфии и издательском деле. Выбор стратегии./ К. Раттан; пер. с англ. Н. Романова – М.: ЦАПТ, 2007. – 197 с.

2. Prinect. Рабочий поток в типографии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.heidelberg.com/ru/ru/products/workflow/prinect_overview/prinect_overview.jsp

3. Agfa Graphics – Apogee [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.agfagraphics.com/global/en/maings/products_solutions/commercial/workflow_automation/index.jsp

4. PRINERGY Workflow | Graphic Communications [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://graphics.kodak.com/ru/ru/product/printing_workflow/workflow_management/prinergy/default.htm

5. Workflow Software : Xerox [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.xerox.com/digital-printing/workflow/enus.html>

6. EFI_Fiery_Prinect_Integration_Case_Study_1_LTR [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://w3.efi.com/~media/Files/EFI/Fiery/Fiery%20JDF/EFI_Fiery_Prinect_Integration_Case_Study_1_LTR.pdf

7. Fiery Integration [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://w3.efi.com/Fiery/Products/Fiery-Integration>

**д.т.н. профессор Погорелов О.А.,
ассистент Морозов И.В.
Луганский университет им. В. Даля
E-mail: imvdesign@mail.ru**

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ВОДИТЕЛЯ ОТ ЗАСЫПАНИЯ

Предложен вариант построения системы, способной дать высокий результат определения состояния водителя и предотвратить потерю управления транспортным средством.

Ключевые слова: контроль засыпания водителя, голосовой информатор, видеокамера, акселерометр, G-sensor, утомление, компьютерная программа.

Целью работы является повышение степени безопасности управления автомобилем. Для этого разработана система, которая анализирует изменения положения головы водителя и разметку на дороге относительно положения автомобиля на дороге. Анализ всех

вышеперечисленных факторов, выявляет засыпание водителя во время управления транспортным средством, пробуждает его, сигнализируя об опасности.

В нашем сложном мире, где график работы может меняться и в определённых ситуациях не нормироваться, существует высокий риск засыпания водителя за рулём транспортного средства. Это происходит в результате ряда факторов, таких как отсутствие нормального сна, усталость, монотонная езда. Подобное приводит зачастую к аварийным ситуациям. При езде водителя зачастую делается минимум движений и, монотонно глядя в ветровое стекло, особенно в ночное время суток, видит неизменяющуюся картинку. При такой езде водитель может засыпать на доли секунд и может даже сам этого не замечать. Как правило, при езде с попутчиком, который не засыпает, и может поддерживать беседу, а также наблюдать небольшие наклоны головы и слабую потерю управления, это не случается.

Идеей разработки было создать систему, напоминающую водителю о наличии «попутчика», который следит за состоянием дороги и водителем. В статье [1] о компьютерной системе голосового управления транспортным средством было описана реализация на автомобиле компьютера, который определял голос водителя и выдавал команды на их выполнение. Предлагаемая система базируется на данном компьютере, но с добавлением программного обеспечения, а также камеры внутри кабины водителя и дополнительного датчика (измеряющего его положение в пространстве). В систему будет также реализована функция общения с водителем при возникновении критических ситуаций, а также в процессе езды [2, 3].

В наших дорожных условиях точность распознавания теряется, так как дороги не всегда ровные, не говоря уже о наличии разметки на дороге; кроме того, в зимнее время, дороги могут быть покрыты льдом или снегом и подобная система становится бесполезной [4, 5].

Анализ основных тенденций развития автомобилестроения показал, что новые автомобили вероятнее всего будут оснащаться модулями для предотвращения водителя от засыпания. Но автомобили, выпущенные без таких модулей, не смогут обеспечить безопасность транспортного средства. В связи с этим разработана компьютерная система анализирующая состояние водителя и положение автомобиля относительно дороги. Система может общаться с водителем набором записанных фраз, что будет способствовать повышению бдительности человека. Система может быть интегрирована в обычный автомобиль, обеспечивать удобство во время езды, общения водителя с «собеседником», повышая при этом безопасность дорожного движения.

Причинами снижения работоспособности водителей чаще всего являются утомление, употребление алкоголя, болезненное состояние, прием некоторых лекарственных веществ и курение.

Утомление — это закономерный процесс временного снижения работоспособности, наступающий в результате трудовой деятельности. Это объективный процесс, характеризующийся изменениями в организме человека, которые могут быть установлены объективными методами.

Субъективное переживание человеком утомления называется усталостью. Физиологическая сущность усталости заключается в сигнализации организма о необходимости прекратить или снизить интенсивность работы, для того чтобы избежать расстройства функций нервных клеток. Однако далеко не всегда чувство усталости соответствует степени утомления. Человек в состоянии утомления может и не чувствовать усталости под влиянием эмоционального возбуждения, опасности, интереса к выполняемой работе, чувства долга, ответственности за порученное дело. Именно по этой причине водитель в продолжительном рейсе испытывает чувство усталости в меньшей степени, чем сидящий рядом пассажир, хотя длительное управление автомобилем приводит к большему утомлению водителя, чем бездействующего пассажира.

Проанализировав все факторы, влияющие на безопасность водителя, была смоделирована программа обрабатывающая результаты, полученные с внешних датчиков, Структурная схема приведена на (рис. 1).

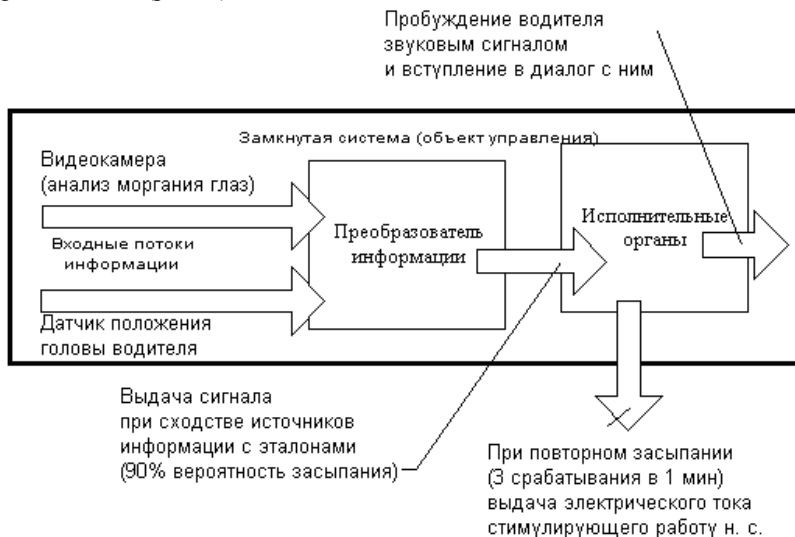


Рис.1. Структурная схема работы программы.

На схеме видно, что система направлена на выявление и сигнализирование водителю о необходимости сна, а при

невозможности последнего - стимулировать дальнейшую работу водителя.

Самым главным является вовремя определить состояние водителя и положение автомобиля. Для этого в системе используется датчик акселерометр — прибор, измеряющий проекцию кажущегося ускорения. Кажущееся ускорение есть ускорение, вызванное равнодействующей сил негравитационной природы, действующих на массу и равное этим силам отнесённой к величине этой массы. В качестве измерительного элемента используется MEMS датчик ускорения Freescale. К одним из важных преимуществ акселерометров MMA7660 можно отнести малое энергопотребление и перестраиваемая частота измерений (от 1 до 120 Гц).

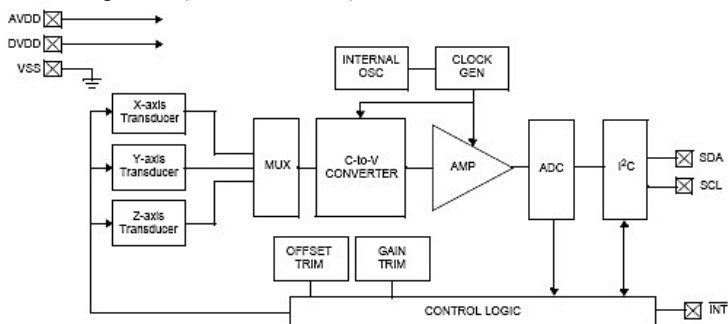


Рис.2. Структурная схема акселерометра MMA7660FC

На рис.2 приведена схема акселерометра работающего в трёх плоскостях X-axls, Y-axls, Z- axls. Питается микросхема 5 вольтами через стабилизатор напряжения. С выхода SDA и SCL снимаются побитовые сигналы которые подаются на com порт. Частота обновления зависит от выбранной частоты измерения и составляет 20 Гц. При изменении, происходит сопоставление сигнала данных с предыдущего измерения и при наличии изменения, система выдаёт команду, на голосовую часть. Начинается диалог с водителем, способствующий пробудить его и восстановить работу нервной системы.

Следующим этапом распознавания возможного засыпания идёт, анализ наших глаз, а точнее либо закрытие век, либо длительное отсутствие моргания. Для этого использовалась видеочка, закреплённая на передней панели, перед лицом водителя (рис. 3).



Рис. 3. Установленная видеокамера на передней панели автомобиля

Данные с камеры оцифровываются, и в разработанной программ идёт распознавание области глаз. После самонастройки системы происходит постоянная обработка области глаз. Суть обработке состоит в постоянном сравнении текущего состояния век, с открытым и закрытым глазом (предварительно сохранёнными эталонами во время настройки системы). Ниже приведен экспериментальный график работы системы (рис. 4).

Ось Y - шкала совпадения с эталоном закрытого глаза. Значение должно стремиться к «0». Ось X – шкала кадров (в данном эксперименте 10 кадров в секунду). На графике видно, что к 723 кадру происходит закрытие глаз на 4 секунда. Подобное сходство нельзя назвать с морганием и система выдаёт команду на выявление засыпания. Происходит выдача голосового интерфейса, что приводит в выдаче вопроса водителю о его самочувствие и возможном отдыхе.

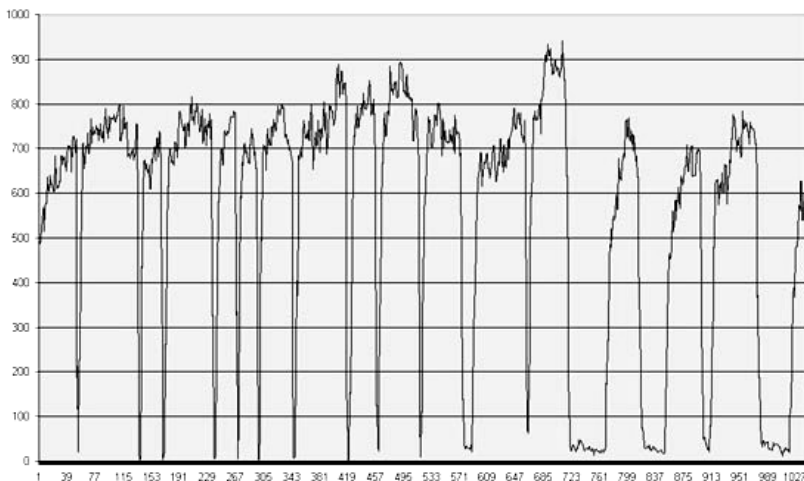


Рис. 4. Экспериментальный график работы анализатора моргания глаз

Описана работа системы способной определять состояние водителя во время управления транспортным средством. Определять склонность водителя к засыпанию, а также применять методы

возвращения водителю бдительности, путём общения с ним. Применены вспомогательные датчики, определения положения головы и видеокамера, использующаяся для распознавания закрытых глаз. Приведен график сигналов обработанных сигналов, при помощи которого можно определить, склонен ли водитель ко сну.

1. Dr.-Ing. D. Anselm, Ismaning; Zwei Jahre elektronische Wegfahrsperre – Ergebnisse im Jahre 1996; Elektronik im Kraftfahrzeug, Tagung Baden-Baden, VDI-Berichte 1287, 1996. pp. 110 – 123.

2. Автомобильная энциклопедия 2008. Издательство: Третий Рим Издательский дом (ООО), Издат. Дом Третий Рим, 2007 – С. 7 – 50.

3. Joe Schurmann, Herbert Meier; TIRIS – Leader in Radio Frequency Identification Technology, Texas Instruments Technical Journal Vol. 10. No. 6.

4. W. Steinhagen, U. Kaiser; A Low Power Read/Write Transponder IC for High Performance Identification Systems, Proceedings of ESSCIR' 94, Ulm, Germany, September 20 – 22, 1994, pp. 256 – 259.

д.т.н. профессор Погорелов О.А.,

ст. преп. Ромашка Е.В.

Луганский университет им. В. Даля

E-mail: RomashkaLena171@gmail.com

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ В ВЫСШЕМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ

В статье рассмотрены проблемы обеспечения качества учебного процесса в высшем учебном заведении. Один из путей повышения качества заключается в использовании информационной управляющей системы. Сформулированы цели информатизации высшего учебного заведения. Перечислены результаты, достигаемые внедрением информационной управляющей системы в учебный процесс.

Ключевые слова: информационная управляющая система, высшее учебное заведение, качество учебного процесса.

Целью данной работы является анализ преимуществ, которые обеспечиваются вследствие использования информационной управляющей системы в высшем учебном заведении.

Высшее учебное заведение в современном понимании – это учебно-научный производственный комплекс. Основными задачами, выполняемыми высшим учебным заведением, являются:

- предоставление образовательных услуг,
- проведение научных исследований,

- повышение квалификации специалистов и ведение административно-хозяйственной деятельности.

Развитие высшего учебного заведения нового типа, готовящего квалифицированных специалистов, возможно и должно проходить на основе внедрения передовых компьютерных технологий и Интернета в процессы обучения и управления учебным заведением.

Основными условиями обеспечения качества учебного процесса в вузе являются:

- цели и содержание образования;
- уровень профессиональной компетентности преподавательского состава;
- материально-техническое обеспечение учебного процесса;
- уровень развития научно-информационной базы процесса обучения.

Качество должно быть гарантировано механизмом внутреннего контроля, а именно постоянным вниманием к качеству со стороны вуза и факультетов.

Одним из главных факторов совершенствования образовательного процесса и увеличения эффективности деятельности высшего учебного заведения является широкое использование информационных технологий. Основой информатизации учебного заведения является информационно-управляющая система, целью которой, является обеспечение комплексного планирование и управление деятельностью высшего учебного заведения.[1]

Под информационной системой понимают систему, организующую, хранящую и преобразующую информацию, то есть систему, основным предметом и продуктом труда которой является информация. Процессы, обеспечивающие работу информационной системы любого назначения, условно можно представить в виде схемы, приведенной на рисунке 1.



Рис.1 - Структура информационной системы

Особенности информационной управляющей системы:

- работа в реальном масштабе времени;
- специфические требования по надёжности и безопасности функционирования;
 - эксплуатационные и инструментальные особенности;
 - непрерывный режим функционирования;
 - оператор часто отсутствует;
 - нештатные ситуации должны корректно разрешаться самой информационной управляющей системой;
 - специфические требования к проектированию и отладке.

Компьютерная революция привела к существенным изменениям в обработке информации в организациях. Одно из исследований в области практики управления показало, что электронная обработка данных и информационно-управляющие системы - это два наиболее широко применяемые в управлении инструмента.[2]

Деятельность высшего учебного заведения необходимо рассматривать как комплекс взаимосвязанных процессов, ориентированных на реализацию целей учебного заведения, в которые вовлечены все его подразделения и службы. Управляя процессами, необходимо добиваться максимально эффективного использования имеющихся в его распоряжении ресурсов. Это означает, что все компоненты системы должны работать согласованно.

Создание единой информационной среды в высшем учебном заведении и его филиалах, путем формирования единой базы данных и использование информационной управляющей системы позволяет повысить эффективность управления за счет автоматизации различных областей деятельности высшего учебного заведения, повысить качество учебного процесса. [3]

Использование информационной управляющей системы предоставляет следующие возможности:

- Наиболее полный охват всех сфер деятельности высшего учебного заведения (учебной, научно-исследовательской и административно-хозяйственной).
- Возможность поэтапного наращивания функционала без изменения основы системы.
- Возможность анализа любого «объекта» с различных точек зрения.
- Использование «тревожных сигналов» при наступлении определенных событий.
- Полная поддержка системы качества высшего учебного заведения.

Информационно-управляющая система должна выдавать информацию о прошлом, настоящем и предполагаемом будущем. Она должна отслеживать все относящиеся к делу события внутри организации и вне ее. Общей целью информационно-управляющей системы является облегчение эффективного выполнения функций

планирования, контроля, производственной деятельности и процесса управления в целом. Самой важной ее задачей является выдача нужной информации нужным людям в нужное время.[4]

Информатизация высшего учебного заведения преследует следующие основные цели:

- организация учебного процесса на уровне, обеспечивающем требуемое качество профессиональной подготовки специалистов;
- обеспечение информационной и технической поддержки научных исследований и подготовки научных кадров;
- обеспечение эффективного управления вузом; обеспечение ведущих позиций университета, как современного учебного заведения, сохранение его конкурентоспособности, повышение авторитета среди абитуриентов.

Задачами создания информационной управляющей системы являются:

- реализация миссии учебного заведения по качественной подготовке высококвалифицированных специалистов в современных условиях;
- информационное обеспечение основных и вспомогательных бизнес-процессов учебных заведений:
 - учебно-методическая деятельность;
 - воспитательная деятельность;
 - научно-исследовательская работа;
 - административно-хозяйственная деятельность;
- повышение эффективности управления учебным заведением руководством ВУЗа;
- создание единой информационной среды для ВУЗа и его филиалов.

Внедрение интегрированной автоматизированной системы управления позволит получить следующие результаты:

- полностью перестроить управление учебным процессом и вузом в целом, получить объективные показатели качества реализации основных бизнес-процессов путем внедрения во все сферы деятельности высшего учебного заведения информационных технологий, сопровождающих эти бизнес-процессы;
- обеспечить соответствие исполняемых бизнес-процессов выработанным корпоративным стандартам качества работы университета через использование информационной системы управления;
- организовать оперативный и исчерпывающий сбор данных в реальном масштабе времени и построение аналитических систем для их обработки и использования в принятии обоснованных управляющих решений;
- унифицировать технологии управленческих функций и системы документооборота для организации образовательных услуг;

- предоставлять разнообразные отчеты и сводки в электронном виде по установленным формам;
- создать условия для дальнейшего развития и совершенствования технологий управления образованием на основе широкого внедрения информационных систем;
- повысить качество образования за счет детального и оперативного контроля каждого технологического этапа процесса образования;
- автоматизировать ключевые процессы деятельности высшего учебного заведения;
- распространить новые принципы построения информационных управляющих систем для целей анализа и внедрения в государственное управление и промышленность;
- реализовать информационную систему, соответствующую мировому уровню.

Сегодня информационные технологии оказывают влияние не только на обработку данных, но и на способ выполнения работы людьми, на продукцию, характер конкуренции. Информация в высших учебных заведениях становится ключевым ресурсом, а информационная обработка – делом стратегической важности. Большинство высших учебных заведений не сможет успешно работать и обеспечивать образовательный процесс на должном уровне, пока не достигнет такого уровня, который возможен лишь при помощи систем, основанных на высоких технологиях.

Внедрение информационной управляющей системы в высших учебных заведениях повышает производительность труда, помогая выполнять работу лучше, быстрее и дешевле, функциональную эффективность, помогая принимать наилучшие решения. Информационные системы повышают качество образовательного процесса.

Выводы: Изучив все преимущества предоставляемые внедрением информационной управляющей системы в высшем учебном заведении можно сделать вывод об актуальности и необходимости ее использования в современных условиях.

Автоматизация дает значительно больший эффект при комплексном подходе. Частичная автоматизация отдельных рабочих мест или функций способна решить лишь очередную "горящую" проблему. Однако при этом возникают и отрицательные эффекты: не снижаются, а порой даже увеличиваются трудоемкость и затраты на содержание персонала; не устраняется несогласованность работы подразделений.

Информационные технологии при всей своей революционности не отменили производственного процесса, и не отняли у человека право принимать решения. Объект управления – высшее учебное заведение не перестал существовать, даже если он стала виртуальным,

внешнее окружение продолжает существовать, необходимость находить решения слабоструктурированных задач осталось. Скорее можно говорить об интенсификации всех процессов в информационном веке. Изменился инструментарий в управлении высшим учебным заведением, но зато настолько сильно изменился, что повлиял на все происходящие в нем процессы.

1. Вроейнстийн А.И. Оценка качества высшего образования. Рекомендации по внешней оценке качества в вузах / А.И. Вроейнстийн. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. – 180 с.

2. William S. Davis, David C. Yen The Information System Consultant's Handbook. Systems Analysis and Design. — CRC Press, 1998. — 800 с. — ISBN 0849370019

3. Коголовский М.Р. Перспективные технологии информационных систем. — М.: ДМК Пресс; Компания АйТи, 2003. — 288 с. — ISBN 5-94074-200-9

4. В. В. Баронов, Г.Н. Калянов, И. Н.Титовский, Ю.И. Попов Информационные технологии и управление предприятием . – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 320 с.

**к.т.н. доц. Пучков А.Ю.,
Лобанева Е.И.
Филиал МЭИ в г.Смоленске
E-mail: lobaneva94@mail.ru**

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ C# И ERLANG

Выбор среды разработки языка программирования требует конкретизировать задачи, стоящие перед разработчиком. Не существует единственно правильного решения задачи. Любой язык рассчитан на определённый набор задач, и чаще всего содержит уже готовые рецепты и наборы решений, изучив которые поставленная задача решается довольно легко.

Ключевые слова: легковесные процессы, C#, Erlang, алгоритмы, многопоточность.

В данной работе проводится сравнительный анализ популярных систем разработки C# и Erlang по следующим критериям: скорость создания процессов, краткость и прозрачность кода, количество потоков, занимаемая память. Потоки представляют собой абстрактную последовательность инструкций или данных вообще, привязанную к соответствующему дескриптору. Потоки являются удобным унифицированным программным интерфейсом для чтения или записи

файлов (в том числе специальных, связанных с устройством), сокетов и передачи данных между процессами.

Следует отметить, что если программа выполняется на одноядерном компьютере, то многопоточность представляет собой механизм, позволяющий выполнять каждый поток в отдельности, затем, операционная система, в которой запущено приложение, принудительно выполняет, в зависимости от приоритета, переключение контекста (context switching). В результате мы имеем не «чистую» параллельность, а её имитацию. Так как на самом деле, одновременно процессор может выполнять только один поток, и операционная система занимается тем, что даёт каждому потоку время для выполнения определённого участка кода. Выполнение каждого потока измеряется в миллисекундах, и человек не замечает переключения, что и даёт эффект параллельного выполнения. Настоящая многопоточность достигается в случае, если в компьютере установлен многоядерный процессор.

В случае одноядерного процессора, с помощью аппаратного таймера определяется момент окончания кванта, выделенного для данного потока. Когда аппаратный таймер генерирует прерывание, процессор сохраняет в стеке содержимое всех регистров для данного потока. Затем процессор перемещает содержимое этих же регистров в структуры данных context. При необходимости переключения обратно на поток, выполнявшийся прежде, процессор выполняет обратную процедуру и восстанавливает содержимое регистров из структуры context, ассоциированной с потоком. Весь этот процесс называется переключением контекста. Если создавать на каждое тело функции отдельный поток, то рано или поздно процессор будет тратить больше времени на переключение контекста, чем на выполнение тел функций. Это обстоятельство позволило сделать вывод, что не стоит делать большое количество потоков, лучше правильно планировать вычисление функции.

Для реализации многопоточности на одноядерном процессоре разработчики затрачивают большие усилия при разработке алгоритма. Поэтому уже на первом этапе проектирования (выбор среды разработки) следует проводить сравнительный анализ эффективности процедур создания многопоточности в той или иной языковой среде программирования. Учитывая широчайший спектр языков на современном рынке программных средств, эта задача не является тривиальной.

В начале рассмотрим реализации легковесных процессов в этих средах. Под легковесными процессами понимаются подпроцессы программы, которые могут исполняться одновременно. То есть в пределах одного потока операционной системы (или нескольких) выполняется множество потоков исходного кода.

В языке Erlang реализована легковесная модель процессов, которые запускаются в виртуальной машине Bogdan Erlang Abstract Machine, которая позволяет: быстро создавать, уничтожать процессы; передавать сообщения между процессами; создавать огромное количество процессов. Для создания процессов используются следующие функции: `erlang:spawn` – создание обычного процесса; `erlang:spawn_lmk` – создание процесса и связывание его с вызывающим процессом; `erlang:spawn_monitor`; `pool:pspawn` - создание процесса на одном из узлов (минимально загруженном) в пуле; `pool:pspwn_link` - аналогично предыдущему пункту, только создается связь между вызывающим процессом и создаваемым. На языке C# реализация модели легковесных процессов отсутствует.

В процессе написания данной работы был проведён тест программ, написанных на языке C# и Erlang, выполняющих создание нескольких процессов, которые, в свою очередь, ставятся на ожидание. Общее время создания потоков на языке C# заняло в среднем 12 секунд. Внутри процесса было создано 1000 потоков, отвечающих за алгоритм и ещё 9 системных потоков процесса, автоматически создаваемых в программе. Заняла данная программа 54 мегабайта памяти и 20 строчек машинного кода. При попытке создать более 1455 потоков (включая системные), система выдала ошибку, предупреждающую о переполнении стека. В Erlang по умолчанию, можно зарегистрировать не более 32 768 процессов. После чего выдаст исключение "system limit". Но данный параметр настраивается, и количество потоков можно увеличить. В общем случае, процессы в Erlang - это аналоги процессов операционной системе в том смысле, что все ссылки на объекты внутри них недоступны другим процессам. Но обеспечивается это не за счет изоляции адресных пространств, а за счет безопасности языка и программной изоляции ссылок. Если проводить аналогии с процессами и потоками Windows, процессы Erlang являются чем-то средним между процессом и потоком, так как, с одной стороны являются изолированным объектным пространством, а с другой – непосредственно исполняют код, принадлежащий этому пространству. Основное отличие процессов Erlang от потоков заключается в том, что реализация переключения контекста в Erlang значительно дешевле, чем для потоков, что позволяет существенно повысить эффективность при исполнении множества процессов Erlang на одном процессоре. На практике это означает, что на обычной пользовательской машине можно запустить несколько десятков тысяч процессов Erlang и не ощутить замедления быстродействия системы. Также была написана программа на языке Erlang, реализующая те же функции, что и программа, написанная на языке C#. Программа написанная на языке Erlang заняла 14 строчек машинного кода и 9 мегабайт памяти. Такое резкое различие объясняется тем, что в Erlang под счётчик процессов выделяется 1 байт, в то время как в C# 6 байт.

Erlang позволяет создавать потоки в больших количествах, при этом, не перегружая процессор. В то время, на C# есть два варианта создания потоков: использование уже готовых потоков из пула и регистрация нового потока. Но чем больше на C# создаётся потоков, тем сильнее нагружается процессор, а ведь, как известно, любой поток выполняется «по чуть-чуть», и создание большого количества потоков чревато тем, что процессор будет дольше выполнять переключение между потоками, чем само тело каждого потока, поэтому создавать их большое количество крайне не рекомендуется. Данная особенность опять же даёт преимущество языку Erlang.

В результате сравнения можно сделать вывод, что Erlang создаёт «легковесные» процессы внутри своей ноды (экземпляра виртуальной машины). Снаружи Erlang занимает ничуть не больше, чем простое консольное приложение. Скорость создания процессов практически моментальная. И занимает всего несколько миллисекунд. Также Erlang отличается краткостью и прозрачностью кода. Ограничение на количество потоков по умолчанию превышает максимально допустимое значение для C# в 21.8 раз. Занимаемая память - в 5 раз меньше, чем у C# приложения. Очевидно, что Erlang при асинхронном программировании просто намного быстрее C#. Так же нода Erlang занимает меньше памяти и процессорного времени, чем C#. Проведенный анализ показал, что для приложений небольшой и средней функциональной наполненности, но требующих создание большого количества легковесных процессов, лучшим решением будет выбор языка программирования Erlang,

**к.т.н. доцент Пучков А.Ю.,
Мостокалова Е.А.,
Чекунова Ю.В.**

**Филиал МЭИ в г. Смоленске
E-mail: julia-2107@yandex.ru.ru**

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАЗРАБОТКИ ПЛАНА ТРЕНИРОВОЧНЫХ НАГРУЗОК

Разрабатываемое приложение позволяет автоматизировать кропотливый и трудоемкий процесс составления плана тренировок на основе циклирования нагрузки и учета разного времени восстановления различных групп мышц. Циклирование нагрузки строится на концепция макро- и микроциклов, обеспечивающая наиболее оптимальный рост результатов в силовых видах спорта. В созданном автоматизированном программном комплексе реализуется алгоритм, позволяющий учитывать различное время восстановления

большого количества мышечных групп после нагрузки, оптимизируя, тем самым, весь тренировочный процесс.

Ключевые слова: автоматизация планирования силовых тренировок, web-приложение, интеллектуальная обработка данных, нечеткая логика.

Сложившаяся на сегодняшний день ситуация в сфере досуга населения, для которой характерны компьютеризация, увлечение онлайн-играми, видеофильмами и социальными сетями становится причиной недостаточного физического развития детей и взрослого населения страны. Согласно данным статистики, количество хронических заболеваний у школьников и подростков с каждым годом лишь увеличивается, в то время как занятия спортом доступны не многим слоям населения в связи с увеличением стоимости платных спортивных услуг и снижением количества бесплатных спортивных школ. Вследствие этого наблюдается особенно интенсивный прогресс сферы услуг, включающей в себя различные спортивные направления, в том числе, набирающие на сегодняшний день все большие темпы развития фитнес-центры и тренажерные залы. Истоки пропаганды активного образа жизни находятся на уровне Правительства, которое все чаще издает указы и постановления, относящиеся к данной сфере жизни общества. В итоге все большее число людей приходит к пониманию того, что здоровье является не менее важным фактором успеха в бизнесе, чем наличие деловых связей.

Реализация стремлений Правительства в области физического совершенствования наталкивается на такую проблему, как нехватка времени для занятий спортом, которая становится причиной желания получить если не максимальный, то наиболее высокий результат, затратив при этом минимальное количество времени и денежных средств. В данной ситуации одним из основных слагаемых успеха является грамотно составленная программа занятий. Ее составлением может заняться инструктор тренажерного зала, однако не стоит оставлять без внимания тот факт, что его квалификация не всегда достаточна для того, чтобы учесть особенности физиологические особенности спортсмена и его реакции на нагрузки, что становится наиболее частым явлением при большой загруженности залов. В этих условиях становится актуальной задача автоматизации процесса разработки плана тренировок.

Приложение дает возможность автоматизирования процесса составления плана тренировок на основе концепции макро- и микроциклов и учета разного времени восстановления различных групп мышц [1]. Данный подход обеспечивает наиболее оптимальный рост результатов в силовых видах спорта. Использование такого подхода позволяет оптимизировать весь тренировочный процесс.

Входными данными для программы являются следующие

показатели: пол, возраст, вес спортсмена, уровень артериального давления, частота сердечных сокращений в покое, а также лучшие результаты в отдельных упражнениях: жим лежа, приседания, тяга, подъем штанги на бицепс. На выходе создается план тренировок с указанием частоты занятий и перечня упражнений.

Программа реализована в виде web-приложения на языке гипертекстовой разметки HTML с использованием языка блочной верстки CSS, языка программирования PHP, прототипно-ориентированного сценарного языка программирования JavaScript и свободной реляционной системы управления базами данных MySQL. Для осуществления возможности разработки на локальном компьютере была использована программа Denwer, реализованная как аналог сервера-провайдера. База данных, разработанная при помощи СУБД MySQL.

В программном комплексе реализован модуль для интеллектуальной обработки данных, основанный на нечеткой логике. Данный выбор обосновывается тем, что нечеткая логика является одной из наиболее эффективных базовых технологий при построении высококачественных систем автоматического управления, функционирующих в условиях неопределенности. В качестве среды разработки был использован высокоуровневый язык и интерактивная среда для программирования, численных расчетов и визуализации результатов MatLab. Это программное средство имеет пакет расширения Fuzzy Logic Toolbox, содержащий инструменты для проектирования систем нечеткой логики. Пакет позволяет создавать экспертные системы на основе нечеткой логики, проводить кластеризацию нечеткими алгоритмами, а также проектировать нечеткие нейросети.

Благодаря функции интеллектуальной обработки происходит анализ данных, введенных пользователем и делаются выводы о результатах занятий, прогрессировании или регрессировании результатов. Интеллектуальный модуль представляет собой совокупность блоков нечеткого вывода. Созданные блоки нечеткого вывода, связаны между собой, что позволяет проводить наиболее полный анализ, учитывая все факторы. Указанные блоки представляют собой нелинейные звенья, операторы которых определяется базой знаний, состоящей из нечетких продукционных правил, и используемым алгоритмом нечеткого логического вывода [2].

На вход каждого блока подаются данные о результатах пользователя в конкретном упражнении за период использования приложения. Внутри блоков происходит анализ введенных данных с последующими заключениями о направлении динамики показателей. На основании выводов блоков принимаются решения о необходимости усовершенствования системы определения нагрузки на соответствующие группы мышц.

Поскольку основным результатом внедрения системы MUSCLETREIN является предоставление пользователю возможности автоматизированной разработки программы тренировок, позволяющей эффективно и систематизировано заниматься спортом. Важной функцией программы является возможность оценки качественных эффектов. Таких, как:

- повышение эффективности занятий спортом, поскольку концепция микроциклов, используемая при составлении программы тренировок, учитывает не только личные результаты спортсмена, но и физиологические особенности организма;

- исключение возможности нанесения травм из-за неправильных или недостаточных нагрузок на различные группы мышц;

- получение возможности самостоятельного повышения общего физического состояния и результатов выполнения нормативов.

При внедрении программы в тренажерные залы и фитнес-центры ожидается проявление косвенных эффектов, например:

- повышение производительности работы тренеров за счет освобождения времени, затраченного на разработку программ;

- оптимизация сервиса, предоставляемого покупателям, следовательно, обеспечение потребительского комфорта;

- увеличение количества времени на личный контакт с клиентами, что, как правило, гарантирует повышение не только качества обслуживания, но и количества повторных посещений.

Программный комплекс может найти своего пользователя и занять соответствующую нишу на рынке программных продуктов, которые направлены на систематизацию и упрощение процесса совершенствования физической подготовки.

1. Хатфилд Ф. Азбука бодибилдинга [Электронный ресурс] URL: <http://2-fit.ru/complexes/137-abc-bodibilding.html> (дата обращения: 03.02.2015)

2. Усков А.А. Системы с нечеткими моделями объектов управления: Монография. – Смоленск: Смоленский филиал АНО ВПО ЦС РФ "Российский университет кооперации", 2013. – 153 с.

**к.т.н. доцент Пучков А.Ю.,
Сасева А.В.,
Михайлова С.Е.
Филиал МЭИ в г.Смоленске
E-mail: anna.saseva@mail.ru**

ВЫБОР МЕТОДА ПРОВЕДЕНИЯ СТОИМОСТНОЙ ОЦЕНКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

В данной работе представлены основные и новые подходы к стоимостной оценке программного обеспечения.

Ключевые слова: стоимостная оценка, подходы, программное обеспечение, информационная система

В силу того что оценка ПО находится на ранней стадии развития, формирование новых подходов и программных средств являются востребованными на рынке. Обоснованный выбор эффективного подхода оценки стоимости программного обеспечения позволяет разработчикам планировать денежные средства, правильно оценивать результат своей работы после разработки ПО и адекватно определять ценовую политику программного продукта. На оценку стоимости влияют многие факторы такие как технические, юридические, психологические. Данное исследование проводилось на основании трех подходов и с учетом специфики программного продукта. Получение экспертных оценок осуществляется массой методов, наиболее доступным является метод сценариев. В этом методе внимания уделено декомпозиции задач прогнозирования, в совокупности охватывающих все возможные варианты разработки.

При разработке программного обеспечения широкого спектра информационных систем приходится решать вопрос стоимостной оценки, так как без его решения невозможно обеспечить экономическую эффективность не только автоматизированного бизнес-процесса, но и всей организации в целом. Необходимость определения стоимости программного обеспечения (ПО) возникает в тех случаях когда происходит например при оценки активов и пассивов организации, оценки имущества фирмы, оценки имущественных прав на ноу-хау и поглощения ПО в более высокой степени иерархии.

В данной работе рассматриваются подходы к оценке стоимости ПО и осуществляется выбор одного из них в соответствии с критерием минимизации затрат на оценку и ее.

Рассмотрение оценки стоимости ПО начнем с доходного подхода, основанного на прогнозировании размера будущего денежного потока, генерируемого в течении срока его полезного применения. При этом следует учитывать такое замечания: чем больше величина денежного

потока, тем выше текущая рыночная стоимость информационных систем. При использовании данного подхода большую значимость представляет модель для расчета фактора дисконтирования, поскольку его значение считается определяющим в практике доходного подхода. Данный подход эффективен для больших систем, но является избыточным и не эффективным для малых программ.

Другим, широко распространенным методом оценки стоимости ПО является затратный подход, применяемый не только для установления рыночной стоимости ПО, но и для целей балансового учета, инвентаризации. Данный подход создан на учете всех затрат, потерпевших на разработку продукта, завершеного к передаче заказчику. В большинстве случаев, затраты на продукт известны, в связи с этим применение данного подхода особенно часто попадает в оценочной деятельности. В подходе отражаются приемы, учитывающие применяемый отличительный характер понесенных затрат, включающие затраты на разработку и моральный износ ПО. Значительным недостатком затратного подхода является то, что он никак не рассматривает будущие выгоды от применения программного обеспечения.

Популярным подходом программного обеспечения является сравнительный, предполагающий осуществление сравнения рыночных продаж программ-аналогов. В этом подходе к вниманию не учитываются понесенные затраты при создании продукта, однако используются потребительские качества ПО. В прочем, сравнительный подход к стоимостной оценке ПО используется довольно редко, из-за возникновения ряда фундаментальных трудностей, заключавшихся: в сложности ПО и динамичном развитии рынка ПО. Также недостатком является то, что мы можем принимать только информацию о сделках, выполненных в ограниченный период времени. Другим фактором затрудняющим применение метода является сложность и неоднозначность применяемых в различных ПО математических моделей [1].

В этом же подходе учитываются также общепринятые критерии качества ПО: как функциональные возможности, удобство использования, качество документации, но все-таки, они носят второстепенную роль по сравнению с обозначенными выше. В сравнительном подходе очень большую значимость имеет экспертная оценка параметров ПО. Следует отметить, что присутствие субъективного мнения может приводить к ошибочной оценки. Но данную ситуацию можно исправить путем усреднения мнений нескольких экспертов.

Представления сложности подхода делают его более конкурентоспособным по сравнению с затратным и доходным методами, так как сама процедура сравнения для человека более очевидна и интуитивно понятна. Кроме того этот подход основан не на

прогнозах будущих периодов, не на затратах прошлых, а прежде всего на реальном состоянии рынка.

Еще одним преимуществом сравнительного подхода является тот факт, что он в отличие от доходного и затратного подходов способен учитывать сложность ПО, в связи с этим основной целью текущего и будущих исследований считают разработку новых методик внутри сравнительного подхода. Новые методики должны быть основаны на математических моделях, умеющих разрешить описанные выше проблемы и учитывать реальные экономические модели, работающие на рынке [2].

Перспективными направлениями в формировании оценки ПО в сравнительном подходе выступают: выявление значимых функций информационной системы; оценка в баллах качества выполнения конкретных функций для аналогов; обнаружение экспертного мнения о коэффициентах веса функций; установления «стоимости» балла качества; обозначения диапазона рыночной стоимостной оценки; установления экспертного мнения о наиболее аргументированной рыночной стоимости.

В развитии сравнительного подхода часто применяются такие направления как:

- разработка математической модели сопоставления ПО. Для математического выражения степени сходимости было предложено включить такое определение как «эквивалентность» ПО. Данное определение часто используется в патентном праве, содержащее сравнения выполняемых функций, результата работы и методов выполнения результата. Одной из задач использования модели было исключение из процесса оценки экспертного выбора наиболее значимых характеристик, которые подвергались дальнейшему сопоставлению;

- разработка интегратора между математическими моделями ПО и экономическими моделями рынка. Следует уметь определять, насколько техническая реализация математических моделей адекватна экономическим моделям, работающим в данной отрасли;

- разработка программного обеспечения, выполняющего работу с предложенными моделями.

Техническая реализация предложенных математических моделей в виде ПО допускает на начальных этапах работы эффективный контроль адекватности разработанных моделей и в последующем использование их для решения реальных задач стоимостной оценки.

С нашей точки зрения наиболее эффективным является экспертный, который хоть и основан на сравнительном подходе, но и позволяет более корректно и полно учитывать особенности конкретной организации. Это удобство заключается в том что как и в сравнительном подходе происходит определение оценки в баллах качества выполнения конкретных функций для аналогов, а основным

преимуществом этого подхода является установления экспертного мнения, позволяющее учитывать различные второстепенные, но достаточно важные факторы в организации. Экспертная оценка является неалгоритмическим методом, помогающее сделать адекватный выбор в пользу того или иного фактора. Применяемые в этом подходе учет экспертного мнения позволяет анализировать различные второстепенные, но достаточно важные факторы.

Можно сделать вывод, что наиболее эффективной методикой является экспертный подход к оценки рыночной стоимости ПО, который позволяет не только адекватно отражать текущую ситуацию на рынке ПО, но и учитывать факторы наиболее значимые для данной конкретной организации.

1. Усков А.А. Системы с нечеткими моделями объектов управления: Монография. – Смоленск: Смоленский филиал АНО ВПО ЦС РФ "Российский университет кооперации", 2013.

2. Усков А.А. Лаврушин В.М., Незовитина О.М. Новый метод статистической обработки экономических данных: кластерный анализ интенсивности. Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика, 2006

**к.т.н. ст. преп. Сеньков А.В.,
Марголин М.С.
Филиал МЭИ в г. Смоленске
e-mail: mikemarg@mail.ru**

СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ ГРАФИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

В работе предложен способ оптимизации графического интерфейса пользователя программного обеспечения, учитывающий индивидуальные потребности пользователей и вероятность обращения к элементам интерфейса.

Ключевые слова: индивидуальный графический интерфейс пользователя, оптимизация.

Во всех сферах деятельности, где происходит взаимодействие специалиста с программным обеспечением, ключевое значение имеет качество графического интерфейса продукта. Высокое качество графического интерфейса пользователя (далее – ГИП) обеспечивает повышение скорости выполнения пользователем рутинных операций, а при необходимости – оперативное нахождение способа выполнения уникальных операций в рамках программного обеспечения. Под ГИП подразумевается разновидность пользовательского интерфейса, в котором элементы интерфейса (меню, кнопки, значки, списки и т. п.),

представленные пользователю на дисплее, исполнены в виде графических изображений. ГИП имеет доминирующее положение среди способов взаимодействия с прикладными программами (приложениями) общего назначения. В настоящее время исторически сложившиеся подходы [1, 2] к разработке ГИП предполагают разработку интерфейса одинаковым для всех пользователей вне зависимости от целей и задач, стоящих перед ними, что обуславливает возникновение дополнительных трудозатрат у пользователей при использовании программного обеспечения. С другой стороны, отсутствуют развитые подходы по проектированию пользователь-ориентированных интерфейсов. Таким образом, актуальной является разработка способа, обеспечивающего оптимизацию интерфейсов пользователя, применение которого позволит учитывать индивидуальные требования пользователя (группы пользователей), такие как используемые пользователем поля данных, порядок их применения, получение справочной информации и т.д., а также индивидуальные особенности взаимодействия пользователя с системой.

Требования к такому способу сформулированы, например, в статье «Требования к способу оптимизации графического интерфейса пользователя программного обеспечения» [3]. На основании этих требований был разработан способ оптимизации ГИП ПО, учитывающий частоту обращения пользователя к определенным группам элементов и затраченное время на переход от одной группы элементов к другой.

Предложенный способ заключается в следующем. На этапе опытной эксплуатации при разработке ПО, программный продукт внедряется на предприятие для эксплуатации группой пользователей. В программный продукт встраивается средство, позволяющее автоматизировать сбор информации о действиях пользователей: фиксируются обращения к элементам интерфейса, типы действий с ними, время обращения и движения манипулятора. Пример файла данных приведен на рисунке 1.

Event Name	Action	Date	Time
fmStudenteditcbGrazdanstvo	Наведен курсор	15.04.2015	22:02:01
fmStudenteditcbGrazdanstvo	Наведен курсор	15.04.2015	22:02:02
fmStudenteditcbGrazdanstvo	Нажата кнопка мыши	15.04.2015	22:02:02
fmStudentedittextBox2	Наведен курсор	15.04.2015	22:02:03
fmStudenteditcbPrpiska	Наведен курсор	15.04.2015	22:02:04
fmStudentedittextBox2	Наведен курсор	15.04.2015	22:02:04
fmStudentedittextBox2	Наведен курсор	15.04.2015	22:02:05
fmStudenteditcbSclNum	Наведен курсор	15.04.2015	22:02:05
fmStudenteditcbSclNum	Нажата кнопка мыши	15.04.2015	22:02:05
fmStudenteditcbPostuplenie	Наведен курсор	15.04.2015	22:02:07
fmStudenteditlabel10	Наведен курсор	15.04.2015	22:02:07
fmStudenteditcbLanguage	Наведен курсор	15.04.2015	22:02:07
fmStudenteditcbLanguage	Нажата кнопка мыши	15.04.2015	22:02:07
fmStudenteditcbPostuplenie	Наведен курсор	15.04.2015	22:02:08
fmStudenteditcbPostuplenie	Нажата кнопка мыши	15.04.2015	22:02:09
fmStudenteditcbAkademStep	Наведен курсор	15.04.2015	22:02:11
fmStudenteditcbAkademStep	Нажата кнопка мыши	15.04.2015	22:02:12
fmStudenteditcbEGE2	Наведен курсор	15.04.2015	22:02:14
fmStudenteditcbCelevik	Наведен курсор	15.04.2015	22:02:14
fmStudenteditcbDeleted	Наведен курсор	15.04.2015	22:02:14
fmStudenteditcbDeleted	Наведен курсор	15.04.2015	22:02:14
fmStudenteditcbLgota	Наведен курсор	15.04.2015	22:02:14
fmStudenteditcbLgota	Наведен курсор	15.04.2015	22:02:14

Рисунок 1 – Пример журнала регистрации событий

На основе полученной информации, аналитическая часть программного обеспечения строит граф вероятности переходов между элементами формы ПО. Граф состоит из вершин и ребер. В роли вершин представлены все элементы формы ПО, к которым может обратиться пользователь. Ребра графа показывают переходы между элементами формы ПО, совершаемые пользователем в ходе работы. Для каждого элемента формы рассчитывается вероятность перехода. Пример графа вероятности переходов приведен на рисунке 2.

Данный граф переходов является графическим представлением модели оптимизации графического интерфейса пользователя. Для каждого элемента интерфейса P вводится функция $V=k(|P_i|)$ – множество элементов; $P_i = \langle x, y \rangle$, где:

- x – координаты элемента по оси абсцисс;
- y – координаты элемента по оси ординат.

Для каждого перехода R вводится функция переходов $R_i = \langle t, r, p \rangle$, где:

- t – время перехода;
- r – расстояние между элементами;
- P – вероятность перехода.

$M=f(|R_i|)$ – множество переходов графа, тогда математическая модель оптимизации имеет вид $F(V, M) \rightarrow \min$.

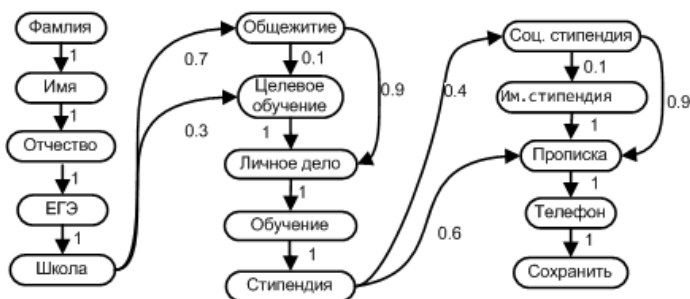


Рисунок 2 – Пример графа вероятности переходов

Граф позволяет выявить проблемы, с которыми сталкиваются пользователи в ходе опытной эксплуатации ПО. Всего выявлено 6 возможных проблем в интерфейсе. К таким проблемам относятся следующие:

1. Элементы расположены не в порядке использования. Если расположение элементов на форме не соответствует виду документа, по которому форма заполняется, то пользователь долго привыкает к различиям между формой и документом и тратит время на лишние переходы между вкладками. При проектировании ГИП разработчик должен учитывать формат документов, с которыми будет работать пользователь. Необходимо исходить не из «красоты» формы, а качества ее наполнения элементами.

2. Ключевые элементы расположены на разных вкладках. Пользователь ради одного элемента переключается на другую вкладку, заполняет элемент и возвращается назад. Пользователь смотрит на значение элемента и делает вывод о необходимости обращения к нему.

3. Выставление значений по умолчанию. Ряд элементов ГИП подразумевает под собой выбор одного из нескольких вариантов значений. Пользователь тратит лишнее время при выборе определенного значения. При работе с базами, пользователь постоянно будет испытывать дискомфорт, связанный с процессом выбора необходимого значения. По умолчанию предлагается выставить значение, используемое в большем % случаев.

4. Календарь. При использовании элемента `monthcalendar` пользователь тратит время на выбор нужного года и месяца. При работе с базами предлагается вычислять год от текущей даты. Если вычисление невозможно реализовать, можно использовать текстовое поле с маской. Ввод чисел в ручную позволит сэкономить время обращения к элементу.

5. `Tabindex`. При производстве ПО программист неоднократно изменяет положение элементов, добавляет или удаляет их. В результате порядок элементов на форме не соответствует значению `tabindex`, что вызывает сложность при использовании табуляции при

работе с формами ПО. После разработки ПО необходимо изменить значения `tabindex` в нужной последовательности. Что позволит пользователю экономить время работы и уменьшить использование мыши.

6. Подсказки. При работе с новым интерфейсом пользователю сложно привыкнуть к формам и функциям элементов. На изучение работы тратится много времени. Всплывающие подсказки позволяют пользователю ознакомиться с функциями элементов ГИП ПО. Их можно использовать до тех пор, пока пользователь не привыкнет к ПО, а затем отключать.

Основной особенностью таких проблем в интерфейсе является то, что они не могут быть идентифицированы разработчиком ПО на этапе проектирования и создания. Кроме того, они могут различаться для разных пользователей.

После того, как проблемы, с которыми встречается пользователь ПО, выявлены, разработчик переходит к их устранению. Часть проблем может быть устранена автоматически, без вмешательства разработчика. Однако, могут быть выявлены и такие проблемы, требующие от разработчика творческого подхода для их решения.

После их устранения, разработчик может отдать ПО на очередное испытание пользователям или самостоятельно промоделировать работу продукта. Моделирование проводится на основании полученных ранее статистических данных поведения пользователя и позволяет получить оценку эффективности интерфейса. Необходимость моделирования вызвана тем, что в новой версии ПО так же могут быть выявлены проблемы, требующие устранения. Моделирование работы ПО и устранение проблем проводится до тех пор, пока разработчик не придет к оптимальной форме ПО, которая будет удовлетворять пользователя. После этого можно говорить о том, что интерфейс ПО оптимизирован.

Таким образом, способ включает следующие этапы:

1 этап: Постановка задачи оптимизации ГИП ПО перед разработчиком.

2 этап: Подключение программных средств для сбора информации о действиях пользователей в журнал регистрации событий.

3 этап: Эксплуатация ПО пользователем (группой пользователей), протоколирование работы пользователя.

4 этап: Анализ журнала регистрации событий, построение графа вероятностей переходов между элементами формы ПО.

5 этап: Построение математической модели и ее оптимизация.

6 этап: Перемещение элементов ГИП для исключения проблемных мест интерфейса.

7 этап: Повторение этапов 1-6, выбор лучшего варианта оптимизации.

Приведенный выше способ обеспечит повышение эффективности применения программного обеспечения пользователем в процессе его ежедневной деятельности.

1. Z. Krzysztof, D. Weld. Decision-theoretic user interface generation, 2008

2. Gajos, K. Z.; Everitt, K.; Tan, D. S.; Czerwinski, M.; and Weld, D. S. 2008. Predictability and accuracy in adaptive user interfaces. InCHI'08. New York, NY, USA: ACM Press.

3. Сеньков А.В., Марголин М.С. Требования к способу оптимизации графического интерфейса пользователя программного обеспечения // Сборник научных статей по итогам Четвертой Международной научно-практической конференции. В 2-х т. Т 1. – Смоленск: Смоленский филиал Российского университета кооперации, 2014. – С.360-364.

д.т.н. профессор Усков А.А.
Смоленский филиал Российского университета кооперации,
к.м.н. доцент Шипилов М.В.
ОГБУЗ "Клиническая больница № 1 г. Смоленска"
E-mail: prof.uskov@mail.ru

ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ОСТРЫХ РЕСПИРАТОРНЫХ ВИРУСНЫХ ИНФЕКЦИЙ

Представлены разработанные авторами экспертные системы для комплексной информационной поддержки врачей различных специальностей с целью диагностики, лечения и определения прогноза течения острых респираторных вирусных инфекций. Рассмотрены основные принципы функционирования экспертных систем, приведены входные и выходные данные. Отличительной особенностью экспертных систем является учет концентрации цитокинов в сыворотке крови больных, характеризующий реакцию иммунной системы на внедрение вируса. Экспериментальное исследование показало высокую эффективность описанных экспертных систем в медицинской практике.

Ключевые слова: диагностика, лечение, ОРВИ, экспертная система

Введение. Острые респираторные вирусные инфекции (ОРВИ) занимают первое место в структуре инфекционной заболеваемости [1, 2]. Случаи временной нетрудоспособности от ОРВИ составляют 12-14% от общего количества заболеваний. Ежегодно 15-20 млн. россиян переболевают ОРВИ, которые нередко протекают тяжело, с выраженными симптомами интоксикации, а, в ряде случаев, и с летальным исходом [1, 2]. Особенно это касается гриппа, протекающего с развитием пандемии, т.е. с охватыванием значительной части населения Земли в течение короткого промежутка времени (за несколько месяцев) [3]. Каждый год экономический ущерб от ОРВИ составляет до 77% всего ущерба от инфекционных болезней [1], вследствие чего не вызывает сомнений актуальность мер по повышению эффективности диагностики и лечения ОРВИ.

Наиболее часто в популяции людей встречаются следующие ОРВИ: грипп, парагрипп, аденовирусная инфекция (АДВИ), респираторно-синцитиальная вирусная инфекция (РСВИ). ОРВИ, вызываемые другими респираторными вирусами, достаточно малочисленны и занимают лишь доли процентов в структуре инфекционной заболеваемости [1-3].

Ввиду широкого распространения ОРВИ в их диагностике и лечении принимают участие не только инфекционисты, но и врачи других специальностей (участковые терапевты, семейные врачи, пульмонологи и др.), не всегда в полной мере обладающие достаточными знаниями в постановке правильного диагноза и выборе тактики лечения. Следует также отметить неспецифичность клинической симптоматики данных острых вирусных заболеваний с лишь небольшим процентом типично протекающих форм [2]. К тому же, точная лабораторная верификация типа ОРВИ (метод полимеразной цепной реакции, реакция непрямой гемагглютинации или метод флюоресцирующих антител) является достаточно затратной, занимает длительное время (от нескольких дней до недели), оказываясь наиболее часто ретроспективной [1-3].

Несмотря на трудности в постановке правильного диагноза, от правильности его постановки зависит выбираемая тактика лечения; особенно это касается гриппа [1, 3]. К тому же, неверное определение типа ОРВИ, в ряде случаев, может существенно снизить вероятность благоприятного исхода заболевания. Поэтому, в связи с отсутствием быстрой лабораторной верификации возбудителя лечащему врачу важно правильно поставить предварительный диагноз с высокой долей вероятности по косвенным клиническим показателям: данным осмотра и опроса пациента, а также по тем лабораторным исследованиям, результат которых можно получить уже в течение нескольких часов, максимум – суток. Однако для правильной постановки диагноза ОРВИ по косвенным показателям лечащий врач должен обладать достаточно большим клиническим опытом.

В связи с этим, а также для уменьшения вероятности врачебных ошибок при определении типа ОРВИ по косвенным показателям у взрослых лиц (в возрасте старше 15 лет), была разработана экспертная система (ЭС) “Экспресс-диагностика и прогноз течения ОРВИ”.

В результате проведенных исследований было показано, что у больных ОРВИ в той или иной степени выявляется нарушение функционирования «цитокиновой сети», связанное с изменением активности эффекторных клеток крови (моноцитов, макрофагов, нейтрофилов, лимфоцитов и др.), которое часто приходит к норме к периоду реконвалесценции [4]. Однако в ряде случаев (например, при тяжёлом течении гриппа рН1N1) активность иммунокомпетентных клеток усиливается настолько, что происходит бесконтрольная выработка ими мощных провоспалительных цитокинов, которые в большом количестве приводят к нарушению функционирования различных органов и тканей, прежде всего к поражению лёгких с развитием острого респираторного дистресс-синдрома, а также полиорганной недостаточности. Данное патологическое состояние, называемое в литературе как “цитокиновый шторм” или “цитокиновая буря” нередко заканчивается летально [4]. Авторами впервые было введено понятие “уровень цитокинового шторма”, косвенно отражающего активность эффекторных клеток крови и измеряемое в баллах по 10-бальной шкале (нулевой уровень соответствует состоянию активности иммунной системы у здорового человека).

Разработанная ЭС “Нарушения функционирования цитокиновой сети у больных ОРВИ” предназначена для выявления первых признаков усиления активности иммунокомпетентных клеток, прежде всего исходя из уровня цитокинов в сыворотке крови, с рекомендациями по коррекции данного патологического, чрезвычайно вредного и опасного для человеческого организма состояния.

Для информационной поддержки врача в плане адекватного назначения режима, диеты и лекарственных препаратов больным ОРВИ разработана ЭС “Рекомендации по лечению больных ОРВИ”. Особенностью данной ЭС является учет уровня цитокинов в сыворотке крови, отражающих состояние цитокиновой сети организма. Согласно проведенным исследованиям, в лечении больных ОРВИ следует учитывать возникающие изменения цитокиновой сети с их оперативной коррекцией для более быстрого и полного достижения выздоровления больного [4].

Ниже описаны разработанные ЭС “Экспресс-диагностика и прогноз течения ОРВИ”, “Нарушения функционирования цитокиновой сети у больных ОРВИ”, “Рекомендации по лечению больных ОРВИ”.

Принципы функционирования ЭС. Рассматриваемые ЭС построены на основе алгоритма дедуктивного нечеткого логического вывода, использующего базу нечетких продукционных правил, полученных экспертным методом. Данная модель позволяет

представлять как декларативные, так и процедурные знания. Кроме того, использование нечеткости при построении условных высказываний позволяет формально включать в них знания экспертов, выраженные вербальными категориями типа "много", "средне", "мало", "часто", "вероятно", "приблизительно столько-то" и т.п. [5 - 7].

Имеется три типа входных факторов алгоритма нечеткого вывода ЭС:

- количественные факторы (например, температура тела пациента t^o);
- дискретные факторы, принимающие значения из некоторого ограниченного счетного множества (например, состояние пациента {"лёгкое", "средней тяжести", "тяжёлое", "крайне тяжёлое"});
- дискретные бинарные факторы, принимающие два значения "да"/"нет" (например, "цианоз" {"да"/"нет"}).

Для всех входных факторов определяются нечеткие множества, задаваемые своими функциями принадлежности. Например, на рисунке 1 показана функция принадлежности для нечеткого множества "температура тела нормальная" (по результатам измерений в подмышечной впадине).

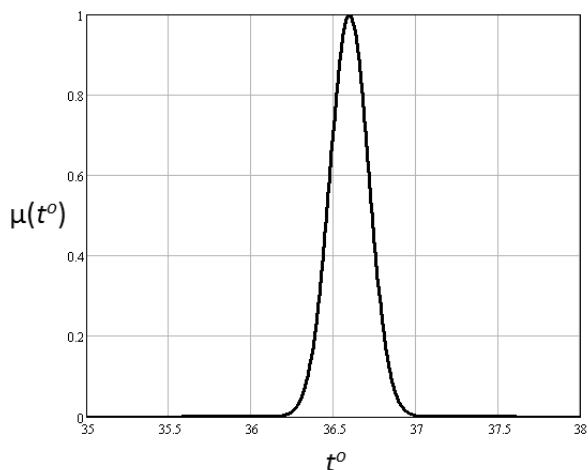


Рисунок 1 – Функция принадлежности нечеткого множества "температура тела нормальная"

Для факторов, принимающих значения из ограниченного счетного множества, функции принадлежности задаются таблицами. Например, в таблице 1 приведены значения функции принадлежности для нечеткого множества "состояние пациента крайне тяжелое".

Таблица 1. Функция принадлежности нечеткого множества "состояние пациента крайне тяжелое".

Значение фактора	Значение функции принадлежности
Лёгкое	0.2
Средней тяжести	0.5
Тяжёлое	0.8
Крайне тяжёлое	1

Для бинарных дискретных факторов также определено несколько нестандартных функций принадлежности. В частности, так называемые, подсчетные функции принадлежности, принимающие значения в соответствии с формулой:

$$\mu = \frac{m}{n},$$

где n – общее число бинарных факторов, являющихся аргументами функции принадлежности, m – число факторов принимающих значение “да”.

Например, функция принадлежности нечеткого множества “жалобы пациента” определяется значениями девяти факторов (“боль и тяжесть в груди”, “чувство “нехватки воздуха””, “головная боль”, “тошнота”, “рвота”, “насморк”, “кашель”, “боли в мышцах”, “диарея”).

При формировании предпосылок нечетких продукционных правил используются связки «И», «ИЛИ», «НЕ». Например, предпосылка нечеткого продукционного правила может иметь вид [5-7]:

если (“температура тела” есть “высокая” или “артериальное давление” есть “высокое”) и (“боль и тяжесть в груди”, “чувство “нехватки воздуха””, “головная боль”, “тошнота”, “рвота”, “насморк”, “кашель”, “боли в мышцах”, “диарея”) есть “Жалобы пациента”, то ...

Для реализации логических связок используются “мягкие” операции [6-8]:

$$\mu_{and} = \mu_1 \cdot \mu_2, \mu_{or} = \mu_1 + \mu_2 - \mu_1 \cdot \mu_2, \mu_{not} = 1 - \mu.$$

Использование таких логических связок по сравнению с традиционными “жесткими” связками min и max позволяет более гибко решать задачу нечеткой аппроксимации [8].

Например, имеется два пациента, для первого функция принадлежности “температура тела высокая” принимает значение 0.5, а функция принадлежности “состояние пациента крайне тяжелое” – 0.2. Тогда функция принадлежности нечеткого множества “температура тела высокая и состояние пациента крайне тяжелое” при использовании “мягкой” связки “И” будет равна 0.1, а при использовании “жесткой” связки «И» типа min – 0.2.

Теперь, предположим, имеется другой пациент, для которого функция принадлежности “температура тела высокая” принимает

значение 0.7, а функция принадлежности “состояние пациента крайне тяжелое” – 0.2. Очевидно, что по смыслу функция принадлежности нечеткого множества “температура тела высокая и состояние пациента крайне тяжелое” у данного пациента должна быть больше, чем у первого пациента, в тоже время, имеем при использовании “мягкой” связки “И” – 0.14, а при использовании «жесткой» связки “И” типа \min – 0.2, т.е. значение функции принадлежности для обоих пациентов одинаковое. Таким образом, “мягкие” связки в данном случае более гибко описывают складывающуюся ситуацию.

Имеется два типа выходных сигналов алгоритма нечеткого вывода ЭС:

- количественные факторы (например, “длительность пребывания в стационаре”);
- дискретные факторы, принимающие значения из некоторого ограниченного счетного множества (например, наиболее вероятный диагноз {грипп H1N1, грипп A/H3N2, АДВИ, парагрипп, РСВИ}).

Для количественных выходных сигналов продукционные правила имеют вид:

если ..., то Y есть A,

где A – нечеткое число, заданное своей функцией принадлежности.

Для определения выходных сигналов в данном случае используется так называемый алгоритм нечеткого логического вывода Мамдани [7, С. 40].

Для дискретных выходных сигналов продукционные правила имеют вид:

если ..., то Z есть B,

где B – одно из возможных значений, из множества, на котором определен дискретный фактор Z .

Например:

если ..., то Z есть Грипп H1N1,

если ..., то Z есть Парагрипп.

Для получения выхода ЭС здесь используется так называемая нечеткая модель выбора вариантов при дедуктивном логическом выводе [8, С. 64]. В данном случае выходное значение определяется путем выбора следствия продукционных правил с наибольшим значением функции принадлежности.

Особенностью заполнения базы знаний рассматриваемых ЭС является то, что на стадии составления каждого продукционного правила выбирается не только тип функций принадлежности из заранее определенных, но и, в ряде случаев, их вид, а также тип логической связи, наилучшим образом отражающие ту зависимость, о которой говорят эксперты.

Для составления базы знаний ЭС привлекались ряд ведущих врачей-инфекционистов Смоленской области, а также г. Москвы.

В среднем на составление одного производственного правила уходит порядка 20 минут. На данный момент за год работы удалось сформировать базу знаний, содержащую более 1000 производственных правил, отражающих все основные ситуации, встречающиеся при диагностике и лечении ОРВИ.

Описание ЭС “Экспресс-диагностика и прогноз течения ОРВИ”. Разработанная ЭС работает в среде Windows 2000/XP/Vista/7. Интерфейс прост в использовании и может быть легко освоен врачами, владеющими лишь азами компьютерной грамотности (рисунок 2) [9].

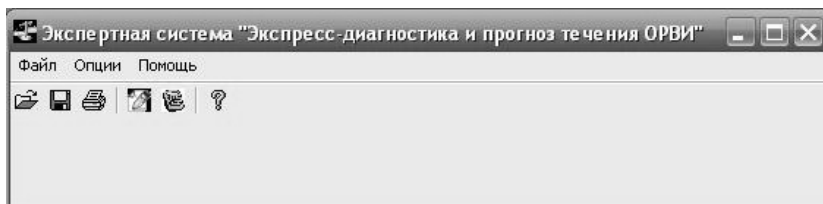


Рисунок 2 – Главная форма ЭС "Экспресс-диагностика и прогноз течения ОРВИ".

Входные данные, вводимые для работы ЭС, следующие (Рисунок 3):

1. Основные данные о пациенте: пол (м, ж), возраст (15-90 лет), масса тела, рост, беременность (да, нет), ожирение (нет, I степень, II степень, III степень, IV степень), хронические болезни внутренних органов нет/да (дыхательной системы, сердца, почек, печени), сведения о проведенной вакцинации против гриппа в данном сезоне (привит, не привит), принимал ли препарат для профилактики ОРВИ (да, нет), интервал между днем начала болезни и днем обращения к врачу (0-10 дней).

2. Начало болезни (внезапное, острое, подострое, постепенное).

3. Данные осмотра: состояние пациента (лёгкое, средней тяжести, тяжёлое, крайне тяжёлое), жалобы (боль и тяжесть в груди, чувство "нехватки воздуха", головная боль, тошнота, рвота, насморк, кашель, боли в мышцах, диарея), кровохарканье (да, нет), температура тела, цианоз (да, нет), лицо (гиперемировано, бледное), катаральный синдром (ринит, фарингит, ларингит, трахеит, бронхит), пульс, артериальное давление (систолическое, диастолическое), частота дыхательных движений, влажные хрипы в лёгких (да, нет), крепитация в лёгких (да, нет), конъюнктивит (да, нет), увеличение лимфатических узлов (да, нет), увеличение печени (да, нет), увеличение селезёнки (да, нет), сыпь (да, нет).

4. Лабораторные исследования: общий анализ крови (количество эритроцитов, уровень гемоглобина, цветной показатель, количество тромбоцитов, количество лейкоцитов, количество базофилов, количество эозинофилов, количество палочкоядерных

нейтрофилов, количество сегментоядерных нейтрофилов, количество лимфоцитов, количество моноцитов, скорость оседания эритроцитов), общий анализ мочи (наличие протеинурии), биохимическое исследование крови (белок, мочевина, креатинин, глюкоза, билирубин, АЛат, АСаТ), группа крови больного (I-IV группа), резус-фактор (положительный, отрицательный).

5. Результаты рентгенографии органов грудной клетки (в пределах нормы, расширение корней лёгких, сегментарная пневмония, долевая пневмония, двусторонняя пневмония, тотальная двусторонняя пневмония).

6. Концентрация цитокинов в сыворотке крови при обследовании (в остром периоде заболевания), представленная в таблице 2.

Основные данные о пациенте

Пол: Мужской Окраска: нет
 Возраст: 38 Вакцинация против гриппа: не привит
 Масса тела: 72 Приняты ли препараты для профилактики: нет
 Рост: 175 Начато болезни: неизвестно
 Беременность: нет Интервал между днем начала болезни и днем обращения к врачу (дней): 2

Данные осмотра

Состояние пациента: Средней тяжести

Жалобы

- Боль в груди и тяжесть в груди
- Чувство "кашлевого воздуха"
- Головная боль
- Тошнота
- Рвота
- Диарея
- Сухой кашель
- Насморк
- Кашель

Артриты и боли

Плечо: 05 Шея: нет
 Суставовые (вс. рт. ст.): 140 Ляца: Гиперформно
 Диагностические (вс. рт. ст.): 05 Катаральный острый фарингит
 Наличие кариозных зубов: нет
 Частота дыхательных движений: 20 Увеличение лимфатических узлов: нет
 Наличие влажных хрипов в легких: да Увеличение печени: нет
 Наличие крепитации в легких: нет Увеличение селезенки: нет
 Кровохарканье: нет Сыпь: нет
 Температура тела (град. Цельсия): 38,5

Рентгенография органов грудной клетки в пределах нормы

Концентрация цитокинов в сыворотке крови при обследовании (в остром периоде заболевания)

ФНО-альфа (pg/ml)	20,1	РАИЛ (pg/ml)	1405	ИЛ-8 (pg/ml)	107,5
ИИФ-гамма (pg/ml)	23,6	ИЛ-2 (pg/ml)	12,3	ИЛ-10 (pg/ml)	12,6
ИИФ-альфа (pg/ml)	10,4	ИЛ-4 (pg/ml)	0,2	ИЛ-17 (pg/ml)	2,4
ИИЛ-1 бета (pg/ml)	4,6	ИЛ-6 (pg/ml)	11,3	ИЛ-18 (pg/ml)	214,8

Лабораторные исследования

Общий анализ крови

Количество эритроцитов (E+12/l)	3,2
Уровень гемоглобина (g/l)	100,5
Цветный показатель	0,85
Количество тромбоцитов (E+9/l)	234,2
Количество лейкоцитов (E+9/l)	10,3
Количество базофилов (%)	3,2
Количество эозинофилов (%)	7,3
Количество палочкоядерных нейтрофилов (%)	10,4
Количество сегментоядерных нейтрофилов (%)	74,2
Количество лимфоцитов (%)	35,9
Количество моноцитов (%)	20,0
Скорость оседания эритроцитов (мм/час)	35,6

Общий анализ мочи

Наличие протеинурии (белок в моче, g/l): 0,2

Биохимическое исследование крови

Белок (g/l)	70,3	Билирубин общий (мкмоль/l)	9,3
Мочевина (ммоль/l)	15,2	АЛат (ммоль/l)	20,4
Креатинин (ммоль/l)	100,4	АСаТ (ммоль/l)	15,3
Глюкоза (ммоль/l)	5,2		

Группа крови больного: 0 Резус-фактор: положительный

Готово

Рисунок 3. Ввод данных в ЭС "Экспресс-диагностика и прогноз течения ОРВИ".

Таблица 2. Концентрации цитокинов в сыворотке крови и диапазон изменений.

№	Цитокин	Диапазон изменения, пг/мл
1	ФНО- α	0 - 51,4
2	ИНФ- γ	0 - 128,4
3	ИНФ- α	0 - 500
4	ИЛ-1 β	0 - 163,3
5	РАИЛ	0 - 3000
6	ИЛ-2	0 - 64,7
7	ИЛ-4	0 - 3,801
8	ИЛ-6	0 - 300
9	ИЛ-8	0 - 250
10	ИЛ-10	0 - 44,958
11	ИЛ-17	0 - 13,177
12	ИЛ-18	0 - 1000

Отличительной особенностью разработанной ЭС явился учет концентрации провоспалительных и противовоспалительных цитокинов в сыворотке крови больных, характеризующий состояние иммунной системы («циткиновой сети») и её реакцию на внедрение и размножение вируса в виде неоднозначных изменений активности эффекторных клеток крови (моноцитов, макрофагов, нейтрофилов и Т-лимфоцитов), что прямо связано с тактикой лечения и прогнозом ОРВИ. К тому же, в ЭС отдельным диагнозом был введен появившийся только с 2009 г. грипп рН1N1 (пандемический высоковирулентный грипп), характеризующийся более тяжелым течением заболевания в сравнении с гриппом А/Н3N2, а также более выраженным дисбалансом функционирования цитокиновой сети [4].

На основе приведенных данных с использованием базы знаний и алгоритма нечеткого логического вывода ЭС выдает следующую информацию (рисунок 4):

1. Наиболее вероятный диагноз (тип ОРВИ из наиболее часто встречающихся в популяции): грипп рН1N1, грипп А/Н3N2, АДВИ, парагрипп, РСВИ. В ряде случаев может быть выдано: “здоров” или “не определён”.

2. Вероятность благоприятного исхода заболевания.

3. Ориентировочное время инволюции симптомов интоксикации, нормализации температуры тела, инволюции катарального синдрома, выздоровления.

4. Ориентировочная длительность госпитализации в стационаре (1-10 суток).

5. Ориентировочные затраты по лечению пациента.

Результаты обработки

1. Наиболее вероятный диагноз (тип ОРВИ из наиболее часто встречающихся в популяции)
2. Вероятность благоприятного исхода заболевания
3. Ориентировочное время инволюции симптомов интоксикации, нормализации температуры тела, инволюции катарального синдрома, выздоровления.
4. Ориентировочная длительность госпитализации в стационаре
5. Ориентировочные затраты по лечению пациента

Рисунок 4. Пример результата обработки в ЭС "Экспресс-диагностика и прогноз течения ОРВИ".

Описание ЭС "Нарушения функционирования цитокиновой сети у больных ОРВИ" и "Рекомендации по лечению больных ОРВИ". Входные данные, вводимые для работы рассматриваемых ЭС, такие же, как и для ЭС "Экспресс-диагностика и прогноз течения ОРВИ". Кроме того, вводится диагноз (тип ОРВИ из наиболее часто встречающихся в популяции): грипп рН1N1, грипп А/Н3N2, АДВИ, парагрипп, РСВИ.

На основе приведенных данных с использованием своей базы знаний ЭС "Нарушения функционирования цитокиновой сети у больных ОРВИ" выдает следующую информацию:

1. Уровень цитокинового шторма в баллах от 0 до 10.

"Уровень цитокинового шторма" – введенный авторами параметр для характеристики активности эффекторных клеток крови (преимущественно моноцитарно-макрофагального звена иммунитета) при внедрении и размножении респираторных вирусов с помощью изучения уровня и динамики провоспалительных и противовоспалительных цитокинов в сыворотке крови, измеряемый по десятибалльной шкале (0 – отсутствие изменений цитокиновой сети, 1-3 – изменение концентрации цитокинов, соответствующее лёгкой форме ОРВИ, 4-8 – среднетяжёлая форма ОРВИ, 9-10 – тяжёлая форма ОРВИ с высокой вероятностью летального исхода).

2. Вероятность неблагоприятного (летального) исхода заболевания.

3. Ориентировочное время утяжеления состояния больного с развитием полиорганной недостаточности (острого респираторного-дистресс синдрома, поражения почек, сердца и др.).

4. Отделение для лечения (инфекционное, реанимационное).

5. Ориентировочное время инволюции симптомов интоксикации, нормализации температуры тела, инволюции катарального синдрома, выздоровления.

6. Рекомендации по коррекции этиотропного лечения с учетом выявленного дисбаланса функционирования цитокиновой сети (арбидол, тамифлю, виферон, ингавирин, кагоцел, анаферон), а также дезинтоксикационной терапии (обильное питье, парентеральное введение 5% раствора глюкозы, полиглюкина).

7. Ориентировочная длительность госпитализации в стационаре.

ЭС “Рекомендации по лечению больных ОРВИ” выдает следующую информацию:

1. Рекомендации по режиму (режим: постельный, полупостельный, палатный, свободный).

2. Рекомендации по диете (диета: обильное питье, клюквенный морс, малина, черная смородина, апельсины, лимон, соки, мёд).

3. Необходимость назначения этиотропных (противовирусных) препаратов.

4. Необходимость назначения иммунокорректоров.

5. Необходимость проведения парентеральной дезинтоксикационной терапии, ее интенсивность.

6. Обоснованность назначения других лекарственных средств (противокашлевых, жаропонижающих, сосудосуживающих, десенсебилизирующих, витаминов).

7. Длительность госпитализации в стационаре.

Заметим, что информация, выдаваемая рассматриваемыми ЭС, частично дублируется, что сделано для того, чтобы каждая из ЭС была независимым логически законченным приложением и могла использоваться отдельно от других систем.

Результаты тестирования. Экспериментальное исследование ЭС “Экспресс-диагностика и прогноз течения ОРВИ”, проведенной на данных 83 пациентов, показало, что вероятность постановки правильного диагноза составила более 95%. При этом время на постановку предварительного диагноза составило всего лишь несколько часов (до суток, с учетом использования комплекса лабораторных и инструментальных данных).

Отдельно исследовалась достоверность экспресс-диагностики – способность метода отличать здоровых людей от больных. Она включает два компонента: чувствительность и специфичность. Чувствительность – способность метода правильно определять тех, у

кого болезнь есть. Она измеряется долей положительных результатов у действительно больных – долей истинноположительных результатов. Специфичность – способность метода правильно определять, у кого нет болезни. Она измеряется долей истинноотрицательных результатов - отрицательных результатов у здоровых людей. Исследование показало: чувствительность близка к 100%, специфичность более 95%.

Таким образом, определенные в эксперименте вероятность постановки правильного диагноза, чувствительность и специфичность дают возможность использовать данную ЭС в качестве скрининг-метода для диагностики ОРВИ и оценки прогноза течения, что, по нашему мнению, может способствовать уменьшению числа диагностических ошибок, особенно среди врачей неинфекционных специальностей.

Оценить качество ЭС “Нарушения функционирования цитокиновой сети у больных ОРВИ” и “Рекомендации по лечению больных ОРВИ” значительно сложнее. Это связано с тем, что имея одну и тоже информацию о пациенте разные врачи, даже очень высокой квалификации (первой и высшей категории), подчас, дают различные рекомендации по лечению. Кроме того, не ясно, как объективно оценить различие в рекомендациях врача и ЭС, если они не совпадают.

Для оценки качества рассматриваемых ЭС использовался экспертный метод. Были сформированы карточки с информацией о 100 пациентах и выходных данных ЭС. Экспертная группа состояла из 10 экспертов – врачей-инфекционистов только высшей категории, являющихся признанными специалистами в области лечения ОРВИ. Эксперты оценивали работу ЭС по пятибальной шкале (“1” – полностью неверный ответ ЭС, “5” – абсолютно правильный ответ ЭС).

Результаты экспертной оценки показали следующее: для ЭС “Нарушения функционирования цитокиновой сети у больных ОРВИ” средний балл составил 4,1, для ЭС “Рекомендации по лечению больных ОРВИ” – 4,4. Такой результат, по всей видимости, может быть признан удовлетворительным.

Заключение. Рассмотренные ЭС могут применяться как по отдельности, решая частные задачи, так и совместно, позволяя комплексно осуществлять поддержку принятия решений при диагностике и лечении ОРВИ. При совместной работе имеется возможность обмена данными между ЭС, что существенно сокращает время на ввод информации. В настоящее время ведутся работы по двум направлениям совершенствования описанных ЭС. Во-первых, модифицируются базы знаний ЭС, что позволит улучшить качество их работ. Во-вторых, разрабатываются сетевые версии ЭС, как для работы в локальной сети крупных медицинских учреждений (поликлиник, больниц, центров), так и удаленной работы через сеть Интернет. В последнем случае для использования ЭС врачу достаточно иметь лишь

стационарное или мобильное устройство для просмотра web-страниц. Зайдя на сайт ЭС и авторизовавшись под своим именем и паролем, врач получает доступ ко всем функциям ЭС, работающим на удаленном сервере. Это особенно актуально, для медицинских работников, проживающих в удалённых от городов населённых пунктах, а также для врачей “Скорой помощи”, находящихся “один на один” с пациентом без возможности проведения лабораторных исследований или с их минимальным набором, что, по нашему мнению, должно улучшить диагностику и лечение больных ОРВИ.

1. Инфекционные болезни: Национальное руководство / Под ред. Н.Д. Юшука, Ю.Я. Венгерова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009.

2. Казанцев А.П., Зубик Т.М., Иванов К.С., Казанцев В.А. Дифференциальная диагностика инфекционных болезней: Руководство для врачей. М.: ООО "Медицинское информационное агентство", 1999.

3. Manson`s Tropical Diseases: 22st ed. / Ed. G.C. Cook, A.I. Zumla. Lond.: Saunders Elsevier Ltd., 2009.

4. Шипилов М.В., Волчкова Е.В., Кутарев Ф.Л. Цитокиновый профиль у больных гриппом рН1N1 // Материалы III Ежегодного Всероссийского Конгресса по инфекционным болезням (Москва, 28-30 марта 2011 года). Инфекционные болезни. 2011. Том 9. Приложение №1. М., 2011. С. 410-411.

5. Малышев Н.Г., Берштейн Л.С., Боженюк А.В. Нечеткие модели для экспертных систем в САПР. М.: Энергоатомиздат, 1991.

6. Усков А.А., Кузьмин А.В. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечеткая логика. М.: Горячая Линия – Телеком, 2004.

7. Круглов В.В., Дли М.И. Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода. М.: Издательство Физико-математической литературы, 2002.

8. Трильяс Э., Альсина К., Вальверде А. Нужны ли в теории нечетких множеств операции \max , \min и $1-j$? / В кн. Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения. Под. ред. Р.Р. Ягера. М.: Радио и связь, 1986. С. 199-228.

9. Усков А.А., Шипилов М.В. Экспертная система "Экспресс-диагностика и прогноз течения ОРВИ" // Информатика, математическое моделирование, экономика: сборник научных статей по итогам Международной научно-практической конференции (Смоленск, 22 апреля 2011 г.). Смоленск, 2011. Т.1. С. 185-188.

10. Усков А.А., Шипилов М.В. Комплексная поддержка принятия решений при диагностике и лечении острых респираторных вирусных инфекций средствами нечетко-логических экспертных систем // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 11. С. 64-71.

11. Усков А.А., Шипилов М.В., Иванов В.В. Экспресс-диагностика ОРВИ средствами нечетко-логической экспертной системы // Программные продукты и системы. 2011. № 3. С. 174-176.

12. Усков А.А., Шипилов М.В., Иванов В.В. Экспертная система "Экспресс-диагностика и прогноз течения ОРВИ" - новый скрининг-метод диагностики и прогноза острых респираторных вирусных инфекций // Известия Смоленского государственного университета. 2011. № 4 (16). С. 97-100.

Файзрахманов Т.Р.
Казанский Научный Исследовательский Технический
Университет им А.Н.Туполева - КАИ
E-mail: hangglide.only@gmail.com

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КРОСС-ПЛАТФОРМЕННЫХ И КРОСС-БРАУЗЕРНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВЕБ-ТЕХНОЛОГИЙ И ЯЗЫКА GO

Статья описывает работу, которая посвящена новому течению в проектировании ПО – разработка гибридных информационных систем в виде веб-сайта и одновременно оффлайн приложения для различных платформ. Первое направление работы - исследовать возможность разработки такого прикладного программного обеспечения (ПО), которое будет способно при единой кодовой базе работать как автономное приложение на известных компьютерных платформах, так и в виде веб-сервера/сайта с удаленным доступом. Второе - разработка инструментов на базе таких технологий как Go, Dart, SCSS и HTML5 для удобного проектирования самой архитектуры ПО и его графического пользовательского интерфейса (далее GUI).

Ключевые слова: веб-сайт, гибридное ПО, автономное приложение, информационные технологии, GUI, Go, Dart, SCSS, HTML5

Мир программного обеспечения быстро развивается, появляются новые языки программирования и новые платформы. Каждый из них пытается решить те или иные проблемы и задачи, которые их предшественники не могли решить или плохо справлялись. Однако стремление к лучшему привело к большому количеству языков, платформ и путаницы в создании ПО. С развитием сети Интернет осложнилось все и тем, что в мире разработчиков появилось еще одно большое полушарие - веб-приложения (облачные ИС) - к, уже и без того, большому количеству направлений: прикладные приложения для десктопных платформ, мобильные приложения, видео-игры под игровые платформы, приложения для TV и т.д. Поскольку каждый тип ПО и платформа требует знание определенных языков и стандартов,

это привело к тому, что при желании перейти на другой тип или платформу, разработчику приходится тратить время и силы на изучение новых технологий и стандартов.

В связи с этим, современная тенденция в создании гибридного прикладного ПО сводится к использованию веб стандартов (таких как HTML, CSS, JS) как инструмента для построения графического интерфейса не только для веб-приложений сети Интернет, но и для автономных прикладных программ конкретной платформы, в том числе и видео-игр (WebGL). Подобная тенденция завоевывает все большую популярность, поскольку веб стандарты обеспечивают построение единообразного GUI независимо от возможностей API встроенных в среды рабочего стола на выбранной платформе и независимо от языка программирования.

Однако кросс-платформенный запуск среды для рендеринга GUI на основе веб стандартов (браузерного движка) и одновременно кросс-платформенный запуск самой логики ПО с использованием единой кодовой базой - остается непростой задачей.

На сегодняшний день существует достаточное количество известных решений для упрощения разработки гибридного ПО с единым графическим пользовательским интерфейсом. Однако каждый из них имеет ряд существенных недостатков в свете той или иной задачи. Рассмотрим наиболее важные требования к таким системам:

- простота разработки
- возможность создания единообразного кросс-платформенного

GUI

- количество поддерживаемых платформ
- возможность работы в виде веб-сервера с удаленным

доступом, предоставляя тот же GUI, что и автономное приложение

- возможность использования API сервисов встроенных в ОС
- производительность (скорость работы)

Возникает вопрос, как решить эти задачи не прибегая:

(а) к использованию сразу нескольких языков программирования, а значит и к обслуживанию сразу нескольких кодовых баз;

(b) к платным решениям (Xamarin);

(с) к решениям, основанных на языках с ручным управлением памятью, что не может обеспечить простоту разработки (Qt framework).

Предлагаемое решение - исследовать способы выполнения перечисленных требований (см. выше) на основе (1) веб технологий Dart, SCSS, HTML5 и (2) языка программирования Go. Первое способно обеспечить возможность создания единообразного кросс-платформенного GUI, второе - оставшееся требование.

Работа включает в себя исследование как возможной архитектуры построения гибридного ПО, так и написание программных инструментов (фреймворков на основе Go, Dart, SCSS) для упрощения

их разработки. Данные цели были выбраны по причине отсутствия удобных и простых инструментов, которые бы позволяли создавать как веб-приложения в виде веб-сайта (облачной системы), так и автономного приложения для конкретной платформы.

В работе предлагается следующая архитектура построения гибридного ПО (рисунок 1). Суть метода заключается в запуске веб-сервера, написанного на языке Go, на любой поддерживаемой платформе. Далее, используя встроенные возможности Go, создаются связи (bindings) с такими языками как C++, Objective-C и Java для вызова браузерного вида (запуск браузерного движка в окне) на требуемой платформе. В результате мы можем создать графический пользовательский интерфейс (GUI) на базе веб-технологий HTML, CSS, JS и посылать HTTP запросы на локально запущенный веб-сервер посредством браузерного движка. Таким образом мы получаем автономное клиент-серверное ПО на каждой из платформ. В случае удаленного доступа (режим веб-сайта), создания браузерного вида не требуется. Веб-сервер в данной архитектуре является носителем логики, а HTTP запросы - способом взаимодействия с программой.

Таким образом, результат исследования показал, что с помощью таких веб технологий как: HTML, SCSS (конвертированный в CSS), Dart (конвертированный в JS) и языка программирования Go, можно добиться следующих результатов:

- возможность создавать уникальный пользовательский интерфейс любой сложности независимо от возможностей платформы;
- возможность работы на таких платформах как: Windows, Linux, Mac OS, Android и iOS (в ближайшем будущем);
- возможность использования API сервисов/классов встроенных в текущую платформу, за счет связей (bindings) с другими языками;
- возможность создания гибридного ПО, которое сможет работать как в виде автономного веб-приложения на удаленном сервере, так и в виде оффлайн приложения на конкретной платформе;

Техническая реализация данной архитектуры находится в разработке. Однако уже сейчас возможен запуск веб-приложения в виде автономного прикладного ПО на таких платформах как Windows, Ubuntu, Mac OS, благодаря использованию C++ связей для запуска Chromium Embedded Framework как среды рендеринга и взаимодействия с GUI на основе веб-технологий.

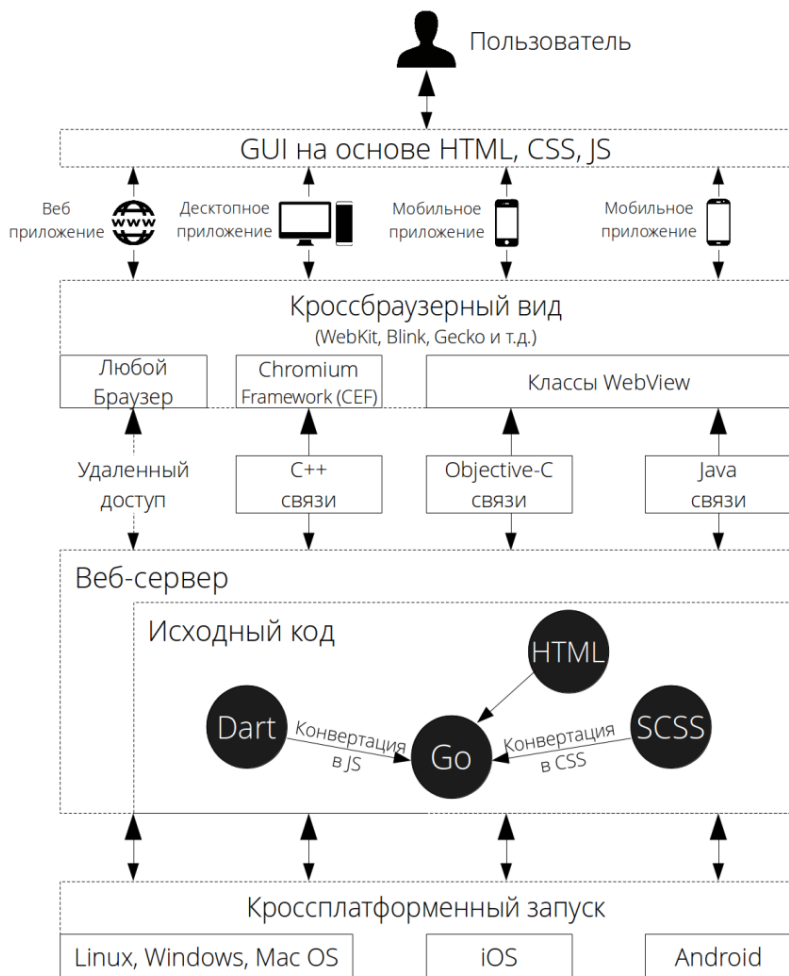


Рисунок 1 - Архитектура построения гибридного приложения на основе Go, HTML, SCSS, Dart

Работа направлена не только лишь на реализацию самой архитектуры построения гибридного ПО, но и на создание инструментов, которые помогут прототипировать ПО быстрее и качественнее. По этой причине, разрабатывается Go фреймворк для удобного создания RESTful архитектуры клиент-серверного приложения. Поскольку в данном случае клиент всегда является либо браузером (удаленный доступ), либо браузерным движком (автономный режим) - необходимы инструменты для качественного и масштабируемого прототипирования кросс-браузерного GUI. За это

отвечают SCSS и Dart фреймворки. Первый из которых уже разработан (github.com/kalopsia/element) и протестирован на примере сайта Кафедры ПЛА КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева (pla.kai.ru). А второй рассматривается к реализации.

Результаты работ будут использоваться как для создания коммерческих веб-сайтов, так и автономных (оффлайн) приложений для десктопных и мобильных устройств. В будущем, исходный код разработок будет опубликован на сайте github.com.

д.т.н. проф.Федулов А.С.
Дьячок И.А.
Филиал МЭИ в г. Смоленске
E-mail: mel-botc67@mail.ru

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЯ АЛГОРИТМОВ НА ОСНОВЕ ГРАФА ЗАВИСИМОСТЕЙ

В данной работе рассматриваются результаты разработки программных средств для распараллеливания алгоритмов на основе графа зависимостей и ярусно – параллельной формы. Данные средства анализа являются полезным инструментом - советчиком, позволяющим получать параллельную форму алгоритма по его последовательной форме.

Ключевые слова: параллельные вычисления, граф зависимостей, ярусно - параллельная форма

Параллельные вычисления можно рассматривать как набор взаимодействующих вычислительных процессов, работающих одновременно.

В настоящее время становится особенно актуальной проблема разработки новых способов и программных средств, повышающих эффективность создания и анализа существующих параллельных алгоритмов.

Для её решения необходима детальная информация о структуре алгоритма (программы), взаимодействии отдельных операций. Неотъемлемой частью получения этой информации является анализ информационных зависимостей программы. Такой анализ позволяет определять те операции, которые могут быть исполнены независимо (одновременно, параллельно).

Как правило, каждая операция имеет в общем случае набор входных переменных и набор выходных переменных. Некоторые операции могут не иметь входных данных (например, генератор случайных чисел) или выходных данных.

Пусть имеются операции P и Q , набор их входных переменных - $R(P)$ и $R(Q)$ соответственно, набор выходных переменных - $W(P)$ и $W(Q)$. В этом случае условия Бернштейна [3] для двух операций P и Q имеют следующий вид:

- пересечение $W(P)$ и $W(Q)$ пусто;
- пересечение $W(P)$ и $R(Q)$ пусто;
- пересечение $R(P)$ и $W(Q)$ пусто,

Если выполняются следующие условия, то операции P и Q считаются независимыми с точки зрения возможного распараллеливания и могут быть выполнены одновременно.

В данной работе представлены результаты разработки средств анализа программ, с помощью которых устанавливаются связи между операторами и строками кода, в соответствии с условиями Бернштейна.

Для распараллеливания алгоритмов чаще всего используют графовые модели программ. Наиболее часто используются графы «процессы – каналы», графы «зависимостей» и графы «подзадачи – сообщения» [2].

Граф "подзадачи – сообщения" предназначен для распараллеливания вычислений на системах с распределенной памятью, остальные - для мультипроцессорных систем с общей памятью. Граф "процессы - каналы" концентрирует внимание на вопросах распределения подзадач по процессорам, обеспечивая возможность снижения трудоемкости информационных взаимодействий между подзадачами за счет размещения на одних и тех же процессорах интенсивно взаимодействующих процессов [2].

В основу реализованного программного средства был выбран граф зависимостей [1]. Граф зависимостей строится на основе информационной (по данным) и логической (по управлению) зависимостей между операторами программы.

Для построения параллельной программы в данной работе используется ярусно-параллельная форма [4].

Входными данными для программного средства распараллеливания являются некоторые программные единицы языка C. На выходе мы получаем граф зависимости алгоритма, а также его ярусно параллельную форму.

Программа была реализована в среде Visual Studio 2010 на языке C++.

Для построения графа зависимостей используется структурный и синтаксический анализ. Обработка производится построчно. Для задания графа используется 2 массива: массив текстовых значений, в который внесены именованные пользователем переменные, и массив числовых значений, в который записываются номера инцидентных вершин графа. Каждая вершина соответствует оператору (строке) программы. Дополнительно используются стеки и счетчики для учета скобочных выражений, условных операторов и операторов циклов.

Цикл рассматривается как отдельная вершина графа зависимостей с набором входных и выходных переменных.

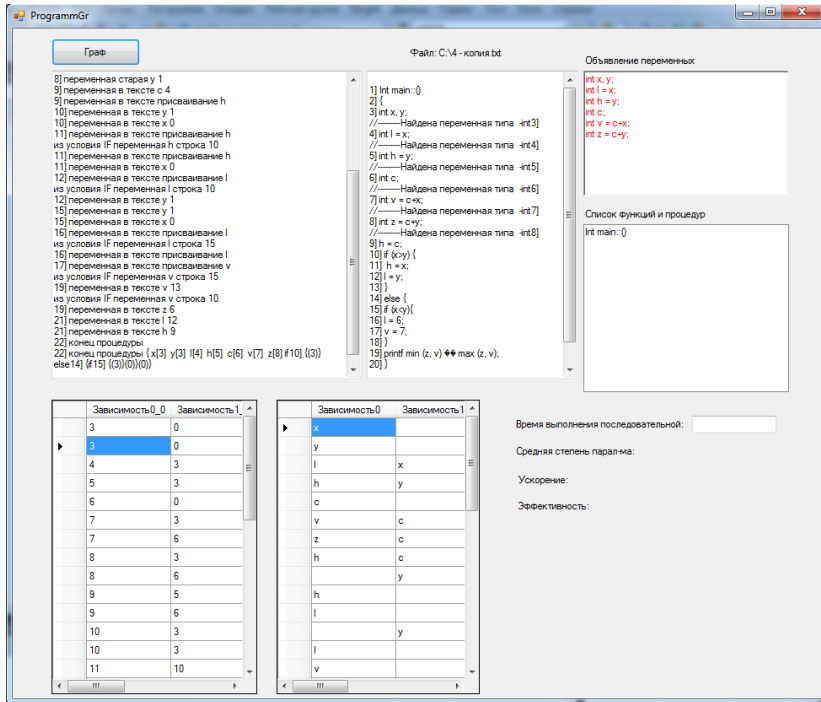


Рисунок 1- Пример экранной формы главного диалогового окна разработанного программного средства

Для каждой новой рассматриваемой строки программы производится следующая последовательность действий:

1. Очищается строка от комментариев и пробелов, выделяется наличие различных структур (операторов цикла, условий, объявления функций, скобочных выражений);
2. Производится поиск директив объявления новых переменных;
3. Производится поиск в строке переменных, содержащихся в строковом массиве переменных;
4. При обнаружении переменной добавляется запись в числовой граф, граф строковых значений и продолжается поиск других переменных.

При записи найденных переменных в граф строк необходимо учитывать роль переменной, т.е. является ли она входной, либо выходной.

По полученному графу зависимостей строится ясно параллельная форма по алгоритму, приведенному в [4].

Пример экранной формы главного диалогового окна разработанного программного средства представлена на рисунке 1.

Для построения ярусно - параллельной формы от пользователя требуется выбрать программную единицу из списка процедур и функций, которые были выделены анализатором. Пример экранной формы с графическим представлением ярусно – параллельной формы представлен на рисунке 2. При нажатии на элемент яруса выводится дополнительная подсказка с текстом строки, которую заменяет элемент.

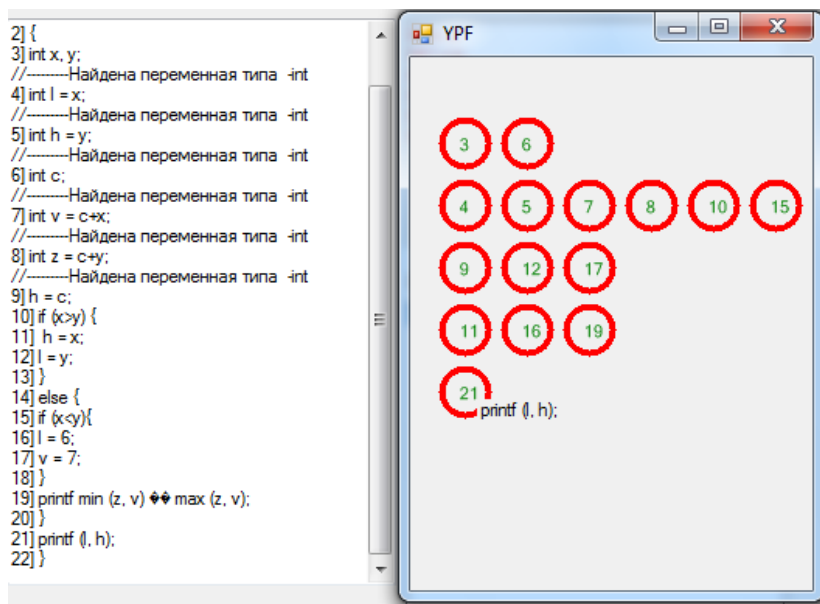


Рисунок 2 – Пример экранной формы окна с визуализацией ярусно-параллельной формы

Разработанное программное средство позволяет пользователю получить параллельную форму алгоритма по его последовательной форме.

Задачей дальнейших исследований является создание системы оптимизации структуры параллельной программы, учитывающей особенности структуры используемых аппаратных средств, и реализация автоматического распараллеливания с помощью той или иной технологии параллельного программирования.

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. - СПб.: БХВ-Петербург, 2002. - 608 с

2. Интернет-Университет Суперкомпьютерных Технологий: Теория и практика параллельных вычислений [Электронный ресурс] URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/1156/190/lecture/4948>

3. Карпов В.Е., Коньков К.А. Основы операционных систем. Изд.2 М.: Букинист. 2011. - 536 с.

4. Поспелов Д.А. Введение в теорию вычислительных систем. – М.: Советское радио, 1972. – 280 с.

**доцент Чеботарева И.Б.,
Подолец Я.В.**

**Харьковский национальный университет радиоэлектроники
E-mail: podoletsyana@mail.ru**

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ИЗДАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ AUTOPLAY MEDIA STUDIO

В данной работе рассмотрены особенности разработки электронных мультимедийных изданий с использованием программы AutoPlay Media Studio, описаны особенности проектирования изданий в сравнении с другими программными продуктами.

Ключевые слова: мультимедийные издания, проектирование, AutoPlay Media Studio, Adobe Captivate.

Книги всегда являлись неотъемлемой частью в жизни любого человека. Но если раньше это были только печатные издания, то в наше время все более популярными становятся электронные издания (учебники, словари, развивающие издания). Развитие технологий обеспечило нам автоматизацию процесса поиска и уже никто не ищет слово на страницах издания, тратя на это несколько минут, а находит слово за несколько секунд, просто введя его в автоматический поиск. Электронное мультимедийное издание позволяет потребителю более продуктивно работать и улучшает процесс восприятия информации благодаря таким элементам, как анимации, иллюстрации, видео и аудио файлы.

Электронное мультимедийное издание позволяет создавать интерактивные анимации, лабораторный практикум (виртуальные лаборатории), видео, аудио и цветные иллюстрации, контроль проверки знаний (тесты, тренажеры), также возможно использовать неограниченный объем информации (в ходе работы материал можно корректировать) и использовать издание для дистанционного обучения. Основными недостатками мультимедийного издания является то, что нужно использовать специальное ПО для его воспроизведения, а частое использование электронных учебников приводит к ухудшению зрения.

Электронное мультимедийное издание позволяет потребителю более продуктивно работать и изучать тему, а так же улучшает процесс восприятия информации благодаря таким элементам, как анимации, иллюстрации, видео и аудио файлы.

Для создания электронных мультимедийных изданий были выделены основные требования, которые необходимо учитывать при создании образовательных электронных изданий.

1. Достоверность и корректность предоставляемого учебного материала.

2. Систематичность организации учебного материала.

3. Доступность учебного материала, предполагающая соответствие уровня сложности предоставляемого материала уровню знаний и восприятия целевой аудитории.

4. Высокая наглядность контента, достигаемая путем использования средств мультимедиа. Именно эта особенность электронных изданий существенно отличает их от печатных учебных изданий.

5. Обеспечение возможности самостоятельного изучения материала за счет простоты взаимодействия учащегося с электронным мультимедийным изданием.

6. Обеспечение возможности изучения материала как в составе учебной группы, так и индивидуально.

7. Адаптивность электронного мультимедийного издания к индивидуальным возможностям обучающегося.

8. Обеспечение интерактивных возможностей взаимодействия обучающегося с электронным мультимедийным изданием.

9. Ценовая доступность электронных мультимедийных изданий [1].

Электронные мультимедийные издания можно создавать в таких программах как, например: AutoPlay Media Studio и Adobe Captivate. Это две совершенно разные программы и они во многом отличаются.

Auto Play Media Studio – это пакет для быстрого и качественного создания меню автозапуска, интерактивных презентаций и мультимедийных приложений. Программа создаст все необходимые файлы для автозапуска и его графическую оболочку. Пользователю остается лишь записать готовый проект на информационный носитель. Даже не имея опыта программирования, можно создать собственное ПО – сопоставимое по свойствам и эффективности с ПО, созданным специалистами при помощи C++/Java.

Основные возможности программы:

- Готовые шаблоны для оформления меню;
- Добавление любого содержимого в проекты (музыка, видео, флэш, текст и т.д.);
- Назначение определенного действия любому объекту вашего проекта;

- Расширение функциональности программы с помощью плагинов;
- Возможность создания окон автозапуска произвольной формы;
- Запись дисков напрямую из программы;
- Встроенная проверка орфографии;
- Обнаружение системного языка для многоязычных приложений;
- Поддержка изменения размера окон приложения;
- Создание до 2500 страниц для одного проекта.

Adobe Captivate – программа для создания и редактирования электронных курсов используемых в электронном обучении, которая может быть использована для демонстрации программного обеспечения, записи видео уроков, создания симуляции программы, создания учебных презентаций и различных тестов в .swf формате. Есть возможно конвертировать сгенерированный Adobe Captivate .swf в .avi, для загрузки на сайты видео-хостинги. Для создания симуляций программ, Captivate может использовать правую и левую кнопку мыши и нажатия клавиш.

Основные особенности программы:

- С помощью Captivate можно создавать и редактировать интерактивные демонстрации программ, симуляции, подкасты, скринкасты, игры и уроки. Для демонстраций программ, возможна запись в реальном времени. Созданные с помощью Captivate скринкасты занимают намного меньше места, чем полноценные записи с экрана.
- Пользователи могут редактировать Captivate презентации для добавления эффектов, активных точек, текстовые области, видео и т.д. Авторы могут редактировать содержимое и изменять время появления того или иного элемента. Нажатие на активные точки может переводить как на другие слайды, так и на внешние ссылки.
- Captivate поддерживает импорт изображений, презентаций PowerPoint, видео, .flv и аудио в любой слайд проекта.

Рассматривая особенности этих двух программ, можно понять, что в Auto Play Media Studio намного больше возможностей для того, чтобы не только интересно преподнести пользователю материал для обучения, но и сделать это обучение интересным, так как в Adobe Captivate нет возможности разработчику создать издание интересной формы и наполнения. Данная программа больше подходит для презентаций, а не для обучения.

Особенности разработки мультимедийного издания с помощью AutoPlay Media Studio учтены при разработке издания «В помощь туристу». В наши дни очень многие люди путешествуют по миру. И для начинающих, и для опытных туристов возникает необходимость получения наиболее полной информации о сфере своих интересов. Например, какие достопримечательности наиболее популярны, в какое время года лучше

посещать ту или иную страну, где лучше остановиться во время путешествия и т.п. Поэтому подробная информация по туризму интересна для многих потребителей. Издание разработано для широкого круга потребителей от молодых людей, которые только начинают интересоваться туризмом, до пожилых людей, которым просто интересно узнать что-то новое по данной тематике.

Туризм – весьма обширная тема, поэтому были выбраны столицы мира, наиболее посещаемые туристами. Издание разбито на 5 разделов в соответствии со столицами мира. Каждый раздел содержит как текстовый, так и иллюстративный материал.

Интерфейс мультимедийного издания «В помощь туристу» разработан в виде планеты Земля с возвышающимися на ней главными достопримечательностями выбранных стран для лучшего восприятия информации читателем. Система навигации достаточно проста и интуитивно понятна.

Иллюстративный материал подобран таким образом, чтоб читатель мог наглядно рассмотреть все основные аспекты, о которых говорится в учебном материале. В издании присутствуют обучающий видеоролик, который показывает основные возможности издания.

Информативный материал в издании подобран таким образом, что читатель может в короткий срок изучить интересующий материал, а иллюстративный материал и система тестовой проверки знаний поможет лучше запомнить информацию.

Алгоритм разработки мультимедийного электронного издания включает следующие этапы:

Этап 1. Выбор источников;

Этап 2. Разработка оглавления;

Этап 3. Заполнение текстом модулей по разделам, создание глоссария;

Этап 4. Реализация гипертекста в электронной форме;

Этап 5. Отбор материала для мультимедийного воплощения;

Этап 6. Подбор аудио и видео материала для издания;

Этап 7. Реализация анимационного сопровождения;

Этап 8. Подготовка материала для визуализации;

Этап 9. Визуализация материала;

Этап 10. Вычитка, проверка, контроль работы приложения;

Этап 11. Проверка издания и запись его на носитель.

Особенность разработанного электронного мультимедийного издания «В помощь туристу» состоит в том, что в одном издании в удобной для туриста форме представлен достаточно разнообразный материал и по содержанию и по форме представления (фотографии, видеоролики, аудиоинформация и пр.). В сети Internet можно найти много текстового, иллюстративного и видеоматериала по данной теме, есть также и печатные издания – путеводители для туристов. Однако именно компактный электронный путеводитель, который можно просмотреть на любом

мобильном устройстве, поможет современному туристу быстро и эффективно получить необходимую в путешествии информацию.

Есть смысл разрабатывать издания в данном направлении: можно усовершенствовать и раскрывать более широко темы, изложенные в представленном издании или же выбрать отдельные вопросы о туризме (например, отдых на море, горные курорты и пр.) и сделать отдельные издания по этим тематикам. Подобные мультимедийные издания будут пользоваться большим спросом у потребителей, так как они удобны и интересны в своем использовании не только детям, но и взрослым.

1. Березовский В. С. Создание электронных учебных ресурсов и онлайн-обучение: [Учебн. пособ.] / В. С. Березовский, И. В. Стеценко. – К.: Изд. группа ВНУ, 2013. – 176 с.: ил.

СОДЕРЖАНИЕ

Том 1

Секция 1. Системный анализ, управление, математическое моделирование и обработка информации

Балашов О.В., Кондратова Н.В. Подход к выбору решений с использованием интервальной шкалы	4
Балашов О.В., Кондратова Н.В. Применение ситуационного подхода для оперативного управления организационно-техническими системами	7
Бельчева А.В. Метод выбора пространственных данных по показателю тематической точности	13
Бессонов А.А. Нейроуправление с прогнозирующей моделью	18
Борисов В.В., Тарасов А.О. Метрика для оценки рисков бизнес-процессов	22
Булыгина О.В., Максимкин М.В., Селявский Ю.В. Применение интеллектуальных методов для диагностики состояния сложных социально-экономических объектов	24
Володченков А.М. Общая задача для однородного тела, обладающего анизотропией общего вида	29
Гриджук Я.С., Джус А.П. Моделирование изменения термодинамических параметров газа на отдельных этапах его транспортировки	34
Зернов М.И., Гаранин О.И. Исследование возможностей алгоритмов распознавания лиц для решения задачи классификации на изображениях	44
Зернов М.И., Козлов П.Ю. Увеличение точности весового алгоритма систем автоматической обработки текстов	49
Зернов М.И., Полячков А.А. Способ выделения смысловых фрагментов в текстовых документах малого размера	52
Казак А.Н. Моделирование зависимости объема продаж туристических услуг от темпа роста цен и ритмичности потока туристов	55
Казак А.Н., Дорошок А.Н. Моделирование процесса обучения студентов-менеджеров	56
Киселенко А.Н., Сундуков Е.Ю. Регрессионные модели прогнозирования объемов перевозок водным транспортом европейского северо-востока	59
Колесникова Т.А., Варченко М. В. Исследование процесса сжатия видеоинформации	65
Колесникова Т.А., Дацюк А.С. Исследование процедуры коррекции баланса серого цифровых изображений	70
Кораблев Н.М., Легедина А.В., Башлак А.О. Формирование множества признаков для распознавания символов с	75

использованием искусственных иммунных систем	
Кристалинский В.Р. О реализации скрытых Марковских процессов в системе Mathematica	80
Кристалинский Р.Е. Нахождение вероятностей состояний в системах массового обслуживания	82
Маценко С.М. Помехоустойчивый алгоритм преобразования кодов Фибоначчи	85
Михаль О.Ф. Нечётко-логическая интерпретация парадоксов неожиданной казни и бутылки Стивенсона	90
Михаль О.Ф. Моделирование на сетях Петри вероятностно-модифицированного парадокса Монти Холла.	96
Михаль О.Ф., Дяченко В.А., Ермолов О.Ю., Степанюк В.И. Локально-параллельное моделирование биологических нейронных структур на сетях Петри	103
Михаль О.Ф., Дяченко В.А., Мясоедов Г.В., Сафонов Д.А. Модель фрагмента биологической нейронной сети на сетях Петри	108
Михаль О.Ф., Кошура В.В. Разработка элементов инструментария накопления и диалоговой обработки индивидуально-ценной информации	113
Михаль О.Ф., Мохамад Али Применение методов локально-параллельной сортировки в системах с обратной связью.	118
Михаль О.Ф., Соколова А.А. Принципы реализации локально-параллельного варианта алгоритма клеточного автомата	123
Можаяев А.А., Завизиступ Ю.Ю., Гулиус В.А. Использование пакета Matlab для моделирования систем передачи данных на основе ММО	130
Погорелов О.А. Семантическая информация и дезинформация	134
Пучков А.Ю. Решение обратных задач с применением нечеткой фильтрации	144
Пучков А.Ю., Лобанева Е.И. Имитационная модель системы передачи данных	146
Римская Л.П. Регуляризация системы сингулярных интегральных уравнений, соответствующей основной задачи статической теории упругости	149
Руденко О.Г., Илюнин О.О. Интеллектуальное управление непрерывным травильным агрегатом	155
Руденко О.Г., Руденко С.О., Шержауи А. Нейроидентификация нелинейных объектов	161
Руденко О.Г., Селяков А.М. Адаптивное регулирование потребления тепловой энергии конечным абонентом	166
Руженцев И.В., Запорожец О.В., Овчарова Т.А. Коррекция функции преобразования полупроводникового терморезистора с помощью искусственной нейронной сети	171
Саранча С.Н. Метод оценки полноты псевдослучайной верификации систем-на-кристалле	177

Свириденков К.И., Горчакова О.В. Алгоритмы фрактального сжатия изображений на основе самоорганизующихся искусственных нейронных сетей	181
Скородулина Е.Ю. Двусторонняя задача для бианалитических функций на двух концентрических окружностях	187
Удовенко С.Г. Формирование локальных интеллектуальных пространств с применением Байесовской классификации	192
Усков А.А., Жукова А.Г. Сложность восприятия иерархических визуальных моделей	195
Федулов А.С., Мялик Я.В. Программная имитация систем управления двухколесным балансирующим роботом и их сопоставление	199
Филимончук Т.В., Ткачев В.Н. Информационная технология распределения заданий на вычислительные ресурсы в GRID-системах	204
Чеботарева И.Б., Болейко А.Л. Анализ цифровых изображений с помощью лингвистических переменных	210
Чеботарева И.Б. Использование метода «Дельфи» для экспертного определения границ нечетких оценок	216
Четвериков Г.Г., Вечирская И.Д., Пузик А.О. Онтология мозгоподобных преобразователей информации	223
Четвериков Г.Г., Соклакова Т.И. Об одном подходе к процессу формализации естественного языка	228
Шамраев А.А., Шамраева Е.О. Повышение степени сжатия томографических данных без потерь	233
Юденков А.В. О вреде координат	237
Юденков А.В. Приближенное решение первой основной задачи теории упругости для изотропного тела в случае двухсвязных областей	241
Секция 2. Прикладная информатика и программирование	
Аксак Н.Г., Мищенко Р.Г. Система дистанционного наблюдения за пациентом	247
Губницкая Ю.С., Капуста Д.А. Проблемы разработки дизайна интерфейса для мобильных устройств с большим экраном	251
Губницкая Ю.С., Писаревский Н.Я. Проблема использования форматов PNG и JPG, игнорируя технические особенности SVG	257
Жук А.П., Бурмистров В.А., Гавришев А.А. Применение Green-технологий в беспроводных сетях передачи информации с использованием технологии CDMA	262
Зиангирова Л.Ф., Уразаева Н.Ю., Саттаров Т.И. Методика внедрения образовательного комплекса «Информационные системы и технологии»	267
Колтун Ю.Н., Цыбань Ю.А. Технологические особенности организации оптических структурированных кабельных систем	271
Кулишова Н.Е., Смян Е.В. Разработка рекомендаций по	277

созданию интерфейса электронных учебных изданий для детей	
Купцова В.В. Использование информационно-коммуникативных технологий в процессе предметно-языкового интегрированного обучения немецкому языку	282
Ланских Ю.В., Костылев Е.В. Мобильное приложение повышения качества информационного обеспечения пользователя в непроизводственной сфере	287
Лебедева М.Ю., Сасева А.В. Анализ современных программных систем электронного документооборота	292
Окунев Б.В., Михайлова С.Е. Выбор системы электронного документооборота в малых организациях	296
Окунев Б.В., Салов Н.А. Повышение эффективности работы WEB-приложений с базами данных	299
Парамонов А.К. Сетевая архитектура полиграфических систем	302
Погорелов О.А., Морозов И.В. Разработка системы контроля и предупреждения водителя от засыпания	305
Погорелов О.А., Ромашка Е.В. Преимущества использования информационной управляющей системы в высшем учебном заведении	310
Пучков А.Ю., Лобанева Е.И. Сравнительный анализ систем разработки C# и ERLANG	315
Пучков А.Ю., Мостокалова Е.А., Чекунова Ю.В. Интеллектуальный модуль WEB-приложения для автоматизации разработки плана тренировочных нагрузок	318
Пучков А.Ю., Сасева А.В., Михайлова С.Е. Выбор метода проведения стоимостной оценки программного обеспечения	322
Сеньков А.В., Марголин М.С. Способ оптимизации графического интерфейса пользователя программного обеспечения	325
Усков А.А., Шипилов М.В. Экспертные системы для диагностики и лечения острых респираторных вирусных инфекций	330
Файзрахманов Т.Р. Разработка комплекса инструментов для создания кросс-платформенных и кросс-браузерных приложений на основе веб-технологий и языка GO	343
Федулов А.С., Дьячок И.А. Программные средства для распараллеливания алгоритмов на основе графа зависимостей	347
Чеботарева И. Б., Подолец Я.В. Особенности разработки мультимедийных изданий с использованием программы AutoPlay Media Studio	351

Том 2

Секция 3: «Безопасность информационных систем»

Ланских Ю.В., Вшивцева А.В., Морданов А.В. Исследование технологий биометрического распознавания пользователя информационного ресурса	4
---	---

Панкратова Е.А., Худяков М.П. Защита исполняемых файлов с помощью водяных знаков	9
Панкратова Е.А., Кастиорнов К.А. Определение и обоснование требований к методам обнаружения вторжений для использования на предприятии при современных угрозах информационной безопасности	12
Секция 4: «Управление качеством»	
Вовк А.В, Назарова А.Д. Технологии упаковывания и функции дизайна	18
Лучкин А.Г. Применение принципов ХАСПП при производстве продовольственных товаров	20
Манаков В.П., Турчинова Г.И., Горелова Р.А. Методика комплексной оценки качества изображений, полученных на струйном принтере	23
Манаков В.П., Чеботарев Р.И., Муравьева Е.В. Проблемы стандартизации и контроля качества печати флексо упаковки	29
Сеньков А.В., Занегин И.С. Модель и способы мониторинга комплексных рисков в сложных организационно-технических системах	35
Чеботарева И.Б., Шкарлат В.Ю. Проблема точности цветовоспроизведения для флексографской печати	40
Секция 5: «Товароведение и экспертиза товаров»	
Дюдина О.В., Мусина Р.Ф. К вопросу об экологической сертификации и экомаркировке продукции	46
Коробова Р.Ш., Воробьев В.В. Сравнительная характеристика потребительских свойств цифровых фотоаппаратов	48
Коростелева В.П., Бикбулатова О.Э. Экологические продукты	57
Коростелева В.П., Ермакова Т.В. Обеспечение экологической безопасности продуктов питания	61
Садофьев Р.С., Петрище Ф.А. Оценка конкурентоспособности натуральной кожи на основе функционально-стоимостного анализа (Часть 1)	63
Садофьев Р.С., Петрище Ф.А. Оценка конкурентоспособности натуральной кожи на основе функционально-стоимостного анализа (Часть 2)	69
Садофьев Р.С., Петрище Ф.А. Оценка конкурентоспособности натуральной кожи на основе функционально-стоимостного анализа (Часть 3)	72
Свекольников О.Ю., Вилкова С.А. Экспертная оценка качества зубных паст	77
Юшкина Т.В. Фальсификация важнейших пищевых продуктов	83

Секция 6: «Экономика и управление»

Баврина Е.А., Стоянова О.В. Возможности применения информационных технологий в процессе управления карьерным ростом	87
Бакирова Р.Р. Трендовый анализ заготовительного оборота организаций потребительской кооперации Республики Башкортостан	90
Булыгина О.В., Василенкова К.А. Особенности продвижения мобильных приложений на отечественном ИТ-рынке	96
Валиуллина Д.А., Ищенко К.А., Колесников И.В. Проблемы мотивации труда персонала	99
Васильев В.И., Тютюнник А.А. Роль рекламной деятельности в системе маркетинга	103
Виничук М.В. Социальная защита населения в системе укрепления социальной безопасности государства	106
Виноградова А.В., Жигарева А.А. Анализ внедрения этических принципов и норм в деловые отношения бизнеса	112
Вовк А.В., Зубенко Р.О. Анализ рынка самоклеющихся этикеток	116
Гаврилюк Н.Н. Теоретические аспекты процесса осуществления логистического контроллинга на предприятии	118
Галюк И.Б. Особенности функционирования организационной системы с позиций экономифизики	123
Грушевская Г.П. Методики анализа издержек обращения в торговле	128
Губанова Е.В., Куликов А.И. Анализ состояния заемного капитала на примере ООО «ККЗ»	136
Губанова Е.В., Демидкина А.Г. Ресурсообеспеченность организаций аграрной сферы	142
Дорошок А.Н. Совершенствование системы управления бизнес-процессами предприятия	148
Дульмухаметова Г.Ф. Особенности обучения студентов экономических специальностей на уроках английского языка	152
Ермаков В.Т., Ермакова И.В. О качестве в подходах в оценке человеческого потенциала	157
Журавлев Е.В., Мельникова О.В. Исследование регионального рынка труда на примере Ивановской области	164
Завербна М.С. Планирование условно-постоянных расходов с учетом их экономической мощности	169
Завербный А.С. Разработка и реализация политики страховщика в рыночных условиях	173
Зорькина Ю.И. Отраслевые диспропорции информатизации российских предприятий	178
Клековкин Л.И. Управление конкурентоспособностью организации с учётом уровня её самоорганизации	183
Ковалев Р.Ю., Тютюнник А.А. формирование системы нематериального стимулирования	188

Коннова О.А. Инструментарий разработки стратегии развития розничной торговли потребительской кооперации	191
Копытко М.И. Исследование процесса функционирования промышленных предприятий с позиции устойчивости экономических систем	197
Котлячков О.В., Котлячкова Н.В. Развитие моделей формирования затрат в системе управления сельскохозяйственным производством	201
Кошурина Е.Г. Рунова Е.В., Особенности формирования спортивного кластера в РТ	206
Кузавко А.С. Элементы стратегического анализа социально-экономического развития города Смоленска	209
Кулиш И.М. Поддержка малого предпринимательства как фактор развития сельских территорий Европейского Союза	212
Лукьянова Е.Ю. Оценка стоимости нематериальных активов как компонента экономической безопасности предприятия в условиях энтропии внешней среды	218
Майорова А.В., Губанова Е.В. Экспресс-диагностика финансового состояния организации	221
Максимова А.А., Какатунова Т.В. Оценка эффективности комплекса маркетинговых коммуникаций	227
Никонорова А.А. Стратегия распределения инновационной продукции в системе кооперативной торговли	231
Остаев Г.Я., Концевой Г.Р. Управление центрами ответственности в сельскохозяйственных организациях	235
Остаев Г.Я. Организация учета затрат по целевой себестоимости в сельском хозяйстве	243
Павлов К.В. Система показателей, характеризующих развитие наноэкономики	247
Пахомкина А.А. Принципы МКА и федерального закона «О сельскохозяйственной кооперации»	256
Петрина М.Ю. Предпосылки создания и утверждения инновационной модели развития экономики Украины	261
Пучков А.Ю., Малинова Е.А. Оптимизация процесса производства окон на предприятии «Оранжевые окна» с помощью метода имитационного моделирования стратегия распределения инновационной продукции в системе кооперативной торговли	266
Пучков А. Ю., Якушева В. С. Обоснование для разработки Web-представительства «Смоленского автоагрегатного завода» Рославльского филиала	268
Рафикова Н.Т., Трофимчук Т.С. О тенденциях и стратегии добычи нефти в Российской Федерации и Республике Башкортостан	273
Савин Ю.В. Выбор направления развития организационной	279

структуры инновационно-активных промышленных предприятий Сасева А.В., Стоянова О.В., Михайлова С.Е. Автоматизация системы для управления рабочего места библиотекаря института на «1С Предприятие»	284
Сапожникова С.М. Организационная структура кредитной кооперации в Смоленской области	287
Свиридова Ю.А. Структурные взаимосвязи производства и реализации яичной продукции во времени	290
Соболев А.В. Проект международного кооперативного альянса «Видение 2020»	294
Стоянова О. В., Даниленкова А. В. Особенности научно- исследовательских проектов вузов и необходимость их автоматизированного управления	296
Стоянова О.В., Даниленкова Е.С., Черновалова М.В. Особенности планирования и мониторинга процесса подготовки производства как объекта автоматизации	302
Тимофеев В.А., Лещенко Е.В. управление конкурентоспособностью предприятия	306
Ураев Н.Н. Социально-экономическая система Республики Татарстан: характеристика, инновационный потенциал	310
Усков А.А., Киселев И.А., Лаврушин В.М., Горбунов А.М. Расчет чистого приведенного дохода в условиях неопределенности	315
Хабриева М.Н., Галимарданова Н.М. Основные аспекты платежеспособности организации	323
Чепик А. С., Губанова Е.В. Оценка уровня развития инновационной системы Калужской области	330
Шляпникова Е.А., Шляпников Р.А., Лекомцева Е.В. Учет расчетов векселями	336

Научное издание

**ИНФОРМАТИКА, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЭКОНОМИКА**

Том 1

*Сборник научных статей по итогам
Пятой Международной научно-практической
конференции*

г. Смоленск, 11-15 мая 2015 г.

ISBN 978-5-91805-032-3



9 785918 050323

Подписано в печать 15.05.2015
Формат 60x84 1/16. Печать цифровая
Печ. л. 22,75. Тираж 150 экз.

Смоленский филиал Российского университета кооперации
214018, Смоленск, проспект Гагарина, 58