

ОПТИМИЗАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ

**МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ
МОЛОДЕЖНОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ**

ЧАСТЬ 1



Воронеж 2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»

РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ОПТИМИЗАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ

МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ МОЛОДЕЖНОЙ
НАУЧНОЙ ШКОЛЫ

(г. Воронеж, 13 декабря 2017 г.)

Часть 1

Воронеж 2017

УДК 658.51.002.011.56.001.2(06)

ББК – 65.05Я4

О-267 Оптимизация и моделирование в автоматизированных системах: материалы Всерос. молодежной научной школы. Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2017. Ч.1. 191 с.

ISBN 978-5-7731-0574-9

ISBN 978-5-7731-0575-6 (Ч.1)

Сборник материалов молодежной научной школы посвящен вопросам математического обеспечения автоматизированных систем проектирования, управления, научных исследований и обучения. В статьях сборника рассматривается широкий круг проблем, связанных как с теоретическими задачами проектирования сложных систем, так и с вопросами разработки и внедрения автоматизированных систем в промышленное производство.

Материалы сборника соответствуют научному направлению «Интеллектуальные информационные системы» и перечню критических технологий Российской Федерации, утвержденному Президентом Российской Федерации.

Сборник будет полезен специалистам, занимающимся вопросами разработки математического, алгоритмического и программного обеспечения автоматизированного проектирования, обучающих и экспертных систем.

Молодежная научная школа проводится при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 17-37-10316.

Редакционная коллегия:

- | | |
|-----------------|---|
| Я.Е. Львович | - заслуженный деятель науки РФ,
д-р техн. наук, проф. (Воронеж) |
| | - ответственный редактор; |
| С.Л. Подвальный | - заслуженный деятель науки РФ,
д-р техн. наук, проф. (Воронеж); |
| В.А. Зернов | - д-р техн. наук, проф. (Москва); |
| И.Я. Львович | - д-р техн. наук, проф. (Воронеж); |
| А.М. Бершадский | - заслуженный деятель науки РФ,
д-р техн. наук, проф. (Пенза) |
| Б.Я. Советов | - заслуженный деятель науки и техники РФ,
д-р техн. наук, проф. (Санкт-Петербург); |
| Ю.С. Сахаров | - д-р техн. наук, проф. (Москва); |
| Б.Н. Тишуков | - ответственный секретарь (Воронеж) |

Рецензенты: кафедра вычислительной техники и информационных систем Воронежского государственного лесотехнического университета им. Г.Ф. Морозова (зав. кафедрой д-р техн. наук, проф. В.К. Зольников); д-р техн. наук, проф. В.Л. Бурковский

ISBN 978-5-7731-0574-9

© Коллектив авторов, 2017

ISBN 978-5-7731-0575-6 (Ч.1)

© ФГБОУВО «Воронежский государственный технический университет», 2017

ВВЕДЕНИЕ

Качество функционирования, повышение эффективности и надежности систем автоматизированного проектирования, систем управления технологическими процессами, информационно-вычислительных и экспертных систем базируются на системном подходе с использованием алгоритмов принятия оптимальных решений, а также современных методов обработки различных типов информации. В связи с этим актуальны адаптация существующих универсальных подходов к изучению моделей предметных областей и формирование соответствующего алгоритмического и программного обеспечения для решения конкретных инженерных задач. Важным этапом синтеза является тестирование, экспериментальное исследование с выявлением адекватности используемых моделей.

Материалы, включенные в сборник научной школы, посвящены разработке перечисленных теоретических проблем, их прикладных аспектов, анализу результатов их внедрения в различные области производства и образования.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧНОСТИ АНАЛИТИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ ОБЛАСТИ РАЗРЕШЕННЫХ КОНФИГУРАЦИЙ И БЕЗОПАСНОГО РАССТОЯНИЯ ДО ЗАПРЕТНЫХ ЗОН

Исследована точность аналитического способа задания области разрешенных конфигураций механизма манипулятора мобильного робота «Варан» с учетом положения запретной зоны. Определено минимально допустимое безопасное расстояние от узловых точек манипулятора до запретной зоны

В настоящее время интенсивно ведутся работы по созданию интеллектуальных роботов [1]. Одним из способов интеллектуального управления движением манипулятора в сложно организованной среде является способ, основанный на использовании алгоритма построения движения по вектору скоростей [2]. Построение движения механизма манипулятора этим способом может быть основано на анализе текущих ситуаций с исследованием совокупностей разрешенных и запрещенных конфигураций [3,4]. В работах [5, 6] был предложен способ анализа взаимного положения механизма манипулятора и запретных зон, основанный на использовании области разрешенных конфигураций при виртуальном моделировании движений роботов. С этой целью указанная область задается аналитически, а полученный мат.аппарат используется для модификации траектории движения манипулятора в пространстве обобщенных координат. Однако алгоритм построения указанной области разрешенных конфигураций основан на использовании конечного числа исследуемых конфигураций, заданных с определенным интервалом сетки (определяемым значениями Δq_i), в результате чего неизбежно появляются погрешности расчетов. Под алгоритмом понимается вычисление коэффициентов неравенств и коэффициентов полиномов, используемых для задания математической модели области разрешенных конфигураций [5]. Данная область обозначена символом Λ . В результате исследований, проведенных в данной работе, разработан способ, который позволяет уменьшить степень погрешности алгоритма путем задания минимального безопасного расстояния до запретных зон. При этом данное расстояние обосновано результатами численных экспериментов.

Данная работа ставит перед собой задачу проверить и статистически оценить степень погрешности аналитического задания области разрешенных конфигураций и проанализировать фактическое удаление конфигураций, построенных алгоритмом при наличии погрешности, от запретных зон. В качестве объекта исследования в работе выбран пятизвенный манипулятор мобильного робота «Варан», изображение кинематической схемы которого представлено на рисунке 1а. Множество N разрешенных конфигураций при шаге сетки $\Delta q_i = 10^\circ$ и $q_1 = 0^\circ$ представлено на рисунке 1б. На этом рисунке запретная зона P_1 ограничена горизонтальной плоскостью уровня Δ . Положение запретных областей P_1 и P_2 определяется параметрами $z_{op} = 1200$ мм и $z_{o1} = -300$ мм. Зона возможных положений центра захвата определяется неравенствами $x_{o4} > 400$ мм и $z_{o4} > -200$ мм. На рисунке 1а параметры x_{o4} и z_{o4} определяют координаты центра захвата (точки O_4).

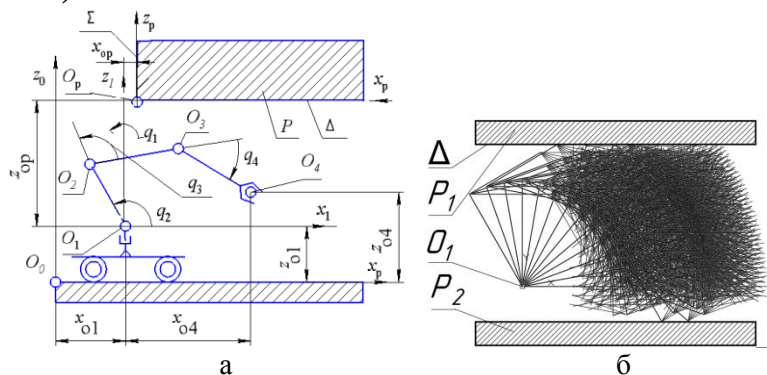


Рис. 1. Изображение конфигураций механизма манипулятора: а – обобщенные координаты, определяющие конфигурацию механизма; б – совокупность разрешенных конфигураций, заданных множеством N

Предельные значения обобщенных координат определяются неравенствами: $0^\circ < q_2 < 120^\circ$; $120^\circ < q_{3-4} < 120^\circ$. Длины звеньев соответственно равны $O_1O_2 = 900$ мм, $O_2O_3 = 700$ мм, $O_2O_3 = 500$ мм. Исследования проведены при $q_1 = 0^\circ$.

Для оценки погрешности аналитического способа задания области разрешенных конфигураций [5] предлагается использовать методы математической статистики. Сущность метода заключается в последовательном выполнении следующих этапов:

1. Область разрешенных конфигураций Λ моделируется экспериментальным способом, используя шаг сетки 15° , после чего эта область задается аналитически [5]. Данный шаг вполне достаточен для задания плоскостей и поверхностей, ограничивающих область Λ [5].

2. Моделируется дискретно множество точек Λ' , но уже с меньшим шагом сетки (5° , 2° , 1°). Данный шаг можно использовать для статистической оценки качества работы разработанного способа анализа информации о положении манипулятора и запретных зон.

3. Вычисляется процентное количество конфигураций из всего множества конфигураций Λ' , входящих в область Λ , которые экспериментально определились как запрещенные, но точки, задающие эти конфигурации в пространстве обобщенных координат (количество которых обозначим N_z), удовлетворяют неравенствам, задающим область Λ [5].

4. Таким же образом вычисляется количество экспериментально построенных разрешенных конфигураций (количество которых обозначим параметром N_p), но не удовлетворяющих неравенствам, задающим область Λ .

5. На основе полученных данных определяется степень погрешности алгоритма аналитического задания области разрешенных конфигураций.

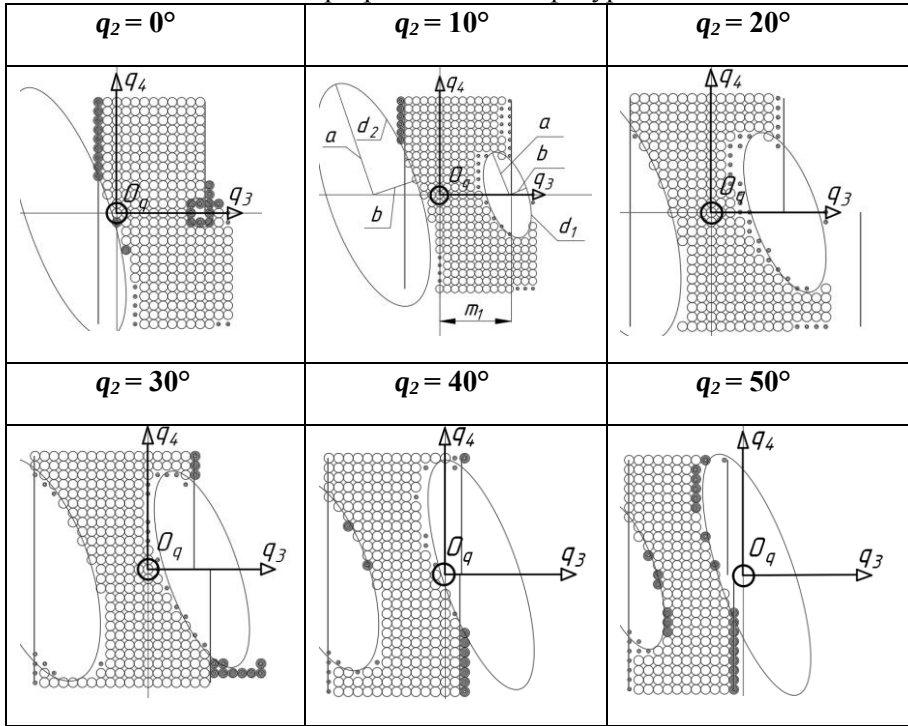
6. Последним этапом является определение наиболее минимального обоснованного безопасного расстояния до запретных зон и оценка его влияния на погрешность алгоритма.

В качестве примера была выбрана запретная зона, заданная в виде горизонтальной плоскости уровня Δ (см. рис. 1аб).

Некоторые сечение области разрешенных конфигураций Λ , построенной в процессе работы алгоритма с шагом $\Delta q = 10^\circ$, представлены в таблице 1. В этой таблице точки, принадлежащие множеству N_p , изображены заштрихованными окружностями, точки множества N_z – заштрихованными окружностями с меньшим диаметром, а точки множества $N - (N_z + N_p)$ – не заштрихованными.

Таблица 1

Изображение точек множеств N_z и N_p , принадлежащих сечениям области разрешенных конфигураций Λ'



В процессе моделирования было подсчитано количество разрешенных конфигураций N множества Λ' при шаге сетки 10° , а так же количество точек, принадлежащих множествам N_z и N_p . При определении точек N_z и N_p использовалась область Λ , определенная алгоритмом при шаге сетки 15° . Изображение конфигураций, определяемых множествами точек N_z и N_p представлены соответственно на рисунке 2а. Из рисунка видно, что наибольшее удаление запрещенных конфигураций N_z от границ запретной зоны P_1 тождественно равно 170 мм, а от границ запретной зоны P_2 соответственно 51 мм. Следовательно, при определении неравенств, задающих область Λ [5] наиболее рационально использовать безопасные расстояния $l_1=170$ мм и $l_2=51$ При заданной высоте тоннеля $z_{op} = 1200$ мм количество разрешенных конфигураций $N =$

2074 и конфигураций, построенных с ошибкой, соответственно равно $N_3 = 165$, $N_p = 243$. мм.

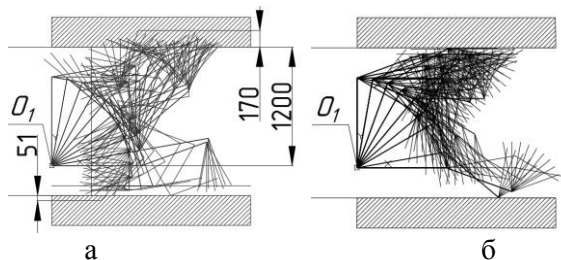


Рис. 2. Изображения ошибочных конфигураций: а – запрещенные конфигурации множества N_3 ; б – разрешенные конфигурации множества N_p

Погрешность алгоритма задания математической модели области Λ вычисляется следующим образом:

$$t_3 = \frac{N_3}{N} \times 100\% = \frac{165}{2074} \times 100\% = 8\%, \quad (1)$$

$$t_p = \frac{N_p}{N} \times 100\% = \frac{243}{2074} \times 100\% = 12\%.$$

При задании безопасного расстояния $l_1=170$ мм при $\Delta q_i=10^\circ$ количество конфигураций $N=1666$, и соответственно конфигураций, построенных с ошибкой $N_3=8$ и $N_p=159$. Погрешность алгоритма задания области Λ составляет $t_3=0,5\%$ и $t_p=9,5\%$.

В ходе проведения вычислительных экспериментов была выяснена необходимость использования нескольких полиномов (2) при задании кинематических поверхностей, ограничивающих область Λ , образующими которых являются эллипсы $d_{1,2}$. Параметры формы и положения эллипсов $d_{1,2}$ определяются по зависимостям:

$$\begin{aligned} a &= c_{1,a}q_2^3 + c_{2,a}q_2^2 + c_{3,a}q_2^1 + c_{4,a}, \\ b &= c_{1,b}q_2^3 + c_{2,b}q_2^2 + c_{3,b}q_2^1 + c_{4,b}, \\ m_1 &= c_{1,m}q_2^3 + c_{2,m}q_2^2 + c_{3,m}q_2^1 + c_{4,m}, \end{aligned} \quad (2)$$

где a и b определяют размеры соответственно большой и малой полуосей эллипса, m_1 – положение центра эллипса на оси Oq_3 ($m_2=0$), c_i – коэффициенты полиномов.

На рисунке 3 представлены положения эллипсов в сечениях при задании параметров $q_2 = 110^\circ$, $q_2 = 120^\circ$. Из рисунка 3 видно, что при значениях $q_2 \geq 90^\circ$ образующие эллипса d_1 значительно удаляются от точек, задающих сечения области Λ . Следовательно, при значениях

$q_2 > 100^\circ$ математическая модель становится неадекватна экспериментальным данным, и для задания образующих эллипсов $d_{1,2}$ необходимо использовать два различных набора полиномов.

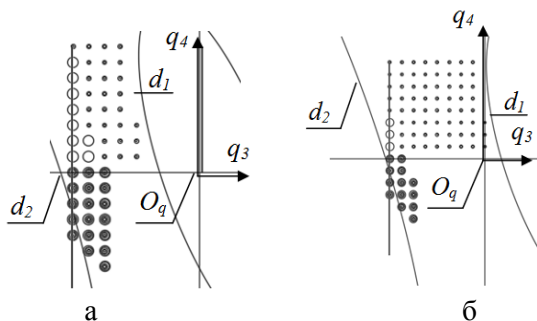


Рис. 3. Погрешность при расчете положения образующей кинематической поверхности с помощью использования полиномов

Значения коэффициентов полиномов (2) для случая $z_p = 1200$ мм представлены в таблице 2.

Таблица 2

Значения коэффициентов полиномов c_i

$0 < q_2 < 90^\circ$				
d_1	c_1	c_2	c_3	c_4
m_1	9,94E-04	-1,11E-01	1,86E+00	1,42E+02
a	5,00E-04	-6,94E-02	1,93E+00	4,50E+01
b	-4,75E-04	7,44E-02	-3,94E+00	-5,30E+01
d_2	c_1	c_2	c_3	c_4
m_1	3,09E-04	-6,33E-02	4,76E+00	1,60E+01
a	1,60E-04	-2,72E-02	1,47E+00	1,40E+01
b	5,00E-04	-6,22E-02	3,50E-01	9,00E+01
$90^\circ < q_2 < 120^\circ$				
d_1	c_1	c_2	c_3	c_4
m_1	6,50E-03	-2,11E+00	2,26E+02	-7,88E+03
a	-5,00E-03	1,53E+00	-1,55E+02	5,20E+03
b	-5,00E-04	1,70E-01	-1,94E+01	5,65E+02
d_2	c_1	c_2	c_3	c_4
m_1	1,08E-02	-3,44E+00	3,61E+02	1,24E+04
a	3,67E-03	-1,15E+00	1,18E+02	-4,03E+03
b	1,33E-03	-3,95E-01	3,79E+01	-1,23E+03

Результаты проведенных исследований показывают необходимость использования безопасного расстояния до запретных зон при задании математической модели области разрешенных конфигураций. Область разрешенных конфигураций может быть

использована при разработке базы знаний о прошлом опыте синтеза движений манипулятора при наличии известных запретных зон.

Литература

1. Ильин В. А. Интеллектуальные роботы: Теория и алгоритмы. Красноярск: Изд-во САА, 1995.
2. Кобринский А.А. Манипуляционные системы роботов / А.А. Кобринский, А.Е. Кобринский. – М. : Наука. 1985. – 343 с.
3. Lopatin P. Investigation of a Target Reachability by a Manipulator in an Unknown Environment. International Conference on Mechatronics and Automation. 2016. August 7-10, Harbin, China
4. Лопатин П.К. Исследование достижимости целевых состояний в неизвестной статической среде. Мехатроника, автоматизация, управление. – 2009. – №4. – С. 2–6.
5. Притыкин Ф.Н. Исследование поверхностей, задающих границы области разрешенных конфигураций механизма мобильного манипулятора при наличии запретных зон / Притыкин Ф.Н., Нефедов Д.И. Мехатроника, автоматизация, управление. – 2016. – №6. – т. 17, С. 404–413.
6. Притыкин Ф.Н. Вычисление траектории движения механизма манипулятора в пространстве обобщенных координат при наличии запретных зон в рабочем пространстве / Притыкин Ф.Н., Нефедов Д.И. Динамика систем, механизмов и машин. – 2016. – №1. – т. 4, С. 404–413.

Омский государственный технический университет

УДК 681.51

Д.С. Журавлев, А.Н. Колесенков

ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ВЫСШИМИ УЧЕБНЫМИ ЗАВЕДЕНИЯМИ

Статья посвящена разработке алгоритма оценки характеристик направлений высших учебных заведений и их классификацию, на основе интеллектуального анализа данных. Оценка характеристик направлений подготовки осуществляется за счет применения метода

классификации, используется алгоритм дерева принятия решений C4.5, которое упорядочивает множество специальностей в иерархическую, последовательную структуру, по установленным правилам. Программная реализация оценки характеристик направлений высших учебных заведений осуществлена на языке программирования C#, как отдельная библиотека и может быть внедрена в любую автоматизированную систему, где применяются аналогичные технологии

В настоящее время автоматизированные системы выполняют большую роль в повышении производительности труда, осуществляют помощь для принятия решений, оптимизируют работу в различных сферах, в том числе и образовательной деятельности. В данной статье представлен один из возможных функционалов автоматизированной системы высшего учебного заведения. С помощью этой функциональной возможности можно получать новые знания и принимать правильные решения, абитуриентам и руководителям высших учебных заведений [1,2].

Большое количество высших учебных заведений хранит информацию о студентах, специальностях, статистики зачислений, которая не отображает пользу знаний в полном масштабе, однако ее можно извлечь с помощью методов интеллектуального анализа данных.

Для хранения информации о высших учебных заведениях, итогах набора и результатов анализа, разработана база данных с помощью системы управления базами данных PostgreSQL.

Основными методами интеллектуального анализа данных является классификация, кластеризация, прогнозирование, ассоциация, визуализация [3,4]. Оценка характеристик направлений подготовки осуществляется за счет применения метода классификации, используется алгоритм дерева принятия решений C4.5. Данное решение упорядочивает множество специальностей в иерархическую, последовательную структуру, по установленным правилам. Алгоритм C4.5 предоставляет возможность строить дерево из неполной обучающей выборки, работать с числовыми атрибутами и отсекают ветви дерева.

Схема алгоритма для оценки характеристик направлений представлена на рисунке 1.

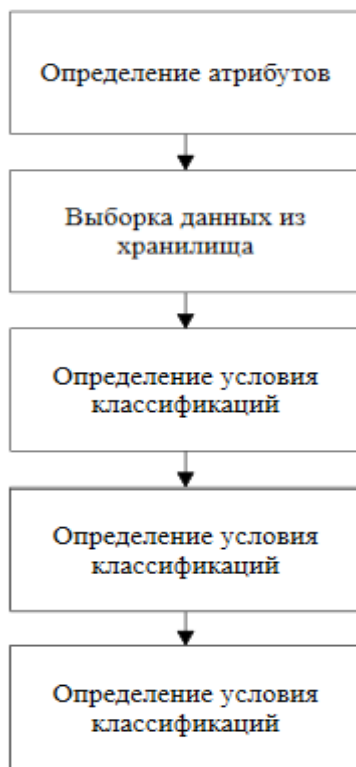


Рис. 1. Алгоритм классификации

Описание последовательности выполнения алгоритма:

1. Определить атрибуты для реализации классификации, которые являются узлами дерева;
2. Реализовать выборку данных из хранилища данных;
3. Построить модель классификации, определить условия для каждого узла;
4. Определяется порядок построения узлов в дереве, путем вычисления прироста информации для каждого из атрибутов;
5. Установить оценки для листов дерева решений.

Работы алгоритма рассматривается по данным Рязанского государственного радиотехнического университета за 2016 год. Данные взяты из открытых источников.

Таблица 1
Данные факультета АИТУ

<i>Направление обучения</i>	<i>Прох. балл</i>	<i>Кол-во мест</i>	<i>Кол-во заявлений</i>	<i>Конкурс</i>	<i>Зачисл. на плат. основе</i>
Управление в технических системах	186,96	32	175	5,47	3
Информационные системы и технологии	198,8	20	113	5,65	3
Стандартизация и метрология	202,5	10	38	3,8	0
Автоматизация технологических процессов и производств	202,56	32	186	5,81	7
Биотехнические системы и технологии	181	10	70	5,81	0
Приборостроение	188,75	15	65	4,33	0
Мехатроника и робототехника	187,71	14	102	7,29	1

В данном случае для реализации алгоритма атрибутами являются проходной балл, количество мест, количество заявлений на поступление [5]. На следующем шаге рассчитывается прирост информации каждого атрибута, по формуле:

$Gain(S) = Info(T) - Info_s(T)$, где

$Info(T)$ — энтропия множества T до разбиения;

$Info_s(T)$, — энтропия после разбиения S.

Вычисление прироста информации атрибута проходной балл:

$$Info(T) = \left(-\frac{4}{7} \log_2\left(\frac{4}{7}\right)\right) + \left(-\frac{3}{7} \log_2\left(\frac{3}{7}\right)\right)$$

$$Info_s(T) = \frac{4}{7} * \left(-\frac{4}{7} \log_2\left(\frac{4}{7}\right)\right) + \frac{3}{7} * \left(-\frac{3}{7} \log_2\left(\frac{3}{7}\right)\right)$$

$$Gain(S) = 0,985 - 0,488 = 0,49 \text{ бит}$$

Таблица 2
Описание атрибутов

<i>Атрибут</i>	<i>Прирост информации</i>	<i>Условие классификации</i>
Проходной балл	0,49	(181 – 191,7) и (191,7 – 202,5)
Количество мест	0.49	(10 – 21) и (21 – 32)
Количество заявлений на поступление	0.46	(38 – 112) и (112 – 186)

Результат классификации направлений факультета автоматики и информационных технологий в управлении представлен на рисунке 2.

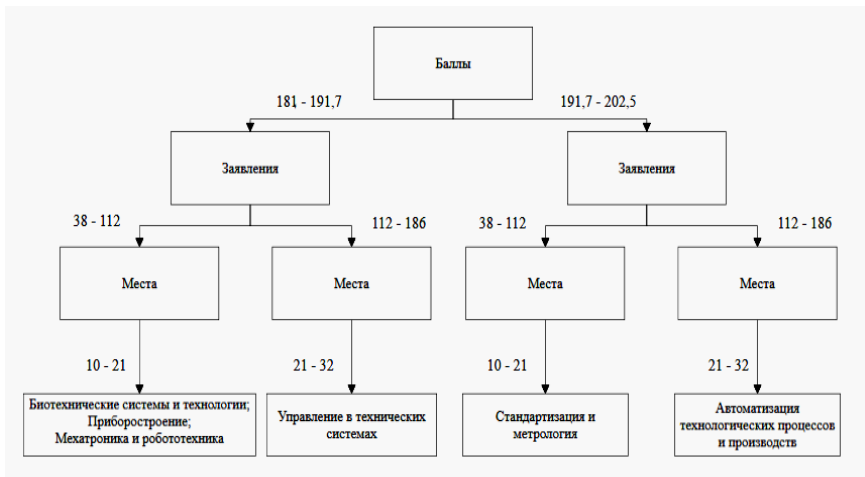


Рис. 2. Дерево решений

Программная реализация оценки характеристик направлений высших учебных заведений осуществлена на языке программирования C#, как отдельная библиотека и может быть внедрена в любую автоматизированную систему, где применяются аналогичные технологии. В настоящее время библиотека содержит метод классификации, который на вход принимает атрибуты аналитики (баллы, зачисления, места, обучаемые профессии, платное обучение), а на выходе листья дерева [6].

Таким образом, применяя методы интеллектуального анализа в системе высших учебных заведений [7], абитуриенты имеют возможность получить детальную информацию о направлениях и сделать правильный выбор, а руководители университетов для принятия решений.

Литература

1. Паклин Н. Б., Орешков В. И. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям . – СПб.: Изд. Питер, 2009. 624 с.
2. Барсегян А., Куприянов М., Холод И., Тесс М., Елизаров С. Анализ данных и процессов. – Изд.: БХВ-Петербург, 2009. 544 с.
3. Колесенков А.Н., Таганов А.И., Псоянц В.Г., Акинина Н.В. Автоматизированный синтез карты экологических рисков в ГИС // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. Вып. 2. Тула: Изд-во ТулГУ, 2017. С. 188-198.
4. Колесенков А.Н., Ручкин В.Н., Фулин В.А., Дроздова В.В. Анализ техногенной обстановки средствами киберфизических систем // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. Рязань: РГРТУ, 2016. Выпуск № 57. С. 122-128.
5. Колесенков А.Н., Мелкова Д.А. Методы кластеризации данных в геоинформационных системах // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2016 сб. тр. междунар. науч.-техн. и науч.-метод. конф.: в 4 томах. РГРТУ ; под общ. ред. О.В. Миловзорова. 2016. С. 121-123.
6. Колесенков А.Н., Слинкин В.А. Информационная поддержка принятия решений в условиях неопределенности на промышленном производстве // Новые информационные технологии в научных исследованиях материалы XXI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. РГРТУ. 2016. С. 301-302.
7. Колесенков А.Н. Информационная поддержка принятия решений при организации и построении систем дистанционного обучения // Дистанционное и виртуальное обучение. 2016. № 5 (107). С. 62-68.

Рязанский государственный радиотехнический университет

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОРПОРАТИВНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

В работе рассмотрены особенности проектирования компьютерных сетей

Основная цель проектирования корпоративных сетей состоит в том, чтобы определить структуру, состав аппаратно-программных средств и организацию корпоративной сети. И при заданных ограничениях на затраты ее проектирования, внедрения и обслуживания они будут выполнять основные требования к качеству информационных услуг, предоставляемых сетью. И строится это на основании характеристик корпоративных информационных потоков предприятия, параметров O потребителей и производителей информации [1, 2]. При проектировании корпоративной сети сетевые администраторы и сетевые интеграторы стараются обеспечить выполнение следующих требований:

- расширяемость - возможность простой интеграции отдельных компонентов сети (пользователей, приложений, служб, компьютеров).

- масштабируемость - возможность добавления новых узлов и протяженность связей, а также производительности узлов и сетевого оборудования;

- производительность - обеспечение необходимых значений параметров производительности сетевых узлов и каналов связи (скорость передачи данных, время реакции, задержка передачи и ее вариация);

- управляемость - обеспечение возможностей централизованного управления, планирования развития сети и мониторинга состояния сети;

- надежность - обеспечение бесперебойной работы узлов сети и каналов связи, согласованности, сохранности и доставки данных без изменений и ошибок узлу назначения;

- безопасность - обеспечение защиты данных от несанкционированного доступа.

При проектировании корпоративной сети полезно ее представление в виде многослойной пирамиды. Хотя слои этой пирамиды связаны и оказывают непосредственное влияние друг на друга, обычно каждый слой проектируется достаточно автономно, специалистами и фирмами соответствующего профиля.

При этом, при проектировании какого-либо слоя характеристики других слоев, оказывающих влияние на принятие проектных решений, берутся в виде исходных данных, чаще всего в весьма обобщенном виде. Например, при проектировании приложений учитываются скорости, которые может обеспечить сегодняшнее коммуникационное оборудование вполне определенного диапазона стоимости - того диапазона, который имеется в распоряжении предприятия. И наоборот, разработчики транспортной системы ориентируются на усредненные данные о трафике, который могут создать имеющиеся на предприятии приложения и те приложения, которые намечено ввести в действие в ближайшие годы.

Учитывая масштабность, использование глобальных связей, высокую степень разнородности проектирование корпоративных сетей является трудно формализуемым процессом. В сегодняшний день отсутствуют универсальные методики проектирования корпоративных сетей. Поэтому необходимо сформулировать некоторые типовые этапы выполнения сетевых проектов. Процесс проектирования корпоративной сети состоит из следующих этапов:

1. Анализ требований. На этом этапе формулируются основные цели предприятия (оперативный прием заказов, сокращение производственного цикла, повышение производительности труда и т.д.). Анализируются существующие аналогичные системы, обосновывается необходимость в собственных проектах системы.

Выбор системы управления для корпоративной базы данных - один из ключевых моментов на этом этапе. На Российском рынке присутствуют практически все СУБД, принадлежащие к элитному классу - Oracle, Informix, Sybase, Ingres. Вопрос, какую СУБД использовать, можно решить только по результатам предварительного обследования и получения информационных моделей деятельности.

2. Разработка бизнес-модели предприятия. Бизнес-модель или функциональная модель производства излагает основные, административные и вспомогательные бизнес- процессы предприятия, иерархические взаимоотношения и информационные потоки между

подразделениями. Также передает структурированное отображение функций производственной системы, информации среды и объектов, связывающих эти функции.

3. Разработка технической модели корпоративной сети (структурный синтез). Техническая модель представляет собой совокупность технических средств, 11 необходимых для реализации проекта корпоративной сети. На данном этапе определяются технические параметры компонентов сети, такие как полный функциональный набор необходимых программных и аппаратных средств, но без конкретизации оборудования (марок и моделей).

4. Разработка физической модели корпоративной сети (параметрический синтез). Физическая же модель корпоративной сети представляет подробное описание программных и технических средств, их количества, технических параметров и способов взаимодействия. Таким образом, это конкретизацией технической модели сети, в которой выбраны протоколы, конкретные сетевые устройства и прочие сетевые технические средства. Выбираются они же в соответствии с техническими параметрами, задаваемыми в технической модели. Параметры, структурная схема и алгоритмы функционирования сети, как результаты выполнения данного этапа, используются для последующего анализа.

5. Моделирование и оптимизация корпоративной сети. Моделирование производится на данном этапе с целью оценки характеристик функционирования корпоративной сети и их оптимизации.

6. Установка и наладка корпоративной сети. На этом этапе подразумевается управление конфигурированием, координирование поставок от субподрядчиков, установку и наладку оборудования, обучение персонала.

7. Тестирование корпоративной сети. На этом этапе должны проводиться необходимые испытания, описанные в контракте с интегратором [3].

Тестирование технической надежности (отказоустойчивости) осуществляется путем оценки безошибочной работы технических средств при максимальной загрузке.

Анализ качества корпоративной сети включает проверку следующих ее показателей:

1) наличия точек единого отказа, т.е. таких элементов сети, отказ работы которых приводит к невозможности предоставления сервиса всем или большинству пользователей;

2) загруженности (потери данных, задержек, распределения пакетов по размеру, протоколами), расширяемости (сколько сеть поддерживает пользователей, подключений), управляемости (трудовыми расходами на типовые операции по обслуживанию сети), производительности (сколько времени занимает обычная операция пользователя);

3) оптимальности прохождения потоков трафика, например, равномерности загрузки параллельных каналов, отсутствия петель (замкнутых сетевых контуров), отсутствия маршрутов с неоправданно большим количеством промежуточных узлов.

8. Сопровождение и эксплуатация корпоративной сети.

Последний этап не имеет четко определенных временных границ, он предполагает непрерывный процесс.

Литература

1. Львович И.Я., Воронов А.А. Применение методологического анализа в исследовании безопасности // Информация и безопасность. 2011. Т. 14. № 3. С. 469-470.

2. Львович И.Я., Воронов А.А., Преображенский Ю.П. Факторы угрозы экономической безопасности государства // Информация и безопасность. 2006. Т. 9. № 1. С. 36-39.

3. Воронов А.А., Львович И.Я., Преображенский Ю.П., Воронов В.А. Обеспечение системы управления рисками при возникновении угроз информационной безопасности // Информация и безопасность. 2006. Т. 9. № 2. С. 8-11.

Воронежский институт высоких технологий
Воронежский государственный технический университет

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

В данной статье приведен анализ различных методов и алгоритмов решения задачи коммивояжёра, к которой сводится задача мониторинга лесной экосистемы России

Территория Российской Федерации богата лесными массивами, которые играют большую роль в национальном достоянии, экологии и экономике страны. В связи с большой площадью (766,6 млн га) и протяженностью лесов, [1] возникает проблема в наблюдении и осуществлении охраны лесных экосистем.

Эффективным решением проблемы являются беспилотные летательные аппараты, однако, возникает другой вопрос: как правильно спланировать маршрут аппарата, чтобы охватить всю патрулируемую область и уложиться за время, которое аппарат сможет провести без дозаправки?

На выше поставленный вопрос можно ответить, если рассматривать данную проблему как задачу коммивояжёра, суть которой заключается в поиске самого выгодного маршрута, проходящего через указанные точки хотя бы по одному разу с последующим возвратом в исходную точку.

На рисунке ниже графически представлена задача. Патрулируемая область (зеленый цвет) разбита на зоны видимости аппарата (черные круги), которые покрывают всю область. Аппарат вылетает из точки «База» и должен побывать в каждой зоне хотя бы по одному разу, чтобы охватить всю область и вернуться на базу.

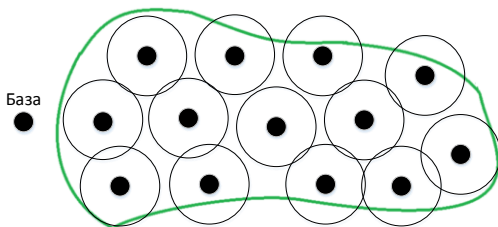


Рис. 1. Схема патрулируемой области

Формализуя задачу, можно представить патрулируемую область, разбитую на зоны, в виде неориентированного графа:

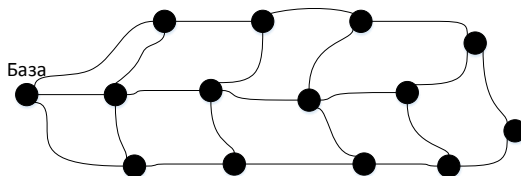


Рис. 2. Неориентированный граф

Вершинами графа будут являться зоны видимости летательного аппарата, а дугами – путь между этими зонами.

В качестве целевых функций выступают: F_1 расстояние, которое пройдет летательный аппарат от «Базы» по зонам видимости и F_2 время, которое необходимо на совершение полета. Расстояние необходимо максимизировать, а время – минимизировать. При этом, соблюдая следующие ограничения: T время работы аккумулятора и V объем записанной информации по зонам.

$$F_1 \rightarrow \max, F_2 \rightarrow \min$$

$$T \leq T_{\max}, V \leq V_{\max}$$

Таким образом, для решения задачи необходимо определить кратчайший путь, побывав во всех зонах видимости за минимальное время, то есть, решить задачу коммивояжера.

Проведем анализ методов и алгоритмов решения данной задачи, с последующим выбором самого оптимального для данной проблемы.

Идеальным решением такой задачи является *полный перебор* всех возможных вариантов. Однако, сложность полного перебора зависит от количества всех возможных решений задачи. А, поскольку, пространство решений данной проблемы очень велико, то полный перебор может не дать результатов в течение нескольких лет.

Жадный алгоритм. Его идея заключается в принятии локально оптимальных решений, то есть, на каждом шаге выбирается самый короткий путь, но при условии, что он не образует цикла с уже выбранными путями. Если решать задачу коммивояжера этим способом, то его суть сводится к посещению ближайшей точки,

которую еще не посещал. Недостаток метода в том, что на последних шагах за «жадность» приходится расплачиваться длинными путями.

Метод ветвей и границ. В основе – идея разбиения множества допустимых решений на подмножества. На каждом шаге элементы разбиения проверяются посредством определения оценки снизу для целевой функции на данном подмножестве. Если оценка больше рекордной (лучшего из найденных решений), то подмножество отбрасывается. Подмножество также можно отбросить, если в нем найдено лучшее решение. Если оценка меньше рекордной, то происходит смена рекорда. Результатом работы алгоритма есть рекорд, при этом оптимальное решение задачи будет тогда, если удастся отбросить все элементы разбиения.

Сам же алгоритм выглядит следующим образом.

1. Построение матрицы с исходными данными, то есть, длины путей между точками представляются таблицей.

Точка	1	2	3	4
1	X	4	7	3
2	4	X	9	13
3	7	9	X	1
4	3	13	1	X

2. Нахождение минимума $R_{\min}$ по строкам.
3. Редукция строк: $r_i - R_{\min}, i = \overline{1, n}$, где r_i – очередная строка, n – количество строк
4. Нахождение минимума $C_{\min}$ по столбцам.
5. Редукция столбцов: $c_i - C_{\min}, i = \overline{1, n}$, где c_i – очередная строка, n – количество столбцов
6. Вычисление оценок нулевых клеток. Оценка состоит из суммы минимальных элементов по строке и по столбцу, в которых размещена нулевая клетка. Полученную оценку записывают рядом с нулем в клетке.
7. Редукция матрицы. Выбирается нулевая клетка с наибольшей оценкой и заменяется на «X», который является отрезком пути, он выписывается. При этом, если в строке и столбце образовывается два «X», то они вычёркиваются, а в клетку,

соответствующую обратному пути, добавляется еще одна буква «X».

8. Если полный путь еще не найден, переходим к пункту 2, если найден к пункту 9.
9. Вычисление итоговой длины пути и построение маршрута. Найденные отрезки соединяют между собой и считают общую длину пути [2].

Следует иметь ввиду, что данный метод позволяют находить оптимальные или приближительные решения для достаточно больших задач, однако, точного решения получить нельзя с его помощью.

Муравьиный алгоритм. В основе алгоритма лежит поведение муравьев. Муравей, найдя источник пищи, приносит ее к своему жилищу, по пути оставляя феромоны. Работа алгоритма начинается с размещения муравьев в вершинах графа, затем начинается движение муравьев — направление определяется вероятностным методом, на основании формулы вида:

$$P_i = \frac{l_i^q \cdot f_i^p}{\sum_{k=0}^N l_k^q \cdot f_k^p},$$
$$q + p = 1$$

где:

P_i – вероятность перехода по пути i ,

l_i – величина, обратная весу (длине) i -го перехода,

f_i – количество феромона на i -м переходе,

q – величина, определяющая «жадность» алгоритма,

p – величина, определяющая «стадность» алгоритма.

Другие муравьи, выбирая один из путей, укрепляют его феромонами, делая привлекательнее. Поскольку феромоны имеют свойство испаряться, то муравьи выбирают кратчайший путь к еде. Эффективность алгоритма сравнима с эффективностью общих метаэвристических методов (не являются точными). Наилучшие результаты показываются для задач с большими размерностями областей поиска. При этом, они хорошо подходят для применения вместе с процедурами локального поиска [4]. Однако, решение не является точным и может оказаться худшим, но в силу вероятности решения, путем повторения алгоритма можно достичь точного решения.

Генетический алгоритм. Создается множество генотипов начальной популяции, и затем производится их оценка «приспособленности», которая определяет, насколько хорошо фенотип, описываемый данным генотипом, решает поставленную задачу. Из полученных решений (поколений) с учетом «приспособленности», выбираются лучшие решения, к которым применяется «мутация» или «скрещивание», затем производится отбор лучших в следующее поколение. Этот итеративный процесс и моделирует природный эволюционный процесс, до тех пор, пока не достигнут критерий остановки алгоритма, а именно нахождение оптимального решения.

Таким образом, можно выделить следующие этапы:

1. Задать целевую функцию (приспособленности) для особей популяции.
2. Создать начальную популяцию.
3. В цикле
 - 3.1 Размножение (скрещивание)
 - 3.2 Мутирование
 - 3.3 Вычислить значение целевой функции для всех особей
 - 3.4 Формирование нового поколения (селекция)
 - 3.5 Если условие остановки выполняется, то конец, иначе п. 3

Селекцию можно проводить различными способами, например, турнирная селекция – в начале выбирается случайным образом установленное количество особей, а затем из них выбирается та, у которой значение функции приспособленности лучше.

Или же метод рулетки – вероятность выбора особи тем вероятнее, чем лучше её значение функции приспособленности

$$p_i = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^N f_i},$$

где:

p_i – вероятность выбора i особи,

f_i – значение функции приспособленности для i особи,

N – количество особей в популяции

Однако, такой алгоритм плохо масштабируем под сложность решаемой проблемы: если размер области поиска решения велик, то и будет велико число генотипов, которые подвержены мутации. А также, такой алгоритм имеет тенденцию сходиться к локальному

оптимуму или даже к произвольной точке, а не к глобальному оптимуму для данной задачи.

При этом, этот алгоритм прост в реализации, имеет высокую скорость работы, и может быть распараллелен для поиска решения [5, 6].

Таким образом, самым точным методом решения задачи коммивояжера является полный перебор всех возможных вариантов, но из-за его трудоемкости, его невозможно применить в данном случае.

Жадный алгоритм демонстрирует свои достоинства только в начале, в конце же приходится «расплачиваться» за жадность, выбором длинных путей.

Для решения проблемы также не подходит и генетический алгоритм, несмотря на выше описанные его достоинства в виде простоты реализации и возможности распараллеливания. Данный алгоритм не применим по причине его плохой масштабируемости и характера схождения в локальной оптимальной точке, вместо глобальной, что ведет за собой неточные результаты решения задачи.

Наиболее оптимальными алгоритмами для использования в решении проблемы мониторинга лесных экосистем являются метод ветвей и границ и муравьиный алгоритм. Но, следует учесть, что эти методы дают приближенное решение, а муравьиный алгоритм может дать и наихудшее решение, но путем повторения можно добиться гораздо лучших результатов.

Литература

1. Экономика России [Электронный ресурс] Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Экономика_России#Лесопромышленный_комплекс
2. Костевич Л. С. Математическое программирование: Информ. технологии оптимальных решений: Учеб. пособие / Л.С. Костевич. — Мн.: , 2003. — 424 с.
3. Анищенко С. А. Задача коммивояжера. – 2002. – 22 с.
4. M. Dorigo & T. Stützle, 2004. Ant Colony Optimization, MIT Press. ISBN 0-262-04219-3
5. Гладков Л. А., Курейчик В. В., Курейчик В. М. Генетические алгоритмы: Учебное пособие. — 2-е изд. — М: Физматлит, 2006. — 320 с. — ISBN 5-9221-0510-8

6. Ченгар О.В., Скобцов Ю.О., Секірін О.І. Аналіз методів, моделей, алгоритмів оперативного планування роботи виробничої ділянки. – 2010.

Севастопольский государственный университет

УДК 681.3

А.В. Питолин

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВЕВОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

Рассмотрены вопросы разработки интеллектуальных систем поддержки принятия решений (СППР), определены механизмы выбора структуры искусственных нейронных сетей как основы проектируемой СППР

При проектировании и разработке сложных инфомационно-технических систем (ИТС) различного функционального назначения на этапе анализа возникают многочисленные задачи, требующие оценки количественных и качественных закономерностей процессов их функционирования, которые в большинстве своем носят слабоформализованный характер, ввиду сложности структуры и стохастичность связей между элементами, неоднозначности алгоритмов поведения при различных условиях, большого числа параметров и переменных, неполноты и недетерминированности исходной информации, разнообразия и вероятностного характера воздействий внешней среды.

В этой связи актуальной является ориентация на создание и использование систем поддержки принятия решений. Особенностью разработки интеллектуальных СППР (ИСППР) является то, что необходима разработка интеграционных процедур способных обеспечить сочетание традиционных алгоритмических методов проектирования ИТС и элементов интеллектуальных технологий, ориентированных на решение неформализованных задач.

Процесс разработки ИСППР включает следующие основные этапы [1]:

1. Разработка механизма информационного взаимодействия ИСППР с внешней средой с целью получения необходимой

информации для принятия решений. Основными процедурами на этом этапе являются расшифровка поступающей исходной информации, проверка информации на достоверность, идентификация ситуации, формирование перечня задач, требующих принятия решения.

2. Создание базы знаний (БЗ) и проектирование моделей логического вывода, отражающих природу происходящих событий на объекте проектирования и во внешней среде.

3. Проектирование подсистемы настройки системы, основной функцией которой является выявление системы предпочтений ЛПР и ее формализация для использования в ИСППР.

4. Формирование информационно-поисковой подсистемы, особенностью которой является ориентация на использование гипертекстовых структур, наличие развитого интерфейса с ЛПР и средств, обеспечивающих изменение и модификацию БЗ.

5. Разработка подсистемы моделирования. Автоматическое выполнение интеллектуальных функций достигается благодаря использованию методологии искусственного интеллекта в области имитационного моделирования.

Основными принципами создания интеллектуального пользовательского интерфейса являются:

1) соответствие информационного взаимодействия ЛПР различным типам решаемых задач в рамках которого должны быть определены процедуры мониторинга состояния объекта проектирования и внешней среды;

2) визуализация информации сгенерированной ИСППР;

3) реализация принципа расслоения информации с целью обеспечения возможности рассмотрения объекта проектирования специалистами с различных точек зрения.

Характерной особенностью ИСППР, является наличие БЗ, используемой в различных функциональных блоках системы. Наиболее целесообразным является использование элементов нечеткой логики в качестве моделей представления знаний в функциональных блоках.

Для того, чтобы обеспечить расширяемость, распределенность и независимое формирование отдельных компонентов используется концепция расширяемого программирования. Расширяемое программирование подразумевает, что добавление модуля возможно без необходимости вносить какие-либо изменения в существующие модули. Для реализации этой концепции предлагается формирование

системы, основанной на комбинации модели клиент-сервер и объектно-ориентированной модели.

При использовании клиент-серверного подхода система состоит из автономных компонентов относительно небольшого размера. При объектно-ориентированном подходе внесение изменений в проект на любом этапе жизненного цикла не требует полного пересмотра проекта, а имеет локальный характер. Изменения и дополнения затрагивают лишь необходимые классы и объекты. Для детализации проекта в него вводятся новые классы, которые могут наследовать поведение ранее созданных классов. При объектно-ориентированном подходе возможна быстрая разработка прототипа системы и затем его последовательное расширение до конечного результата.

Основными требованиями к структуре, составу и функционированию инструментальных средств для разработки ИСППР являются:

1. ориентация на объектно-ориентированный подход и создание графической среды главная задача которых состоит в обеспечении создания прототипов приложения;
2. наличие библиотеки функционально-логических модулей, которые содействуют сокращению времени разработки приложения;
3. возможность множественного доступа к централизованной базе знаний и групповая работа с приложением;
4. разработка механизмов тестирования и верификации приложения, отличительной особенностью которых является возможность проверки работоспособности по различным сценариям;

Следует отметить, что одним из основных принципов формирования базы моделей в структуре ИСППР при проектировании и анализе сложных технических систем является принцип "черного ящика", где моделируется внешнее функционирование системы. Функционирование системы в этом случае описывается информационно, на основе данных экспериментов или наблюдений над реальной системой.

Анализ методов моделирования такого рода показал, что наиболее целесообразным математическим аппаратом являются искусственные нейронные сети (ИНС). В большинстве случаев качество решения таких задач ИНС зависит от настройки параметров сети (вес связи, смещение), которая производится по данным, содержащимся в обучающей выборке. Базис функционирования таких

сетей составляют алгоритмы обучения, позволяющие оптимизировать весовые коэффициенты [2].

Одно из важнейших свойств ИНС – способность к обобщению полученных знаний. ИНС, натренированная на некотором множестве обучающих выборок, генерирует ожидаемые результаты при подаче на ее вход данных, относящихся к тому же множеству, но не участвовавших непосредственно в процессе обучения.

Для усиления способности ИНС к обобщению необходимо не только оптимизировать структуру сети в направлении ее минимизации, но и оперировать достаточно большим объемом обучающих данных [3].

Обучение ведется путем минимизации целевой функции $E(w)$, определяемой только на обучающем подмножестве L , при этом

$$E(w) = \sum_{k=1}^p E(y_k(w), d_k)$$
 где p обозначено количество обучающих пар (x_k, d_k) y_k - вектор реакции сети на возбуждение x_k

Цель обучения состоит в таком подборе архитектуры и параметров сети, которые обеспечат минимальную погрешность распознавания тестового подмножества данных, не участвовавших в обучении. Эта погрешность называемая погрешностью обобщения $E_G(w)$ зависит от уровня погрешности обучения $E_L(w)$ и от доверительного интервала ε . $E_G(w)$ характеризуется отношением:

$$E_G(w) \leq E_L(w) + \varepsilon \left(\frac{p}{h}, E_L \right)$$

Значение ε функционально зависит от уровня погрешности обучения $E_L(w)$ и от отношения количества обучающих выборок p к фактическому значению параметра h , отражающего уровень сложности ИНС.

Верхняя и нижняя границы этой меры определяются следующим образом:

$$2 \left[\frac{K}{2} \right] N \leq h \leq 2 N_w (1 + \lg N_n)$$

где $[]$ обозначена целая часть числа, N - размерность входного вектора, K - количество нейронов скрытого слоя, N_w - общее количество весов сети, а N_n - общее количество нейронов сети.

Подбор количества скрытых нейронов выполняется путем тренировки нескольких сетей с последующим выбором той из них, которая содержит наименьшее количество скрытых нейронов при допустимой погрешности обучения.

Базовую основу для редукции сети составляют алгоритмы отсечения взвешенных связей либо исключения нейронов в процессе обучения или после его завершения.

Большинство применяемых в настоящее время алгоритмов редукции сети можно разбить на две категории. Методы первой группы исследуют чувствительность целевой функций к удалению веса или нейрона. Методы второй группы связаны с модификацией целевой функции, в которую вводятся компоненты, штрафующие за неэффективную структуру сети.

Другой подход состоит в начале обучения при минимальном (обычно нулевом) количестве скрытых нейронов и последовательном их добавлении вплоть до достижения требуемого уровня натренированности сети на исходном множестве обучающих выборок. Добавление нейронов, как правило, производится по результатам оценивания способности сети к обобщению после определенного количества циклов обучения (алгоритм каскадной корреляции Фальмана).

Литература

1. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений. М.: Синтег, 1998.
2. Питолин А.В. Принципы информационного моделирования сложных инженерных систем // Системные проблемы качества, математического моделирования и информационных технологий: Материалы научно-технической конференции. Секция 12, часть 5 – Воронеж ВГТУ, 2000, - С. 11-13.
3. Оссовский С. Нейронные сети для обработки информации. М.: Финансы и статистика, 2002.

Воронежский государственный технический университет

ВЫЧИСЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТРУДОЁМКОСТИ ВАРИАТИВНОЙ СТРУКТУРЫ УЧЕБНОГО КУРСА

Рассмотрены вопросы разбиения структуры учебного курса на модули переменной длины для достижения лучшего эффекта интерактивного обучения с получением формулы оценки трудоёмкости модулей

При построении обучающих систем существует актуальная задача построения оптимальной учебной траектории. В случае интерактивного обучения необходимо, чтобы у обучаемого присутствовало ощущение прогресса. Для этого части материала должны быть небольшими. Таким образом, число фрагментов учебного курса становится больше, что влечет за собой увеличение числа контрольных мероприятий. С другой стороны, вероятность верных ответов на вопросы увеличивается. Необходимо определить оптимальную степень разбиения курса на учебные фрагменты. Для выполнения анализа структуры учебного курса сформулируем следующие положения:

- Учебный курс имеет однородный материал, что позволяет получать при разбиении фрагменты с произвольным объемом.
- Вероятность выполнения контрольных точек напрямую зависит от размера теоретического компонента учебного модуля и при увеличении этого размера вероятность уменьшается.

В соответствии с общепринятой дидактической моделью учебного процесса можно использовать гипотезу экспоненциального характера зависимости вероятности выполнения контрольных точек от размера учебного модуля. Если размер учебного модуля составляет X часов, то вероятность прохождения контрольных точек может быть выражена следующим образом:

$$p(X) = \exp(-\lambda X), \quad (1)$$

где λ – постоянная скорости уменьшения вероятности прохождения учебного модуля в зависимости от его размера, т.е. сложности усваивания материала с размерностью 1/час. Данное выражение (1) соответствует принципу представления успешности обучения. Если

размер учебного модуля достаточно невелик ($X \rightarrow 0$), то вероятность его успешного прохождения стремится к единице, а при достаточно большом размере ($X \rightarrow \infty$), вероятность его успешного прохождения сильно снижается, стремясь к нулю. Данная величина λ зависит от типа учебного курса и самих обучающихся. Ее можно оценить экспертным или экспериментальным путем на основе опыта построения и преподавания определенного вида интерактивных учебных курсов. Рассмотрим оценку данного параметра.

В самом простом случае ограничимся единственным экспериментом: допустим, обучающимся необходимо освоить раздел учебного курса в объеме X часов, при этом вероятность успешного прохождения данного раздела равна p . Таким образом, можно предложить следующее выражение:

$$\lambda = -\ln p/X \quad (2)$$

При увеличении числа экспериментов, задачу можно решать при помощи метода наименьших квадратов. Допустим, нами проведено n экспериментов освоения обучающимися разделов объемом $X_1, \dots, X_n$ часов и определены вероятности успешного завершения этих разделов $p_1, \dots, p_n$. В данном случае, оценка параметра λ может быть вычислена по следующей формуле:

$$\lambda = - \frac{\sum_{i=1}^n \ln p_i X_i}{\sum_{i=1}^n \ln X_i^2} \quad (3)$$

В задачу исследования не входили статистические оценки достоверности результатов, поскольку их можно получить при помощи общепринятых методов.

Рассмотрим марковскую цепь, представляющую стохастический процесс освоения учебного модуля (рисунок). В данной модели определим следующие состояния:

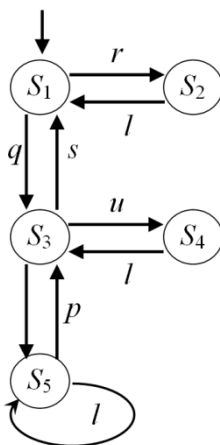
S_1 – освоение теории;

S_2 – работа со справочной системой при изучении теории;

S_3 – прохождение контрольных точек;

S_4 – работа со справочной системой при прохождении контрольных точек;

S_5 – завершение процесса изучения модуля.



Марковская цепь траектории прохождения учебного модуля

Определим вероятности переходов цепи между состояниями:

r – вероятность перехода к справочной системе в процессе обучения;

s – вероятность перехода к контрольным точкам;

u – вероятность перехода к справочной системе при прохождении контрольных точек;

p – вероятность успешного прохождения контрольных точек и завершение процесса изучения модуля;

q – вероятность неудачного выполнения контрольных точек и повторного изучения материала модуля.

В данной схеме реализуется следующее соотношение:

$$r + s = 1, p + q + u = 1 \quad (4)$$

Переходы между состояниями определяются следующей матрицей:

$$P = \begin{bmatrix} 0 & r & s & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ q & 0 & 0 & u & p \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Вероятности переходов между состояниями для невозвратного множества можно выделить из матрицы P как Q :

$$Q = \begin{bmatrix} 0 & r & s & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ q & 0 & 0 & u \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (6)$$

В таком случае, среднее число пребывания цепи в состояниях невозвратного множества будет определяться как:

$$N = (I - Q)^l = \begin{bmatrix} 1 & -r & -s & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 \\ -q & 0 & 1 & -u \\ 0 & 0 & -1 & 1 \end{bmatrix}^l, \quad (7)$$

где l - это матрица с размерностью 4×4 .

Так как процесс обучения всегда начинается из состояния S_1 достаточно определить лишь первую строку матрицы N ; обозначим её элементы как $m_1, \dots, m_4$. После вычислений обратной матрицы $(I - Q)^l$, будут получены оценки среднего количества попыток прохождения обучающимися всех разделов учебного модуля – соответственно, среднее число пребывания процесса в состояниях $\{S_1, \dots, S_4\}$ при начальном состоянии S_i :

$$m_1 = \frac{1-u}{s \cdot p}; \quad m_2 = \frac{r(1-u)}{s \cdot p}; \quad m_3 = \frac{1}{p}; \quad m_4 = \frac{u}{p} \quad (8)$$

Здесь

m_1 - среднее количество попыток изучения теории;

m_2 - среднее количество вызовов системы помощи и консультаций при изучении теории;

m_3 - среднее количество попыток прохождения контрольных точек;

m_4 - среднее количество вызовов системы помощи при прохождении контрольных точек.

Введем обозначения трудоемкости (в часах) освоения компонентов/разделов учебного модуля:

X - трудоемкость изучения теории (состояние S_1);

X_1 - трудоемкость обращения к системе помощи и консультаций при изучении теории (состояние S_2);

X_2 - трудоемкость прохождения контрольных точек (состояние S_3);

X_3 - трудоемкость обращения к системе помощи и консультаций при прохождении контрольных точек (состояние S_4).

Суммарная трудоемкость освоения модуля с учетом (7) будет определяться формулой:

$$R = m_1 X + m_2 X_1 + m_3 X_2 + m_4 X_3 = \frac{1}{p} \left[\frac{1-u}{s} (X + rX_1) + X_2 + uX_3 \right] \quad (9)$$

Рассмотрим параметры, входящие в формулу (9) и их оценки.

Вероятности u , r определяются экспертным путём или по итогам обработки протоколов фиксирования освоения учебных курсов. Вероятность p определяется формулой (4).

Трудоемкость X определяется рабочим учебным планом, трудоемкость X_1 , можно выразить как определенную долю X :

$$X_1 = k_1 X, \quad (10)$$

где $k_1 < 1$ - коэффициент затрат на обращение к справочной системе и консультациям, определяемый экспертным путём или иным статистическим образом.

Трудоемкость X_2 представлена в виде суммы постоянной и переменной составляющих:

$$X_2 = w + k_2 X, \quad (11)$$

где w (часов) - трудоемкость выполнения контрольных точек, связанная в том числе с проведением и оформлением письменных

работ, их пересылкой и т.д., не зависящая от величины раздела учебного модуля;

$k_2 < 1$ - коэффициент затрат на прохождение контрольных точек.

Трудоемкость X_3 может быть определена аналогично Θ_1 :

$$X_3 = k_3 X, \quad (12)$$

здесь $k_3 < 1$ - коэффициент затрат на обращение к справочной системе и консультациям при прохождении контрольной точки, определяемый экспертным путём или иным статистическим образом.

После подстановки значений величин (10) – (12) результирующая формула приобретет вид:

$$R = e^{\lambda X} \left[\left(\frac{1-u}{s} (1 + k_1 r) + k_2 + k_3 u \right) X + w \right] = R_1 + R_2 \quad (13)$$

$$\text{Причем } R_1 = e^{\lambda X} \left[\frac{1-u}{s} (1 + k_1 r) + k_2 \right] X - \text{временные затраты на}$$

прохождение модуля;

$R_2 = e^{\lambda X} (k_3 u X + w)$ - затраты времени на прохождение контрольных точек.

Обозначим

$$\frac{1-u}{s} (1 + k_1 r) + k_2 + k_3 u = k, \quad (14)$$

тогда выражение для суммарной трудоемкости упростится до:

$$R = e^{\lambda X} (kX + w). \quad (15)$$

Литература

1. Борзова А.С., Ципенко В.Г. Многоальтернативная оптимизация при формировании образовательных ресурсов, ориентированных на модели профессиональной деятельности – Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2017. № 1 (16). С. 21.

2. Борзова А.С. Оптимальная трансформация моделей профессиональной деятельности в компоненты образовательных программ – Новые технологии в образовании Материалы XXV Международной научно-практической конференции. Сборник научных трудов. 2017. С. 6-9.

Московский государственный технический университет гражданской авиации

УДК 004.023

Э.И. Дямина, Р.И. Хасанов, А.С. Филиппова

МАТРИЧНАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ОРТОГОНАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Рассматривается задача оптимального размещения сложных геометрических объектов внутри многосвязного ортогонального полигона. Дана математическая постановка, предложена матричная модель представления данных и основанные на ней подходы к решению

Системы автоматизированного проектирования технологических процессов в различных прикладных отраслях часто используют оптимизационный этап раскроя или размещения деталей с учетом геометрических особенностей. Наиболее изученной является задача размещения прямоугольных объектов внутри прямоугольной полосы или области [1]. Развитием данной задачи является покрытие и размещение прямоугольников внутри ортогональной многоугольной области [2]. Однако зачастую в промышленности объекты имеют более сложную форму и аппроксимация их путем замены на описывающие прямоугольники приводит к существенным потерям информации и получению недостаточно эффективных карт размещения. Предполагается, что использование в качестве описывающих фигур объектов более сложной формы – ортогональных многоугольников – позволит полностью или частично решить данную проблему.

Итак, пусть имеется прямоугольная область с препятствиями, а также перечень объектов произвольной формы, которые необходимо разместить внутри данной области, максимально эффективно

задействовав свободное от препятствий пространство. Опишем вокруг препятствий и объектов ортогональные многоугольники. Тогда задачу можно записать в следующем виде.

Математическая постановка задачи.

Имеется прямоугольная область, для которой заданы ширина W и высота H . Для описания области размещения введем прямоугольную систему координат: оси Ox и Oy совпадают соответственно с нижней горизонтальной и левой вертикальной сторонами области.

Имеется множество видов ортогональных многоугольников $P = (p_1, p_2, \dots, p_i, \dots, p_n, p_{n+1}, \dots, p_{n+b})$, где n – количество видов многоугольников, b – количество препятствий, $i = \overline{1, n}$ – номера многоугольников, $i = \overline{n+1, n+b}$ – номера препятствий.

Для каждого многоугольника p_i ($i = \overline{1, n+b}$) задано множество вершин $V_i = (v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{ij}, \dots, v_{im_i})$, где $j = \overline{1, m_i}$, m_i – количество вершин i -го многоугольника, и множество граней $E_i = (e_{i1}, e_{i2}, \dots, e_{ik}, \dots, e_{im_k})$, где $k = \overline{1, m_i + 1}$, $(m_i + 1)$ – количество граней многоугольника. Помимо номера многоугольника и собственного номера каждая вершина задается номерами примыкающих к ней горизонтальной и вертикальной граней $v_{ij} = (i, j, k_{hor}, k_{vert})$, $k_{hor} \neq k_{vert}$, а каждая грань – длиной, номерами примыкающих к ней вершин и индикатором расположения: $e_{ik} = (i, k, l_{ik}, j_{begin}, j_{end}, hor)$, $l_{ik} > 0$, $j_{begin} \neq j_{end}$, $hor = true$, если грань расположена горизонтально (рис. 1).

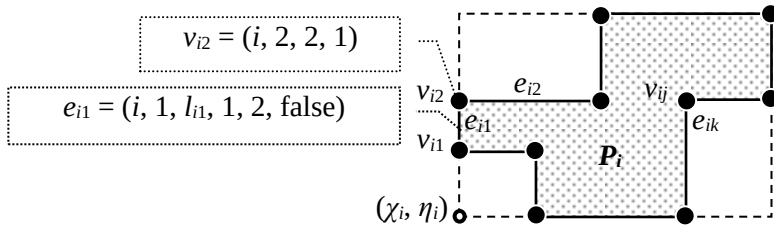


Рис. 1. Пример задания многоугольного объекта P_i

Для каждого препятствия p_i ($i = \overline{n+1, n+b}$), помимо свойственных для всех многоугольников параметров, задаются координаты левого нижнего угла описывающего прямоугольника внутри области размещения (χ_i, η_i) .

Введем обозначения: w_i, h_i – соответственно ширина и высота описывающего прямоугольника для объектов множества P , s_i – площадь объектов множества P ($i = \overline{1, n+b}$).

Все многоугольники множества P должны удовлетворять следующим условиям:

1. Ортогональность – все грани многоугольника E расположены под углом 90° по отношению друг к другу и к области размещения. Каждая вершина множества V имеет ровно две примыкающие к ней грани, причем, одна из них расположена горизонтально, другая – вертикально.

2. Непересечение граней – грани многоугольника могут соприкасаться (пересекаться) только в его вершинах.

3. Односвязность – все вершины многоугольника должны быть связаны между собой гранями, т.е. из любой вершины j можно построить путь к любой другой вершине k , $j \neq k$.

4. Замкнутость – из любой вершины можно построить путь, соединяющий все вершины, проходящий по каждой грани только один раз и заканчивающийся в этой же самой вершине.

5. Соразмерность – ширина и высота описывающего прямоугольника каждого объекта не должны превышать соответствующие размеры области размещения, т.е. $w_i \leq W, h_i \leq H, i = \overline{1, n+b}$; площадь каждого многоугольника не должна превышать пригодную для размещения площадь области, т.е.

$$s_i \leq W \cdot H - \sum_{k=n+1}^{n+b} s_k, i = \overline{1, n}$$

Необходимо найти план размещения многоугольников $P_n \subseteq P$ ($i = \overline{1, n}$) внутри заданной области, т.е. для объектов множества P_n требуется определить значения координат левого нижнего угла описывающего прямоугольника (χ_i, η_i) , такой что:

1. Описывающие прямоугольники объектов не выходят за границы области размещения:

$$\chi_i \geq 0, \eta_i \geq 0, i = \overline{1, n}; \chi_i + w_i \leq W, \eta_i + h_i \leq H, i = \overline{1, n}$$

2. Размещенные многоугольники и препятствия из множества P пересекаются между собой.

3. Позволит наиболее эффективно использовать полезную площадь области размещения, т.е. для размещенных в область объектов:

$$\sum s_i / W \cdot H - \sum_{k=n+1}^{n+b} s_k \rightarrow 1$$

Матричная модель размещения многоугольных объектов

Для решения поставленной задачи воспользуемся матричной технологией. Ранее такой подход уже использовался для размещения прямоугольных объектов внутри многосвязного ортогонального полигона (МОП) [3]. Алгоритм основан на представлении МОП в виде двумерного бинарного массива. Через все грани препятствий проводятся сквозные линии. В результате область с препятствиями оказывается покрытой, каждая ячейка которой либо не содержит препятствий («0» в бинарной матрице), либо является препятствием или частью препятствия («1» в бинарной матрице).

В данной статье мы предлагаем расширить использование матричной технологии для размещения ортогональных многоугольников. В отличие от исходного алгоритма представим в матричном виде не только область размещения, но и размещаемые многоугольники. Тогда каждому объекту множества P будет поставлена в соответствие матрица, будем называть такие матрицы *элементами*. Каждая ячейка элементной матрицы содержит значение «i», если соответствует непустой части объекта p_i , и «0» – в противном случае (рис. 2).

0	0	0	i	i	i	i
0	0	0	i	i	i	i
0	0	0	i	i	i	i
i	i	i	i	i	0	0
i	i	i	i	i	0	0
0	0	i	i	i	0	0
0	0	i	i	i	0	0

Рис. 2. Пример элементной матрицы

Идея использования матричного подхода состоит в сопоставлении значений в ячейках матрицы области со значениями в ячейках элементных матриц с целью проверки возможности размещения соответствующего объекта. Тогда, очевидно, размер всех ячеек во всех матрицах должен быть одинаковым. Сетка же, сформированная путем проведения сквозных вертикальных и горизонтальных линий через грани объектов, в общем случае этому условию не удовлетворяет. Таким образом, первым этапом

применения матричной технологии является определение параметров матриц – размеров ячейки и их количества по вертикали и горизонтали для всех объектов и области размещения.

1. Определение параметров матриц

При выборе параметров ячейки самым очевидным, универсальным и на первый взгляд простым решением является размерность 1×1 . Однако, при больших метриках объектов (трех-, четырехзначные числа и т.д.) размерность матриц, а, следовательно, и вычислительная сложность алгоритмов в ходе многократного перебора ячеек, будет велика. Можно попытаться уменьшить вычислительную сложность последующих операций с помощью процедуры поиска наибольшего общего делителя (НОД) для всех граней l_{ik} ($i = \overline{1, n+b}, k = \overline{1, m_i+1}$) и размеров области размещения W, H . В этом случае есть вероятность «укрупнить» размер ячейки матрицы.

После выбора размерности ячейки необходимо определить их количество в матрицах по горизонтали и вертикали: для объектов p_i ($i = \overline{n+1, n+b}$) – как частное от деления ширины и высоты описывающего прямоугольника за НОД; для области размещения – как частное от деления ее ширины и высоты на НОД.

Далее в ячейки элементных матриц, которым соответствует непустая область объекта или препятствия, заносится его номер, остальным ячейкам присваивается значение «0».

Следующим шагом является формирование матрицы области размещения. Первоначально всем ее ячейкам присваивается значение «0». После этого определяются матричные координаты левой нижней ячейки препятствия - как частное от деления его исходных координат на НОД. Начиная с этой ячейки содержимое матрицы области заменяется на элементную матрицу текущего препятствия. Таким образом в матрицу области добавляются все препятствия.

2. Определение текущей позиции в матрице области размещения

В начале работы алгоритма в качестве текущей позиции матрицы области выбирается ячейка $[0, 0]$ не зависимо от того, какое значение она содержит. При необходимости смещения в другую позицию возможны следующие варианты выбора новой текущей ячейки:

1) в зависимости от содержащегося в ячейке значения: выбирать только ячейки, содержащие «0», или выбирать ячейки не зависимо от содержимого;

2) в зависимости от близости ячейки к позиции $[0, 0]$: выбирать ячейки с наименьшим индексом по горизонтали, по вертикали или с наименьшей суммой индексов;

3) в зависимости от уже размещенных объектов: выбирать ячейки над только что размещенным объектом; справа от только что размещенного объекта или не зависимо от только что размещенного объекта.

Комбинировать данные варианты можно, исходя из особенностей задачи: ее размерности, формы области и объектов, технических ограничений предметной области, а также случайным образом.

3. Проверка допустимости размещения текущего объекта в текущую позицию внутри области

Начиная с позиции $[0, 0]$ элементной матрицы и с текущей позиции матрицы области производится последовательное сравнение значений их ячеек. Если хотя бы одна из матриц содержит в рассматриваемой ячейке значение «0», то перекрытия нет и сравнение продолжается. Если обе матрицы содержат в текущей ячейке ненулевое значение, то размещение признается недопустимым и процедура останавливается.

Если в ходе сравнения ячеек матриц не выявлено перекрытий, то такое размещение считается допустимым и, начиная с текущей позиции, нулевые ячейки матрицы области заменяются на соответствующие значения ячеек элементной матрицы. Объект помечается как размещенный.

Следует заметить, что в общем случае объект при размещении можно поворачивать на 90, 180 и 270 градусов, т.е. рассматривать 4 возможные позиции в пространстве, соответственным образом транспонировав его элементную матрицу.

4. Процесс размещения объектов внутри области

При размещении рассматривается два различных алгоритма: «первый подходящий» и «поиск места».

Идея «*первого подходящего*» состоит в подборе среди всех объектов списка допустимого для текущей позиции в матрице области. Первый найденный такой объект размещается в текущую позицию. Далее, не зависимо от того, найден или нет в ходе перебора

подходящий объект, текущая позиция меняется (согласно выбранному на этапе 2 методу) и процедура повторяется.

Алгоритм «поиска места» заключается в переборе позиций в матрице области в поисках пригодной для размещения текущего объекта. После того как подходящее место найдено, либо перебор для данного объекта не дал положительного результата, выбирается следующий по списку объект и процедура повторяется.

Условием прекращения работы алгоритмов является выполнение хотя бы одного из следующих условий:

- все объекты списка помечены как размещенные;
- все ячейки области содержат ненулевые значения;
- площадь незанятого пространства в области меньше площади самого маленького из неразмещенных объектов списка;
- ни один из объектов списка не может быть размещен ни в одну из позиций области;
- истекло отпущенное на расчеты время.

Возможно также комбинировать предложенные алгоритмы: сначала разместить имеющиеся объекты, реализовав процедуру «первого подходящего», далее для неразмещенных объектов списка, чья площадь не превышает незанятую область, применить алгоритм «поиска места».

Литература

1. Канторович Л. В., Залгаллер В. А. Рациональный раскрой промышленных материалов. – СПб.: Невский Диалект, 2012. – 304 с.
2. Филиппова А. С., Дямина Э.И., Валиахметова Ю.И. Многокритериальная оптимизация: комплексная задача геометрического покрытия и раскроя / Прикладная математика и фундаментальная информатика: ежегодный научный журнал / Под общ. ред. А.В. Зыкиной. – Омск: Изд-во Ом. гос. ун-та, 2014. №1. С. 112-115
3. Филиппова А. С., Дямина Э.И., Валиахметова Ю.И. Метод ограниченной декомпозиции для решения комплексной задачи геометрического покрытия и раскроя / Информационные технологии. 2016, Т. 22, №3. стр. 179-187

Уфимский государственный авиационный технический университет,
Башкирский государственный педагогический университет
им. М. Акмуллы

ТЕХНОЛОГИЯ СОКРАЩЕНИЯ РАЗМЕРНОСТИ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Рассматривается технология сокращения размерности вычислительно сложных задач оптимального проектирования на основе редукции ограничений и выделения существенных параметров математической модели

При решении задач оптимального проектирования сложных систем число варьируемых параметров и ограничений оптимизационной модели может быть настолько велико, что непосредственное использование формальных методов оптимального выбора оказывается малоэффективным из-за ограниченности временных и вычислительных ресурсов. Это требует использования процедур сокращения размерности решаемых задач. При этом можно выделить два основных этапа:

- редукция ограничений оптимизационной модели;
- сокращение пространства варьируемых параметров.

Рассмотрим задачу оптимального проектирования:

$$\begin{aligned} f(X) &\rightarrow \min \\ g_i(X) &\geq 0, \quad i = 1, \dots, r \\ h_s(X) &= 0, \quad s = 1, \dots, q \end{aligned} \tag{1}$$

Здесь $X = (x_1, \dots, x_n)$ - вектор варьируемых параметров объекта проектирования; $f(X)$ - критерий оптимальности. Ограничения задачи представлены в виде системы равенств и неравенств. При этом предполагается, что число варьируемых параметров и ограничений достаточно велико.

Для редукции ограничений в задаче оптимального проектирования (1) предлагается использовать релаксационный подход, основанный на последовательном введении и выведении ограничений из допустимой области. При этом на каждой N -й итерации осуществляется вычисление вероятностей:

$$p_j^{g,N} = \alpha_j^N / \sum_{j \in I_1^N} \alpha_j^N, \quad \alpha_j^N = |g_j^N(X)| / g_j^0, \quad j \in I_1^N;$$

$$p_i^{h,N} = \beta_i^N / \sum_{i \in I_2^N} \beta_i^N, \quad \beta_i^N = |h_i^N(X)| / h_i^0, \quad i \in I_2^N,$$

где $p_j^{g,N}$, $p_i^{h,N}$ - вероятности привлечения к оптимизационному процессу ограничений-неравенств и ограничений-равенств; I_1^N , I_2^N - множества индексов ограничений-неравенств и ограничений-равенств, нарушенных на данном шаге; $g_j^N(X)$, $h_i^N(X)$ - левые части соответствующих ограничений; g_j^0 , h_i^0 - нормирующие делители. На последующем этапе в задачу включаются ограничения, удовлетворяющие условиям: $p_j^{g,N} \geq p^g$, $p_i^{h,N} \geq p^h$, где p^g и p^h - предельные значения вероятностей, задаваемые пользователем. Ограничения, которые на данном этапе не были нарушены, временно выводятся из задачи.

Преобразование задачи с ограничениями в задачу безусловной оптимизации с осуществляется с использованием аппарата штрафных функций:

$$F(X) = f(X) + \gamma_k \cdot \left(\sum_{j \in I_1^N} p_j^{g,N} \cdot (\min\{0; g_j(X)\})^2 + \sum_{i \in I_2^N} p_i^{h,N} \cdot (h_i(X))^2 \right)$$

При этом в формировании штрафной функции участвуют только существенные ограничения, выбранные на N -м шаге. Таким образом, исходная задача с ограничениями преобразуется в последовательность задач безусловной минимизации:

$$F(X) \rightarrow \min_{R^n}. \quad (2)$$

Сокращение пространства варьируемых параметров в построенной задаче (2) осуществляется на основе разделения переменных. При этом вектор варьируемых параметров оптимизационной модели $X = (x_1, \dots, x_n)$ структурируется следующим образом:

$$X = (XS, XF),$$

где $XS = (xs_1, \dots, xs_{n_s})$ - вектор существенных параметров объекта;
 $XF = (xf_1, \dots, xf_{n_f})$ - вектор несущественных параметров.

Вектор существенных параметров XS характеризуется значительным влиянием на критерий оптимальности $F(X)$ и является варьируемым при решении задачи оптимального выбора. Вторая часть вектора X в ходе оптимизационного процесса фиксируется, что приводит к сокращению размерности исходной задачи.

Для выделения существенных параметров оптимизационной модели может быть использован подход, основанный на исследовании чувствительности критерия оптимальности $F(X)$ к изменению варьируемых параметров $x_1, \dots, x_n$ в различных точках поиска с использованием коэффициентов чувствительности

$$\delta_j^N = \left| \Delta F_j^N(X) / \Delta x_j^N \right|, \quad j = 1, \dots, n,$$

где $\Delta F_j^N(X)$ - приращение критерия оптимальности $F(X)$ на N -й итерации:

$$\Delta F_j^N(X) = F(x_1^N, \dots, x_j^N + \Delta x_j^N, \dots, x_n^N) - F(x_1^N, \dots, x_j^N, \dots, x_n^N).$$

При этом x_j относится к группе существенных, если коэффициент δ_j^N превышает минимальное значение δ , задаваемое пользователем. Коэффициент δ может корректироваться в ходе оптимизационного процесса.

Литература

1. Львович Я.Е., Белецкая С.Ю. Адаптивные методы оптимального проектирования // Информационные технологии. – 2010. – № S7. – С. 1–32.
2. Батищев Д.И. Оптимизация в САПР / Д.И. Батищев, Я.Е. Львович, В.Н. Фролов. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1997. 416 с.

Воронежский государственный технический университет

ПРИНЯТИЕ ОПЕРАТИВНЫХ РЕШЕНИЙ В ЭКСТРЕННОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЦЕНТРОМ ДОГОСПИТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ

В статье рассматривается возможность моделирования и анализа рисков при принятии оперативных решений в процессе управления центром догоспитальной медицины

Актуальной на сегодняшний день задачей, стоящей перед службами скорой медицинской помощи, является задача оперативности в обслуживании поступающих на диспетчерский пункт вызовов, повышение качества оказываемых услуг, эффективность использования, имеющегося транспортного и человеческого ресурса в различных режимах работы центра. В рамках возрастающих возможностей современных информационных технологий возникает необходимость разработки новых моделей и алгоритмов работы центра управления службой скорой медицинской помощи, разработка программных комплексов поддержки принятия оперативных управленческих решений. Работа центра догоспитальной медицинской помощи характеризуется двумя основными режимами: нормальным и экстренным [1,2]. Для экстренного режима работы характерно резкое увеличение количества поступающих в районный центр вызовов. При таком режиме работы возникает необходимость перераспределения бригад между районными центрами.

Для помощи в принятии оперативных управленческих решений предлагается подсистема, позволяющая с помощью многокритериальной модели оперативно проанализировать загруженность районных центров и предложить оптимальный варианты решения. В процессе решения поставленной задачи была предложена модель и принципы оценки и анализа рисков при оптимизации схем перераспределения ресурса между районными центрами. Определение факторов риска и первоначальная качественная их оценка определяют те параметры модели, изменения которых должны быть оценены в имитационной модели. Принципы работы схемы оценки и анализа рисков при оптимизации распределённого ресурса центра догоспитальной медицинской помощи можно представить в виде схемы, изображенной на рис.1.

В качестве качественных показателей анализа рисков возникновения перехода в чрезвычайный режим работы можно выделить как внутренние риски системы, такие как перебои в поставки медикаментов на станцию скорой медицинской помощи, поломки оборудования оказания медицинской помощи, нехватка персонала и неполное оснащение бригад, возможная поломка машины скорой помощи, так и внешние риски системы, такие как отсутствие мест в ближайших медицинских учреждениях, вероятность попадания машины скорой медицинской помощи в ДТП с пациентом или без него, возникновение крупных заторов на дорогах и т.д.

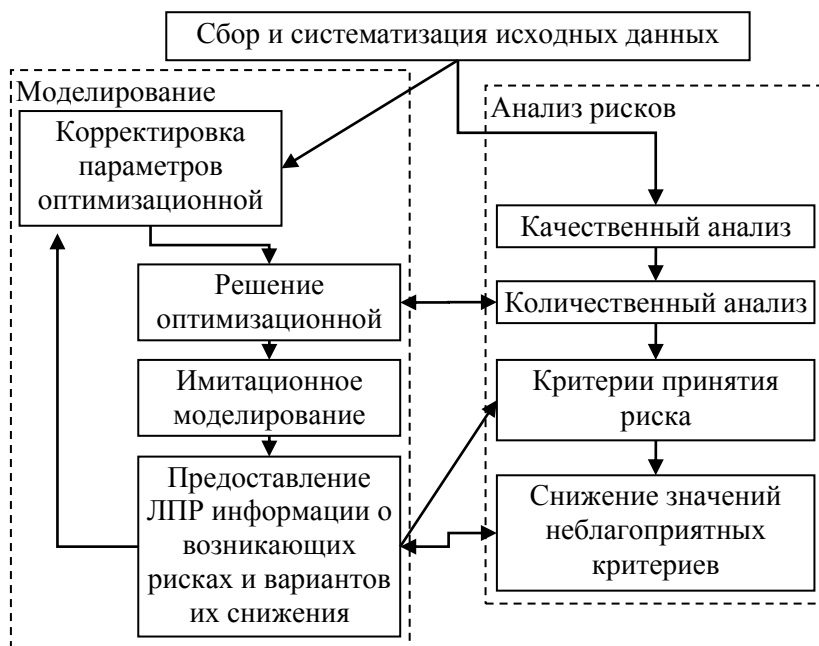


Рис. 1. Взаимодействие оптимизационной модели и методов анализа рисков.

Количественный анализ рисков представляет собой оценку времени обслуживания каждого вызова, соотношения количества поступающих вызовов и количества машин скорой медицинской помощи для каждой районной подстанции, среднее время обслуживание вызова за период. После определения количественных

показателей риска анализируются возможности устранения неблагоприятных показателей работы центра догоспитальной медицинской помощи, приводящие к переходу центра догоспитальной медицинской помощи в экстренный режим работы. Анализируется ситуация во всех районных центрах догоспитальной медицинской помощи и выбирается набор районных подстанций и предлагается для перераспределения количество бригад скорой медицинской помощи. После перераспределения ресурса бригад ситуация снова анализируется.

Для определения количественных характеристик оценки риска возможно применить метод, основанный на построении обобщенных оценок вариантов решений. Каждое решение оценивается по каждому из критериев S_i . Для сравнения вариантов решений используется несколько функций агрегирования. В качестве оптимального варианта выбирается тот, на котором достигнут максимум функции агрегирования следующего вида

$$\alpha_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m (d_i \cdot v(A_i, S_j)), \quad (1)$$

$$\beta_i = \varphi \cdot \min(d_i \cdot v(A_i, S_j)) + (1 - \varphi) \cdot \max(d_i \cdot v(A_i, S_j)) \quad (2)$$

где d_i - вес критерия, $v(A_i, S_j)$ - оценка критерия S_j для района A_i , m - количество критериев, φ - изменяемый параметр, i - индекс района.

В качестве средства моделирования используется язык имитационного моделирования GPSS. Рассматриваются для наглядности две модели: первая - без применения подсистемы поддержки принятия оперативных управленческих решений в экстренном режиме работы центра скорой медицинской помощи, и вторая - с применением этой подсистемы [6, 7]. Моделирование проводится в одинаковых условиях с одинаковым количеством поступающих вызовов в течение 24 часов (рис.2).

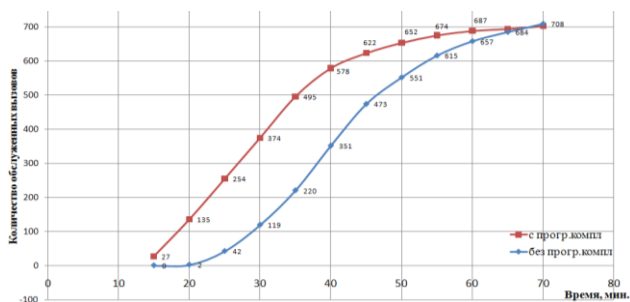


Рис. 2. Сравнение скорости обслуживания вызовов до и после применения подсистемы поддержки принятия решения

По результатам имитационного моделирования можно сделать вывод о том, что использование подсистемы поддержки принятия оперативных управленческих решений повышает эффективность, упрощает и оптимизирует работу центра скорой медицинской помощи, сокращает время реагирования на вызов.

Литература

1. Пашуева И.М. Моделирование и анализ подсистемы управления центрами быстрого реагирования с помощью сетей Петри / И.М. Пашуева, С.М. Пасмурнов // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2011. Т. 7. № 9. С.106-109.
2. Пашуева И.М. Применение сетей Петри в моделировании подсистемы управления центрами быстрого реагирования / И.М. Пашуева, С.М. Пасмурнов // Системы управления и информационные технологии: научно-технический журнал. 2011. №4.1(46). С. 162-166.
3. Пашуева И.М. Моделирование работы распределенной сети служб скорой помощи с использованием функции агрегирования / И.М. Пашуева // Физико-математическое моделирование систем: материалы XIII междунар. семинара. Воронеж, 2015. Ч. 2. С.65-68.
4. Пашуева И.М. Моделирование процессов принятия оперативных управленческих решений в системе управления центрами служб скорой медицинской помощи/ И.М. Пашуева // Физико-математическое моделирование систем: материалы XIII междунар. семинара. Воронеж, 2015. Ч. 2. С.69-73.

5. Пашуева И.М. Имитационное моделирование системы управления центрами служб скорой медицинской помощи с использованием многокритериальных оценок/ И.М. Пашуева // Физико-математическое моделирование систем: материалы XIII междунар. семинара. Воронеж, 2015. Ч. 2. С.74-78.

6. Королев Е.Н. Использование стандарта SCORM и WEB-онтологий для повышения эффективности учебно-исследовательских САПР/ Е.Н. Королев // Интеллектуальные информационные системы: труды Всерос. конф. Воронеж, 2016. 248 с

Воронежский государственный технический университет

УДК 681.3

А.Н. Швиндт

ЭКСПЕРТНАЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ВУЗОВ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ФОРМИРОВАНИЕМ УСЛОВИЙ КАЧЕСТВЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В статье рассматривается возможность применения метода экспертной кластеризации ВУЗов при решении задачи управления формированием условий качественного образования. Предлагается методика решения поставленной задачи

Для снижения трудоемкости решения задач оптимизации при управлении формированием условий качественного образования целесообразно предварительно провести ранжирование $i = \overline{1, I}$, вузов по интегральным показателям качества образования:

- характеризующим результаты трудоустройства выпускников по данным мониторинга y_i ;

- характеризующим степень удовлетворенности результатами и условиями обучения на основе акцентирования студентов по $m = \overline{1, M}$ разделами студенческого стандарта качества образования – y_{km}^2 , $m = \overline{1, M}$.

При этом значение интегральных показателей вычисляется с использованием аддитивных сверток [1] значений локальных показателей: в первом случае $y < n_1$, $n_1 = \overline{1, N_1}$, во втором – $y_{in_{2m}}$, $n_{2m} = \overline{1, N_{2m}}$, $m = \overline{1, M}$.

Ранговые последовательности формируются для каждой интегральной оценки в виде следующих нумерационных множеств:

$$i'_{y^1_i} = \overline{1, I^1_i} ; i''_{y^2_{im}} = \overline{1, I^2_{im}}, m = \overline{1, M},$$

на основе которых строятся диаграммы рангов.

Результат ранжирования используем в качестве исходных данных для проведения кластеризации $i = \overline{1, I}$, вузов по интегральным показателям качества образования $y^1, y^2_m, m = \overline{1, M}$. С этой целью предлагается следующая процедура разбиения на $u = \overline{1, U}$ классов в диалоге с экспертом.

1. Разделение вузов на $u = \overline{1, U}$ кластеров по визуальным оценкам эксперта в тестах скачков на диаграмме рангов.

2. Формирование нумерационных множеств вузов, соответствующих пересечений кластеров U и $U+1$. На разных диаграммах имеем для каждой диаграммы нумерационные подмножества.

$$i''_{y^1_u} u = \overline{1, U-1} ; i''_{y^2_{mu}} u = \overline{1, U-1}, m = \overline{1, M}$$

3. Определяет общие число объектов, входящих во все пересекающие подмножества кластеров u и $(u+1)$

$$I'' = i''_{y^1_u} \cap i''_{y^2_m} (m = \overline{1, M})$$

и качества попаданий i – го объекта принадлежащего множеству $i = \overline{1, I''}$ в пересечении кластеров u и $(u+1)$ по всем интегральным показателям. $i_u u = \overline{1, U-1}$.

4. Вычисляем вероятностные оценки принадлежности i – го объекта к двум соседним кластерам u и $(u+1)$

$$P_{iu} = \frac{i_u}{I''}, P_{i(u+1)} = \frac{i_{u+1}}{I''}$$

5. На следующем этапе применим эвристические оценки эксперта на основе наглядно-образных моделей многомерного шкалирования [2]. В качестве модели используем изображение

(визуализацию) многомерных количественных оценок y_i^1, y_{im}^2 для каждого i – го объекта, $i = \overline{1, U}$ в виде точек на плоскости [3]. Эксперт интуитивно разделяет множество точек на заданное число кластеров U в виде однородных подмножеств $p_u, u = \overline{1, U}$.

6. Рассматривается множество точек $i = \overline{1, I^n}$, частоты попадания i_u, i_{u+1} и определяются номера точек, одновременно принадлежащих подмножествам p_u и p_{u+1} и их множество i^m . На основе этих данных вычисляются условные вероятности отношения объекта к u -му кластеру по разделению точек на плоскости, если известно их отношение к $u + 1$ кластеру по диаграммам рангов:

$$P_I(u/u+1) = \frac{i_u^m}{i_{u+1}}; \quad P_I(u/u+1) = \frac{i_{u+1}^m}{i_u};$$

7. Осуществляется коррекция вероятностей, вычисленных в п.4, на основе условных вероятностей по формуле Байеса [4]:

$$P_{iu}^{ck} = \frac{P_i\left(\frac{u}{u+1}\right) * P_{iu}}{P_i\left(\frac{u}{u+1}\right) * P_{iu} + P_i\left(\frac{u}{u+1}\right) * P_{i(u+1)}},$$

$$P_{i(u+1)}^{ck} = 1 - P_{iu}^{ck}, u = 1, u - 1.$$

8. Принимается окончательное решение об отношении i -го вуза к u -му кластеру на основе рандомизированного выбора $I \in u$, если $P_{iu}^{ck} \leq \xi$, где ξ –случайная величина, равномерно распределенная на интервале $[0,1]$, в противном случае $i \in u+1$.

Литература

1. Батищев Д.И. Оптимизация в САПР/Д.И. Батищев, Я.Е. Львович, В.Н. Фролов, - М.: Высш.шк., 1977. – 416с.
2. Львович Я.Е. Принятие решений в экспертно-виртуальной среде/ Я.Е. Львович, И.Я. Львович – Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2010. – 140с.
3. Львович И.Я. Информационные технологии и оптимизации: краткая теория и приложения/ И.Я. Львович, Я.Е. Львович, В.Н. Фролов. - Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2016. – 444с.

4. Шпейдеров В.С. Машинная графика многомерных экспериментальных данных/В.С. Шпейдеров, Ф. Наудшус/Алгоритмические модели в автоматических исследованиях. – М: Наука, 1980.

Министерство образования и науки РФ

УДК 004

А.Р. Атнабаева

ОБЪЕКТНОЕ И ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В СЛОЖНОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ

В статье анализируется технологический процесс производства хлебобулочных изделий. На основе анализа разработаны онтологические и объектные модели управления рисками на производстве

Политическая и экономическая нестабильность, снижение инвестиций в промышленности, увеличение конкуренции, социальная напряжённость, а так же недостаточная эффективность системы управления, негативно отражаются на деятельности предприятий. Как следствие этого, возникают неблагоприятные ситуации, принятие решений для разрешения которых происходит, как правило, в условиях наличия той или иной неопределенности. Таким образом, возникает риск, определяемый в соответствии с ГОСТ Р ИСО 31010 - 2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска» как «сочетание вероятности события и его последствий» [1], связанный с последствиями в виде материального ущерба, а в случае возникновения аварийной ситуации – угрозой жизни и здоровью людей [1].

Однако риском можно управлять, то есть использовать различные методы анализа и оценки риска, позволяющие в той или иной степени спрогнозировать наступление неблагоприятного события, и применить меры к снижению степени риска. Примерами являются следующие методы:

– индуктивный метод предварительного анализа опасностей (англ. Preliminary Hazard Analysis – PHA);

–метод исследования опасности и работоспособности (англ. Hazard and Operability Study.- HAZOP);

–метод анализа рисков и критических контрольных точек (англ. Hazard Analysis and Critical Control Points – HACCP).

В экономических системах характер рисков зависит от конкретной предметной области. Сложно в условиях неопределенности производить анализ и оценку рисков, для этого необходимо в первую очередь выделить проблемную ситуацию, для разрешения которой будет проводиться анализ [3]. В качестве объекта исследования и анализа рисковых ситуаций был рассмотрен технический процесс изготовления ржаного хлеба на крупном предприятии (рис 1). Рецепт хлеба регламентируется отраслевыми стандартами (ОСТ 1 00280-78 Система управления качеством продукции на промышленном предприятии), государственными стандартами (ГОСТ Р 55972-2014 Изделия хлебобулочные, рецептура и технологическая инструкция) и внутренней документацией.

Основные участники данного процесса представлены на диаграмме в виде акторов (Actors):

- заказчик (инициатор процесса);
- лица, принимающие решения (ЛПР);
- эксперты.

Управлять рисками означает определять перспективы и выявлять возможности для совершенствования деятельности, а также не допускать или сокращать вероятность нежелательного хода событий. Основным документом для управления рисками выступает ГОСТ Р ИСО 31010 - 2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска».

Возникновение проблемной ситуации, влечет за собой вероятность возникновения риска и денежный ущерб производству. Принятие своевременных и эффективных решений позволяет сократить (*данную вероятность*) уровень риска.

В результате онтологического анализа выявленных особенностей управления взаимодействием деловых процессов разработана онтология поддержки принятия решений управления рисками. Онтология создает основу для того, чтобы при управлении взаимодействующими процессами стороны, обменивающиеся информацией, могли правильно понимать друг друга. Интеграция моделей двух процессов на базе онтологии позволит наладить

коммуникацию между сотрудниками, а также решит проблему получения достоверной и актуальной информации для принятия решений в условиях неопределенности [2].

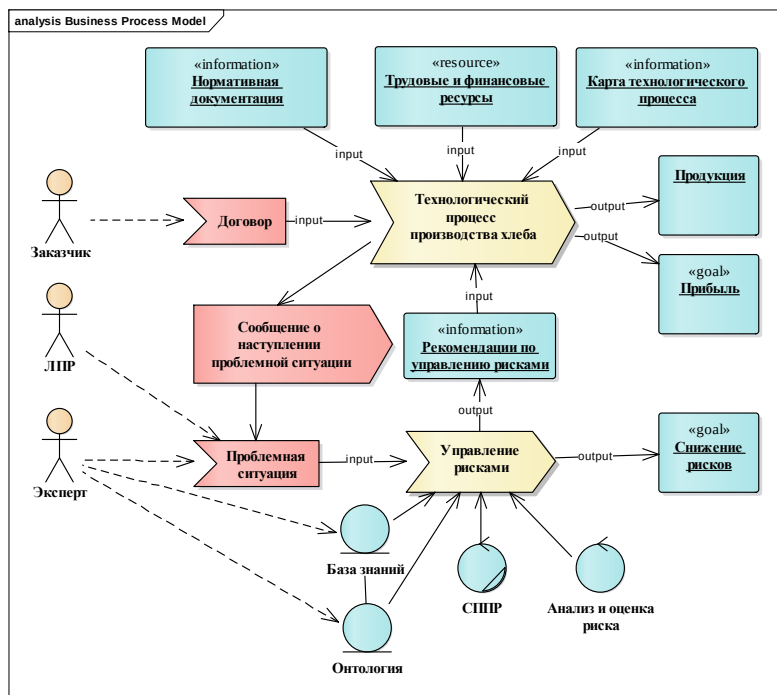


Рис. 1. Диаграмма бизнес-анализа

Онтология включает также семантическую сеть аналитических моделей и методов, используемых для поддержки принятия решений в управлении рисками технологического процесса (рисунок 1).

Описание онтологии произведено на языке OWL DL (Ontology Web Language based on Description Logic). Язык OWL, разработанный на основе теории и технологии Semantic Web, а также в соответствии с возможностями дескриптивной логики, позволяет описывать различные характеристики классов и их свойств, а также отношения между классами, определяющими структуру связей между своими экземплярами [2].

В терминологическую иерархию онтологии входят также понятия, характеризующие методы анализа и оценки риска, а также алгоритмы их применения. На каждом из этапов в технологическом процессе выделены основные показатели, на основе которых и поменяется тот или иной метод. В связи с этим основной целью построения онтологической модели является отображение множества методов анализа и оценки рисков на множество ситуаций возникновения риска.

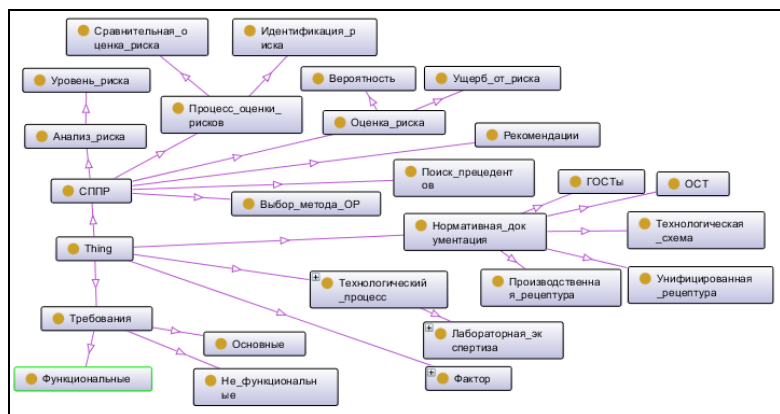


Рис. 2. Фрагмент онтологической модели управления рисками

Разработанные объектные и онтологические модели управления рисками в технологическом процессе позволяют (учесть разнообразность) формализовать представление знаний экспертов (привлекаемых знаний) (на всех этапах бизнес-процесса) в рассматриваемом бизнес-процессе и многообразии механизмов их использования.

Литература

1. ГОСТ Р 54871—2011 Проектный менеджмент. Требования к управлению программой. ГОСТ Р ИСО/МЭК 16085-2007. Менеджмент риска. Применение в процессах жизненного цикла систем и программного обеспечения.

2. Chernyakhovskaya L.R., Malakhova A.I., Mulyukov R.R.. A hybrid case-based reasoning algorithm for group decision making support. В сборнике: CSIT'2015 Proceedings of the 17th International Workshop on Computer Science and Information Technologies. 2015. С. 19-24.

3. Черняховская Л.Р., Атнабаева А.Р., Арямнова С.С. Онтологическая модель менеджмента качества и анализа рисков. В сборнике: Information Technologies for Intelligent Decision Making Support ITIDS2015. Proceedings of the 3rd International Conference. General Chair Woman: Yusupova Nafisa. 2015. С. 21-25.

Уфимский государственный авиационный технический университет

УДК 004.05

В.В. Мозговая, Е.Н. Машенко

АНАЛИЗ МЕТОДОВ МАКСИМИЗАЦИИ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ

В данной статье описаны проблемы энергопотребления беспроводных сенсорных сетей (БСС). Рассмотрены факторы, влияющие на их длительность жизненного цикла. В ходе проведенного анализа сделан вывод, что наилучшей стратегией максимизации жизненного цикла БСС является объединение существующих практик, ориентированное на ограничения разрабатываемого проекта

Беспроводная сенсорная сеть (БСС) представляет собой инфраструктуру, которая состоит из сенсорных (измерительных), вычислительных и коммуникационных элементов и предоставляет администратору (наблюдателю) возможность наблюдать и реагировать на события и явления в определенной среде [1].

Сенсорный узел представляет собой плату размером не более одного кубического дюйма. На плате размещаются процессор, память - флэш и оперативная, цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи, радиочастотный приемопередатчик, источник питания и различные датчики и актуаторы.

Для приложений БСС, требующих длительной работы сенсорных узлов от автономных источников питания (батарей) существует спецификация ZigBee, которая отличается низким энергопотреблением, поддержкой существующих топологий, возможностью выбора алгоритма маршрутизации и механизм

стандартизации приложений. Существуют следующие виды устройств Zigbee [2]:

- Zigbee Координатор (ZC): формирует корень сетевого дерева; может соединяться с другими сетями; хранит информацию о сети;

- Zigbee Маршрутизатор (ZR): выступает в роли промежуточного маршрутизатора, передавая данные с других устройств;

- Конечное устройство Zigbee (ZED): обменивается информацией с материнским узлом. ZED экономит расход батареи за счет длительного нахождения в спящем режиме и является самым дешевым элементом сети с минимально необходимым количеством памяти.

Сенсорные узлы обычно питаются от батареи, то есть количество доступной энергии чрезвычайно ограничено. При этом, беспроводные сенсорные сети часто используются в таких задачах, как мониторинг физических явлений и, следовательно, требуют как можно большего времени жизни (иногда даже несколько лет). Также немаловажным условием работы сети является то, что часто узлы сети должны быть установлены во враждебных или труднодоступных средах. Эти факторы приводят к невозможности обеспечения обычной операции технического обслуживания - замены батареи. Следовательно, одной из главных целей проектирования беспроводной сенсорной сети является оценка метрики жизненного цикла сети - интервала времени между началом функционирования и гибелью последнего из живущих сенсорных узлов и соответственно минимизация потребления энергии [3].

Для этого важно понимать, какие факторы влияют на продолжительность времени автономной работы сенсорного узла:

- Характеристики аппаратных средств;

- Частота сбора и передачи данных, зависящая от приложения;

- Топология сети, определяющая объем информации, проходящий через каждый элемент.

Характеристики аппаратных средств. Улучшение аппаратных характеристик сенсорных узлов, таких как: уменьшение энергопотребления отдельных компонентов и увеличение емкости батарей, имеет как физические, так и стоимостные ограничения. Исходя из определения, сенсорные сети состоят из тысяч миниатюрных недорогих устройств. Следовательно, использование более энергоэффективных компонентов приводит к удорожанию и увеличению размера устройства.

Частота сбора и передачи данных. Во многих сферах применения сенсорных сетей, крайне важно обеспечить гарантированное (определенное нормативными требованиями) время доставки данных. Например, в сферах энергобезопасности и критически важных инфраструктурах, в которых установлены сенсорные узлы - датчики для обнаружения утечки нефти и газов или структурных повреждений, исполнителям и контроллерам необходимо получать данные от всех датчиков в течение определенного срока. Отказ сенсорного оборудования может привести к непредсказуемым и катастрофическим изменениям, что требует высокой частоты сбора данных и исключает возможность нахождения элемента в режиме пониженного энергопотребления. С другой стороны, такие сферы, как мониторинг окружающей среды, требуют периодической и быстрой доставки данных в течение длительных периодов времени, так как такие параметры как температура или влажность изменяются плавно.

Топология сети. Является важной моделью состояния сети, поскольку дает много информации о существующих узлах и связности сети. На рисунке представлена классификация методов построения беспроводных сенсорных сетей.



Классификация методов построения БСС

Рассмотрим недостатки существующих подходов к проектированию БСС с точки зрения энергопотребления узлов.

БСС с одним головным узлом. Топология "Звезда": основной недостаток – отсутствие маршрутизации и, как следствие, зависимость всей сети от надежности координатора.

Топология "Кластерное дерево": при выходе из строя маршрутизатора одной из ветвей дерева происходит выход из строя всей ветки. Также пакеты данных задерживаются дольше в сети, что увеличивает нагрузку на каждый элемент.

Топология "Ячеистая структура": срок жизненного цикла сетевого узла зависит от положения в сети и направлений прохождения сетевого трафика.

БСС с несколькими головными узлами - со стационарными головными узлами: на примере протокола HEED, основным недостатком этого метода является дополнительное потребление энергии для восстановления головных узлов. Однако, преимуществом является общее увеличение жизни сети за счет кластеризации на основе остаточной энергии каждого сенсорного узла и его уровня.

БСС с временными головными узлами: некоторые сетевые узлы выступают в качестве экспедиторов доставки пакетов, они являются мобильными промежуточными узлами хранения, собирающими информацию на пути к базовой станции. Основным недостатком данной технологии является увеличение латентности, что накладывает ограничение на использование в системах некритичных к задержкам.

Таким образом, из анализа факторов энергопотребления сети основными методами максимизации длительности жизненного цикла беспроводных сенсорных сетей являются:

- введение нескольких головных узлов, в зависимости от области применения;
- введение спящего режима и расписания в сенсорных узлах;
- уменьшение расстояния между узлами;
- уменьшение времени принятия и отправки пакетов данных.

Однако, стоит учитывать, что в связи с тем, что беспроводные сенсорные сети являются развивающейся отраслью Интернета вещей, единых стандартов по разработке не существует и разработчику необходимо опираться на ограничения реальной задачи, вследствие невозможности выполнения всех вышеприведенных рекомендаций в действующих проектах.

Литература

1. Sohraby K., Minoli D., Znati T. Wireless Sensor Network, Technology, Protocols and Applications. John Wiley & Sons, New Jersey, 2007. P. 1-2.
2. ZigBee Alliance. URL:<http://www.zigbee.org> (дата обращения: 10.07.2017).
3. Гольдштейн Б.С., Кучерявый А.Е. Сети связи пост-NGN. – СПб.: БХВ-Петербург, 2014. – С. 126.

4. Мозговая В.В., Машенко Е.Н. Анализ проблем практической реализации беспроводных сенсорных сетей // Мир компьютерных технологий: Сборник статей студенческой научно-технической конференции. - Севастополь: М-во образования и науки РФ, Севастопольский государственный университет, 2017. - С. 106.

Севастопольский государственный университет

УДК 681.3

В.В. Рябов, А.В. Румянцев, И.А. Магазинник

МНОГОСЛОЙНЫЙ ПОДХОД К АВТОМАТИЗАЦИИ ДЕСКТОПНОГО GUI В OPEN-SOURCE ПРОЕКТЕ НА PYTHON

В работе дается краткий обзор open source проектов и общедоступных технологий в области автоматизации графического интерфейса пользователя десктопных приложений, а также описывается перспективный подход к разработке таких инструментов на примере open-source проекта ruwinauto

Автоматизация графического интерфейса для десктопных приложений (далее «десктопного GUI») может преследовать несколько целей: ускорение регрессионного тестирования GUI приложений, быстрое или многократное выполнение нужных действий в отсутствие других видов интерфейсов, извлечение графических и текстовых данных из приложения для дальнейшей обработки.

В области автоматизации Web UI через браузерные движки безусловным лидером является семейство инструментов Selenium. Во многом благодаря W3C стандарту WebDriver [1] эти open source библиотеки используются повсеместно. Для десктопных приложений нет ярко выраженного лидера: несколько инструментов, библиотек и технологий конкурируют либо дополняют друг друга. Хорошо проработанные коммерческие решения вроде TestComplete, UFT и Squish имеют стоимость от четырех тысяч долларов за одну лицензию на один компьютер. Бесплатные и open-source решения используют разные подходы и делятся на несколько категорий. Фактически не существует универсального инструмента, покрывающего все методы и технологии.

Можно выделить четыре основных метода автоматизации.

1. *Координатный метод*. Легко реализуем, но крайне нестабилен к изменению разрешения экрана, темы, шрифтов, размеров окон и т.п. Из-за этого не масштабируется больше, чем на одну машину. В его рамках в принципе невозможны *гибкие тайминги* (ожидание появления элемента на экране на основе обратной связи, время ожидания жестко не фиксировано). Далее этот метод не рассматривается.

2. *Распознавание эталонных изображений*. Плюсы: более надежный, но требует ряда хитростей для генерации эталонных файлов; может работать на любой платформе. Минусы: требует вычислительных ресурсов на алгоритмы распознавания, на практике речь не идет о надежном извлечении текста.

3. *Accessibility технологии*. Плюсы: самый надежный метод, т.к. позволяет искать по тексту, независимо от того, как он отрисован системой или GUI фреймворком. Как правило, этот метод самый быстрый, т.к. почти не расходует вычислительные ресурсы. Минусы: иногда такие технологии в принципе недоступны (примеры: загрузочный экран в виртуальной машине, многие полноэкранные видеоигры), разные операционные системы поддерживают свои accessibility технологии, поэтому сложно сделать кросс-платформенный инструмент. Фактически только проект LDTP (Linux Desktop Testing Project) [2] в какой-то мере поддерживает и Windows, и macOS, и Linux. Однако он не пользуется большой популярностью в силу сложности изучения.

4. *Тестовый back door*. В больших проектах сами разработчики GUI приложения зачастую создают специальные лазейки (*back doors*) для автоматического тестирования. Например, приложение запускает служебный TCP сервер, а тестовые скрипты подключаются к нему и посылают команды на выполнение действий с элементами интерфейса. Далее этот метод не рассматривается.

Второй метод в силу вычислительных ограничений стал набирать популярность относительно недавно. Флагман этого направления – библиотека SikuliX [3], разработанная в рамках исследовательского проекта в Массачусетском технологическом институте (MIT). Она создана с помощью языков Python и Java, поэтому работает в интерпретаторе Jython (разновидность интерпретатора языка Python, выполняемая в среде JVM). В рамках экосистемы Sikuli существует визуальная среда разработки Sikuli IDE, а также скриптовый язык Sikuli Script. Также существует аналогичная

библиотека Lackey, написанная на чистом Python и полностью совместимая с Sikuli.

Общедоступные accessibility технологии, как правило, привязаны к операционной системе и являются низкоуровневой надстройкой на уровне, например, оконного менеджера. В силу сложности изучения редко используются напрямую. Рассмотрим кратко особенности каждой технологии и перечислим open-source инструменты для каждой из них.

1. *Win32 API (Windows)*. Содержит большинство функций операционной системы, в том числе для работы с окнами и стандартными элементами графического интерфейса.

- *AutoHotKey*. Написан на языке C++, но имеет собственный скриптовый язык, а также реализует стандартный COM интерфейс IDispatch для использования из любого скриптового языка общего назначения.

- *AutoIt*. Еще один инструмент, написанный на C++, с собственным скриптовым языком, похожим на Basic. Существует обертка на языке Python: pyautoit.

2. *Microsoft UI Automation (Windows)*. Относительно новая технология от Microsoft, доступная, начиная с Windows Vista и Windows Server 2008 (может быть установлена на Windows XP и Windows Server 2003). Поддерживает подавляющее большинство современных приложений на операционных системах Windows, включая Windows Forms, WPF, Qt, Windows Store приложения (WinJS, UWP, Metro style) и большинство браузеров. Представляет собой динамическую библиотеку UIAutomationCore.dll, реализующую ряд COM интерфейсов. Для .NET приложений при разработке доступно стандартное пространство имен System.Windows.Automation (.NET оболочка над COM интерфейсами).

- *TestStack.White* (язык C#). Одна из самых популярных библиотек, использующих MS UI Automation.

- *Winium.Desktop* (язык C#). Молодой проект от разработчиков компании 2GiS из Новосибирска.

- *Rautomation* (язык Ruby). Библиотека с поддержкой и Win32 API, и MS UI Automation. Работает не на всех версиях интерпретатора Ruby, последние 2,5 года не развивается.

- *LDTP Cobra*. Мультиязыковой инструмент от проекта LDTP под Windows (см. ниже).

- *Pywinauto* (язык Python) [4]. Библиотека на чистом Python. Первые версии созданы с использованием Win32 API (автор: Mark McMahon, США). Авторы данной работы продолжили разработку, добавив поддержку MS UI Automation.

3. *AT-SPI (Linux)*. Поддерживается на уровне оконных менеджеров.

- *LDTP* [2]. Linux Desktop Testing Project. Основной проект семейства мультязыковых инструментов, который, несмотря на кросс-платформенность, не слишком популярен за пределами Linux сообщества.

- *pyatspi2* (язык Python). Оболочка над AT-SPI. Имеет зависимости от PyGObject, требует компиляции.

4. *Apple Accessibility API (macOs)*. Встроена в операционную систему, сделана на Objective C.

- *pyatom / ATOMac* (язык Python) [5]. LDTP-совместимая, но и самодостаточная библиотека. Последние два года практически не поддерживается (есть проблемы с гибкими таймингами), но вполне работоспособна.

Для разработки кросс-платформенного инструмента требуется определенный уровень абстракции над всеми существующими технологиями. Этому требованию удовлетворяют *pywinauto*, *RAutomation* и отчасти *Winium.Desktop* с интерфейсом в *Selenium* стиле, а также семейство *LDTP*. Еще одно важное требование – простота установки и минимум зависимостей.

Библиотека *pywinauto* версии 0.4.0 (разработанная Марком Макмэхоном в 2006-2010) вообще не имела зависимостей от других библиотек, использовала удобные абстрактные описания элементов GUI, а высокоуровневые средства языка Python позволяли скрывать детали перехода от абстрактных описаний к работе с реальными элементами GUI. Некоторая популярность проекта (190 звезд на хостинге Google Code к 2015 году, когда хостинг был закрыт) также говорила о перспективности данной модели.

Классы *Application* и *WindowSpecification* формируют абстрактное описание GUI приложения и его окон/элементов. Пользователю требуется лишь вызвать действие с этим элементом. Поиск реальных элементов происходит при переходе от объекта *WindowSpecification* к одному из т.н. *врапперов* (классов-оберток, скрывающих детали взаимодействия с реальными элементами GUI).

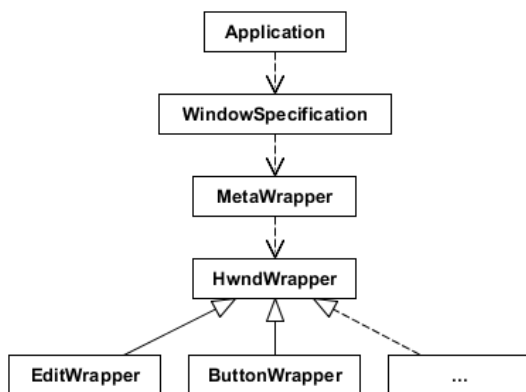


Рис. 1. Структура классов ruwinauto версии 0.4.2.

В этом процессе неявно участвует метакласс *MetaWrapper*, который автоматически подсказывает, какой класс-обертку использовать для создания объекта *wrapper*. Фактически он создает отображение (англ. *mapping*) текстового свойства элемента, по которому можно определить его тип, на множество классов-оберток, унаследованных от базового класса *HwndWrapper* (объект этого класса создается по умолчанию). Эту схему можно проиллюстрировать двумя строчками на языке Python.

```
app = Application().start("notepad.exe")
```

```
app['Untitled - Notepad'].Edit.wrapper_object().set_text("example")
```

Объект класса *WindowSpecification* также создается неявно через обращение по атрибуту или по ключу и состоит из нескольких уровней (два уровня в листинге 1). Первый – описание окна верхнего уровня. Это описание непосредственного окна, содержащего в себе множество элементов вроде кнопок, списков и т.п. Второй уровень – это описание дочернего элемента или окна (в листинге 1 – это поле редактирования). Описание элемента может содержать больше двух уровней в зависимости от иерархии элементов. Явный вызов `.wrapper_object()` может быть опущен и приведен для наглядности.

Для поддержки других accessibility технологий потребовалось ввести понятие *низкоуровневого слоя* (англ. *backend*). Уже существующий Win32 *backend* (слой, работающий с технологией Win32 API) содержит отображение *MetaWrapper* и всю иерархию классов, производную от *HwndWrapper*. При этом с точки зрения

интерфейса библиотеки объекту *WindowSpecification* достаточно знать лишь о классе *HwndWrapper*: вызов его конструктора автоматически запускает всю цепочку выбора нужного класса-обертки.

Однако в *backend* модели не хватало еще одной абстракции: представление элемента GUI для поиска его в дереве по значениям текстовых свойств. Фактически использовались функции, напрямую возвращающие дескрипторы окон/элементов (*handle*, или *hwnd*) и по этим дескрипторам/хэндлам получающие свойства элемента (*title*, *class_name*, *control_id* и так далее). Все эти «поисковые» свойства элемента можно объединить в класс *HwndElementInfo*.

Таким образом, для работы с одним низкоуровневым слоем библиотеке *ruwinauto* достаточно знать о двух классах: «поисковый» класс (производный от *ElementInfo*) и базовый класс-обертку (производный от *BaseWrapper*). Для идентификации слоя нужно также присвоить ему имя (для Win32 API – это «win32», для MS UI Automation – это «uia»). Полностью структура классов *ruwinauto*, реализованная в версии 0.6.0, представлена на рисунке 2.

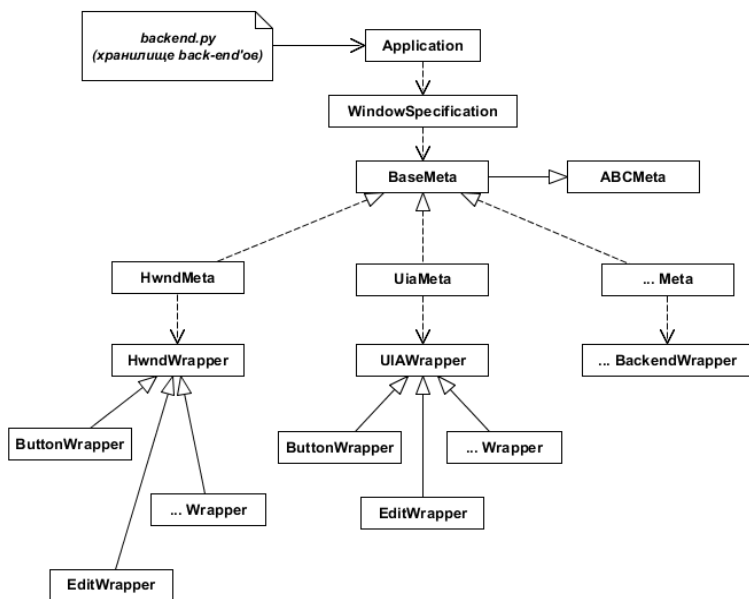


Рис. 2. Структура классов *ruwinauto* версии 0.6.0

В настоящее время ведется разработка низкоуровневых слоев для технологий AT-SPI (Linux) и Apple Accessibility API. Также потребуются различные реализации класса *Application*.

Литература

1. WebDriver. W3C Candidate Recommendation. URL: <https://www.w3.org/TR/2017/CR-webdriver-20170330/> (дата обращения: 14.05.2017).
2. Linux Desktop Testing Project. URL: <https://lftp.freedesktop.org/wiki/> (дата обращения: 14.05.2017).
3. RaiMan's SikuliX. URL: <http://sikulix.com/> (дата обращения: 14.05.2017).
4. Pywinauto – Windows GUI Automation with Python. URL: <http://pywinauto.github.io/> (дата обращения: 14.05.2017).
5. ATOMac – Automated Testing on Mac. URL: <https://github.com/pyatom/pyatom> (дата обращения: 14.05.2017).

Нижегородский государственный университет

УДК 621.396

Н.А. Макрецов, Д.П. Комаристый

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ АНТЕННЫ НА ОСНОВЕ МНОГОАЛЬТЕРНАТИВНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

В данной статье рассматривается в качестве объекта моделирования металлодиэлектрическая антенна. В состав антенны входил диэлектрический волновод, он располагался в металлическом корпусе, над диэлектрическим слоем располагаются металлические полоски. Проводился расчет диаграммы направленности этой структуры на основе метода интегральных уравнений и метода коллокаций. Для одного периода записывалось интегральное уравнение, которое затем обобщалось для одномерной бесконечной гребенки. Предлагается использовать процедуру многоальтернативной оптимизации для того, чтобы получить определенный набор интересных с точки зрения практического применения вариантов построения антенной структуры. Чтобы провести выбор некоторого варианта среди множества доминирующих необходимо применить поисковый алгоритм на базе генетического подхода. При проведении вычислительного эксперимента указаны возможности применения разных схем скрещивания. Для того, чтобы сократить множество вариантов, представляющих интерес, необходимо сформировать репродукционную группу на основе

применения селекционных схем. Получены параметры антенны для заданной рабочей частоты на основе рассматриваемого комбинированного алгоритма

Металлодиэлектрические антенны используют в различных технических устройствах [1, 2]. С тем, чтобы проводить анализ их рассеивающих свойств, требуется привлечение строгих электродинамических подходов, в рамках которых при учете того, что антенны характеризуются сложной структурой можно учесть тонкие дифракционные эффекты. На рисунке можно увидеть поперечное сечение антенны, которая рассматривается. Ее составляющие - диэлектрический волновод, размещаемый в металлическом корпусе, есть металлические полоски, их помещают над диэлектрическим слоем. Процессы возбуждения диэлектрического волновода наблюдаются с торцевой стороны, при этом применяют плоскую волну. При расчете токов на гребенке, необходимо использовать метод интегральных уравнений.

В том случае, когда рассматривается один период плотности тока, в этом случае по нему записывается такое интегральное уравнение [3]

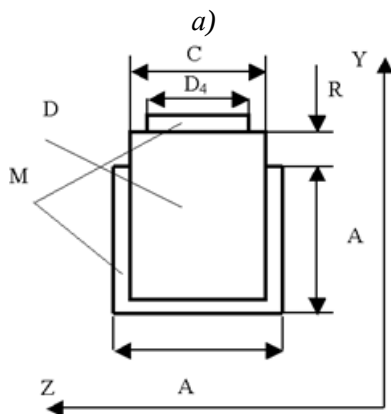
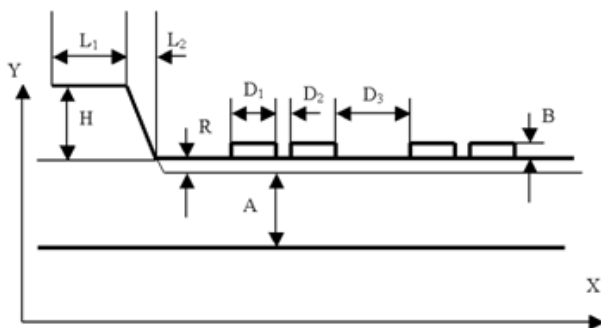
$$\vec{n} \times \vec{E} = -\frac{i}{4\pi\omega\epsilon} \vec{n} \times \int_S (-\omega^2 \cdot \mu \cdot \vec{J} \cdot \vec{G} + Z \cdot \vec{n} \times \vec{J} \times \text{grad}'(G) - \frac{i}{\omega\epsilon} \text{Div}(\vec{J}) \cdot \text{grad}'(G)) ds', \quad (1)$$

где $\vec{n}$ – определяет внешнюю нормаль, выходящую из точки наблюдения; $\vec{E}$ – задает вектор напряженности исходной волны; ω – показывает значение круговой частоты радиоволны; ϵ и μ – дают значения абсолютных диэлектрических и магнитных проницаемостей воздушного пространства; $\vec{J}$ – дает значение вектора поверхностной плотности тока, если рассматривать в точке источника q ; G – дает значение функции Грина, относящейся к свободному пространству; Z – дает значение поверхностного импеданса диэлектрического слоя; S – показывает, по какой поверхности идет интегрирование.

В том случае, когда идет анализ по бесконечной одномерной линейной гребенке, возникает бесконечная система интегральных уравнений. Выбираем элемент, ставим ему в соответствие нулевой индекс, и относительно этого элемента делаем нумерацию других элементов.

Тогда для уравнения системы мы получаем

$$\begin{aligned} \vec{n} \times \vec{E} = & \\ & \dots + \left(-\frac{i}{4\pi\omega\epsilon} \vec{n} \times \int_S (-\omega^2 \mu \vec{J}_{-1} G + Z \vec{n} \times \vec{J}_{-1} \times \text{grad}'(G) - \frac{i \text{Div}(\vec{J}_{-1}) \text{grad}'(G)}{\omega\epsilon}) ds' \right) + \\ & + \left(-\frac{i}{4\pi\omega\epsilon} \vec{n} \times \int_S (-\omega^2 \mu \vec{J}_0 G + Z \vec{n} \times \vec{J}_0 \times \text{grad}'(G) - \frac{i \text{Div}(\vec{J}_0) \cdot \text{grad}'(G)}{\omega\epsilon}) ds' \right) + (2) \\ & + \left(-\frac{i}{4\pi\omega\epsilon} \vec{n} \times \int_S (-\omega^2 \mu \vec{J}_1 G + Z \vec{n} \times \vec{J}_1 \times \text{grad}'(G) - \frac{i \text{Div}(\vec{J}_1) \text{grad}'(G)}{\omega\epsilon}) ds' \right) + \dots \end{aligned}$$



б)
Сечение анализируемой антенны
а) для плоскости XOY, б) для плоскости YOZ

Данное уравнение решается на основе метода коллокаций. Чтобы определить рассеянное антенной электромагнитное поле, используем выражение

$$E^s(\vec{r}) = \frac{i\omega\mu \exp(-ikr)}{r} \int_S ((\vec{r} \cdot \vec{J})\vec{r} - \vec{J} - \sqrt{\frac{\varepsilon}{\mu}} \cdot \vec{Z} \cdot \vec{r} \times \vec{J} \times \vec{r}) \exp(ik\vec{r} \cdot \vec{r}') dS', \quad (3)$$

здесь $\vec{r}$ – является единичным вектором, направленным из точек интегрирования в точки наблюдения; $\vec{r}' = \vec{x}_0 \cdot x' + \vec{y}_0 \cdot y' + \vec{z}_0 \cdot z'$ – является радиус-вектором точки интегрирования.

Введено обозначение D , связанное со слоем диэлектрика, нами был выбран полистирол, имеющий характеристики: $\varepsilon = 2.55$, $\tan\delta = 2 \cdot 10^{-4}$. Буквой M мы обозначили металлическую поверхность. Анализ излучающих свойств антенного устройства осуществлялся для таких первичных параметров: $A = 11,5$ мм, $B = 0.075$ мм, $D_1 = 2,1$ мм, $D_2 = 4,1$ мм, $D_3 = 14,2$ мм, $L_1 = 11,1$ мм, $L_2 = 6,2$ мм, $H = 6,1$ мм, $R = 1,97$ мм, $D_4 = 6,75$ мм, $C = 9,85$ мм. Мы рассматривали диапазон частот, лежащий в пределах $10 \div 12$ ГГц. Необходимо было определить параметры устройства для рабочей частоты 11,5 ГГц. В данной работе предлагается применять процедуру многоальтернативной оптимизации с тем, чтобы получить некоторый набор интересных с точки зрения практического применения вариантов, которые наибольшим образом будут отвечать требованиям, которые накладываются на функцию F , подлежащую оптимизации [4, 5]. Для того, чтобы осуществить выбор определенного варианта среди множества доминирующих требуется использовать поисковый алгоритм на основе генетического подхода.

Применяем структуру хромосомы, которая дает возможности для кодирования порядка формирования компонентов антенной структуры.

Для того, чтобы построить алгоритм, реализующий многоальтернативный выбор, мы рассматриваем значения альтернативных переменных x_j , $j = \overline{1, J}$, которые могут принимать значения 1 или 0 в виде кодов в соответствующих генах хромосомы.

В хромосому входит определенная совокупность блоков хромосом таким образом:

1) подхромосома, которая сформирована из 4 генов и на ее основе определяется число N компонентов анализируемой антенны;

2)N-1 подхромосома, которая имеет 5 генов и она позволяет определить как размещается компонента (2 гена – описывают сторону, где идет соединение, 3 гена – дают номер стыковочной поверхности);

3)N подхромосом, которые состоят из 4 генов и они дают возможность определить возможность сдвига компоненты (для обобщенной координаты y);

4) N подхромосом, которые состоят из 4 генов и они дают возможность определить возможность сдвига компоненты (для обобщенной координаты z).

Вначале для каждой из компонентов проводят размещение генов x_j , $j = \overline{1, J}$, которые отвечают за то, как располагается компонента, и есть ли их движение. Проведем обозначение хромосом для такого формата $x_\ell = (x_{j\ell})$, $j = \overline{1, J}$ $\ell = \overline{1, L}$, где L – является количеством представляющих интерес доминирующих вариантов (L во многих случаях ≤ 7 [6]). Второй шаг связан с применением базовых операций генетических алгоритмов, для объекта антенны, включающей в себя компоненты [6]: скрещивание и размножение. При проведении вычислительного эксперимента можно использовать разные схемы скрещивания. В первой схеме с тем, чтобы проводить операции скрещивания проводится деление всех хромосом x_ℓ , $\ell = \overline{1, L}$, которые относятся к популяции X, по локальным популяциям $X_m \neq 0$, $m = \overline{1, M}$ ($M \leq J$), для каждой из них значения Хемминговых расстояний, которые относятся к любой паре генов x_{jt} , $x_{j\ell}$, $\ell, t = \overline{1, L}$, являются равными 0. Выбор локальных популяций для того, чтобы проводить скрещивание делается случайным способом. С этой целью проводится определение численности локальных популяций L_m и при случайном выборе применяют распределение вероятностей

$$p_m = L_m / L, \quad m = \overline{1, M}. \quad (4)$$

Основываясь на (4) идет определение реализаций дискретного числа, являющегося случайным: $\tilde{m} - m_1, m_2$. Родительской парой $(x_\ell, x_t) \in X$ считаются хромосомы $x_\ell \in X_{m1}$ и $x_t \in X_{m2}$.

Во второй схеме скрещивания рассматривают расстояние Хемминга, которое относится к значениям альтернативных

переменных $x_{j\ell}, x_{jt} \ j = \overline{1, J}$ по двум хромосомам $x_\ell, x_t \ \ell, t \in \overline{1, L}$, $h = \|x_{j\ell} - x_{jt}\|$. Когда $h \leq h_0$, где h_0 является заданным положительным числом, идет исследование схемы имбридинга. Если $h \geq h_0$, проводится исследование третьей схемы – аутбридинга. Помимо указанных схем предлагаются схемы асортативного скрещивания. Тогда идет рассмотрение количественной оценки степени приспособления, которую рассчитывают, основываясь на значении оптимизируемой функции по каждой из хромосом $x_\ell - F(x_{j\ell})$. Для первой из схем выбор хромосом для процесса скрещивания проводится, основываясь на следующем распределении вероятностей

$$p_\ell = \frac{F(x_{j\ell})}{\sum_{\ell=1}^L F(x_{j\ell})}, \ell = \overline{1, L}. \quad (5)$$

Для второй схемы, когда идет отрицательное асортативное скрещивание осуществляется процесс выбора случайным образом для одной из хромосом на базе распределения (5), а вторую определяют на основе распределения вероятностей

$$p'_\ell = \frac{\frac{1}{F(x_{j\ell})}}{\sum_{\ell=1}^L \frac{1}{F(x_{j\ell})}}, \ell = \overline{1, L}. \quad (6)$$

В третьей схеме используют селективное скрещивание. Для этого проводится исключение из набора хромосом $x_\ell, \ell = \overline{1, L}$ тех, которые имеют степень приспособленности меньше, чем среднюю степень приспособленности по множеству хромосом $x_\ell, \ell = \overline{1, L}$:

$$F(x_{j\ell}) < \frac{\sum_{\ell=1}^L F(x_{j\ell})}{L}.$$

Затем проводят случайный выбор для распределения (5). Для того, чтобы было сокращено множество вариантов, представляющих интерес, требуется создать репродукционную группу на основе применения селекционных схем. Их две.

Для первой из схем упорядочиваются все $\ell = \overline{1, L}$ по порядку убывания величин их степеней приспособленности. Идет задание численности репродукционной группы L_r , на основе нее идет ограничение множества вариантов, представляющих интерес.

Для второй схемы идет определение средней степени приспособленности $\bar{\ell} = \overline{1, L}$ вариантов

$$F^{cp} = \frac{1}{L} \sum_{\ell=1}^L F(x_{\ell}).$$

Репродукционная группа включает лишь варианты, $x_{\ell p}$, которые характеризуются величиной степени приспособленности больше или равной средней величине

$$F(x_{\ell}) \geq F^{cp}, \ell = \overline{1, L}.$$

Были определены следующие параметры антенны: $A = 10$ мм, $B = 0.05$ мм, $D_1 = 1$ мм, $D_2 = 3$ мм, $D_3 = 15$ мм, $L_1 = 10$ мм, $L_2 = 5$ мм, $H = 5$ мм, $R = 1,75$ мм, $D_4 = 6,5$ мм, $C = 9,5$ мм.

Вывод. На основе комбинации метода интегральных уравнений и метода многоальтернативной оптимизации, базирующемся на генетическом алгоритме разработана методика [7, 8] оптимизации дифракционной антенны.

Литература

1. Семенкин Е. С., Семенкина О.Э., Коробейников С. П. Оптимизация технических систем // Учебное пособие. Красноярск: СИБУП, 1996. -284 с.
2. Чулков В.П. Системы машинного проектирования технологических процессов производства БИС: Учеб. пособие -М.: МИЭМ, 1990.-77 с.
3. Ерасов С.В. Оптимизационные процессы в электродинамических задачах / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 20-26.
4. Кульнева Е.Ю., Гащенко И.А. О характеристиках, влияющих на моделирование радиотехнических устройств / Современные наукоемкие технологии. 2014. № 5-2. С. 50.
5. Воронов А.А., Львович И.Я., Преображенский Ю.П., Воронов В.А. Обеспечение системы управления рисками при возникновении угроз информационной безопасности / Информация и безопасность. 2006. Т. 9. № 2. С. 8-11.

6. Завьялов Д.В. О применении информационных технологий / Современные наукоемкие технологии. 2013. № 8-1. С. 71-72.

7. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П., Головинов С.О. Разработка системы автоматизированного проектирования беспроводных систем связи // Телекоммуникации. 2010. № 11. С. 2-6.

8. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П., Головинов С.О. Исследование методов оптимизации при проектировании систем радиосвязи / Теория и техника радиосвязи. 2011. № 1. С. 5-9.

Воронежский институт высоких технологий,
АО «Концерн «Созвездие»

УДК 681.3

В.В. Горячко

ОПТИМИЗАЦИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО ОЦЕНИВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИ РЕЙТИНГОВАНИИ ВУЗОВ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В статье предлагается методика оптимизации процедуры интегрального оценивания и прогнозирования при построении рейтингов ВУЗов на основе результатов имитационного моделирования

Возможности использования рейтингования вузов для управления эффективностью их деятельности существенным образом зависят от оптимального выбора модели интегрального оценивания и прогнозирования. В данном случае управление состоит в определении дополнительного ресурсного обеспечения необходимого для перехода i -той ($i = \overline{1, I}$) образовательной организации на более высокую позицию в рейтинге [1]. Рейтинг строится либо на основе данных, предоставляемых вузом, либо на основе мониторинговой информации [2] по $g = \overline{1, G}$ направлению деятельности, каждой из которых характеризуется $j_g = \overline{1, J_g}$ показателями. На основе собранной информации о показателях f_{ijg} , $i = \overline{1, I}$, $j_g = \overline{1, J_g}$, $g = \overline{1, G}$ вычисляются интегральные оценки $F_i = \varphi(f_{ijg})$ и строится ранговая последовательность, представляющая собой результат рейтингования

$i' = \overline{1, I'}$, где i' - нумерационная множество вузов, соответствующее позициям в рейтинге. Номер позиции i' ранговой последовательности зависит от структуры функции φ и вектора параметров $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_g, \dots, \alpha_G)$. С целью оптимального выбора этих характеристик предполагается проведение имитационного эксперимента.

Сформируем исходные данные для проведения эксперимента.

1. Группой экспертов согласовывается обучающее нумерационное множество рангов $(i^0(i))$, на основе мнения об известности качества образования в вузе и его положения в рейтинге.

2. Подготавливается обучающая выборка значений показателей f_{ijg} , $i = \overline{1, I}$, $j_g = \overline{1, J_g}$, $g = \overline{1, G}$.

3. Определяется набор альтернативных вариантов моделей интегрального оценивания $F_i = \varphi(f_{ijg})$ (сеть вариантов) [3].

4. Вводится три способа формирования показателей f_{ijg} .

Первый – ориентирован на использование обучающей выборки для построения ранговой последовательности по каждому показателю $i'_{jg}(i)$ с последующим переводом дискретных значений i'_{jg} на единую безразмерную шкалу $[O, A]$ путем преобразования $\bar{f}_{i'_{jg}} = \theta(i'_{jg})$, где θ - преобразующая функция.

Второй – определяется линейным преобразованием искомых показателей в единую безразмерную шкалу $[O, A]$ без предварительного рангового упорядочения с учетом максимального $f_{jg}^{\text{макс}}$ и минимального $f_{jg}^{\text{мин}}$ значений в выборке

$$\bar{f}_{i'_{jg}} = \frac{f_{ijg} - f_{jg}^{\text{мин}}}{f_{jg}^{\text{макс}} - f_{jg}^{\text{мин}}} * A.$$

Третий – использует статические характеристики оценки математических ожиданий $m(f_{jg})$, среднеквадратичного отклонения $\sigma(f_{jg})$, вычисленные на основе обучающей выборки и функцию, позволяющую преобразовать значения показателей в единую безразмерную шкалу $[O, A]$.

Для выбора структуры и параметров моделей интегрального оценивания введем критерий оптимизации в виде Хеммингового расстояния между номером позиции -того вуза в обучающей выборке

представленном в двоичном исчислении $\bar{i}_i^0$ и номером позиции того же вуза, вычисленном в результате имитационного эксперимента $\bar{i}_i^3$.

$$\sum_{i=1}^I \left| \bar{i}_i^0 - \bar{i}_i^3 \right| \rightarrow \min \quad (1)$$

Определение полученного варианта структуры функции ψ и способа нормирования по критерию (1) достигается путем полного перебора всех сочетаний (21 вариант). Внутренним циклом перебора является параметрическая идентификация с использованием рандомизированной схемы численной оптимизации по вектору параметров α

$$\sum_{i=1}^I \left| \bar{i}_i^0 - \bar{i}_i^3(\alpha) \right| \rightarrow \min \alpha \quad (2)$$

Уравнение эффективностью деятельности требует дополнительных информационных ресурсов, поскольку рейтинговые агентства приводят данные только о позициях образовательных организациях в рейтинге $i = \overline{1, I}$ и значения интегральных оценок. Расширения объема информации достигается за счет использования данных мониторингового оценивания [2].

Эффективности деятельности организации высшего образования f_{ijg}^3 , $i = \overline{1, I}$, $j_g^3 = \overline{1, J_g^3}$, $g^3 = \overline{1, G^3}$ и мониторинга социально-экономического положения регионов $f_{d,jg}^c$, $d = \overline{1, D}$, $j_g^c = \overline{1, J_g^c}$, $g^c = \overline{1, G^c}$, где $d = \overline{1, D}$ нумерационное множество регионов на территории которых расположены вузы, участвующие в рейтинговании. Переход к пространственно-временным базам данных, функционирующих на единой платформе ГИС, приводит к следующей зависимости показателей:

$$f_{ijg}^3 = f_{ijg}^3(d, k), \quad r_i = r(d, k) \quad (3)$$

$$f_{d,jg}^c = f_{d,jg}^c(k)$$

где k – номера временных периодов t_k , $k = 1, 2, \dots$ мониторинговых и рейтинговых оцениваний.

Наличие временных рядов (1), привязанных к пространственной характеристике d , позволяет построить ряд математических моделей. В первую очередь это прогностические модели, аналогичные исследованию технических систем [5].

$$f_{ijg} = \varphi(t_k) \quad (4)$$

Модели (2) дают возможность вычислить прогностические оценки на будущее по отношению к t_k временные периоды $k + 1, k + 2, \dots, k + K$:

$$f_{ijg}(k + 1), f_{ijg}(k + 2), \dots, f_{ijg}(k + K). \quad (5)$$

Другой класс моделей связан с рассмотрением временных рядов как статических выборок показателей [6]. Главным образом нам необходимо для поддержки принятия управленческих решений зависимости показателей мониторинга эффективности деятельности вузов, в наибольшей степени связанные с показателями рейтингования, от финансового ресурса вузов

$$f_m = \varphi(Z), \quad (6)$$

где f_m - показатели, используемые для принятия управленческих решений; $m = \overline{1, M}$ – нумерационное множество показателей.

Прогностические оценки (5), (6) с использованием зависимостей (3) требуют (4), (6). Предполагается использовать для структурной и параметрической идентификации имитационный эксперимент с рассмотренными выше исходными данными, в котором ранговая последовательность i^3 строится на основе значений (5) при выбранных на предыдущем этапе структуре и параметров модели интегрального оценивания оптимизации структуры (4), (6) осуществляется путем полного перебора по критерию (1), а параметров – по критерию (2).

Литература

1. Горячко В. В. Оптимизация уравнения положением вуза в рейтинге на основе ГИС-ориентированного мониторинго-

рейтингового оценивания / И. Я. Львович, О. Н Чопоров // Экономика и менеджмент систем управления – 2017-№3(25) – с.57-64.

2. Карелина И. Г. Мониторинг деятельности образовательных организаций – инициатива системных изменений в высшем образовании / И. Г Карелин, А. Б Соболев, С. О Сорокин // Высшее образование сегодня. -2015. - №7. - 4.2. – с.55-61.

3. Батищев Д. И. Оптимизация в САПР / Д. И. Батищев, Я. Е. Львович, В. Н. Фролов. – М.: Высшая школа, 1977. – 416с.

4. Львович Я. Е. Принятие решений в экспертно-виртуальной среде / Я. Е. Львович, И. Я. Львович. – Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2010 – 140с.

5. Гаскаров Д.В. Прогнозирование технического состояния и надежности радиоэлектронной аппаратуры / Д. В. Гаскаров, Т. А. Голинкевич, А. В. Мозголевский. – М.: Сов. Радио, 1974. – 224с.

6. Львович И. Я. Информационные технологии моделирования и оптимизации: краткая теория и приложения / И. Я. Львович, Я. Е. Львович, В. Н. Фролов. – Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2016. – 444с.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

УДК 004

Д.В. Богатенкова

РЕИНЖИНИРИНГ КАК РАДИКАЛЬНОЕ СРЕДСТВО ПЕРЕОСМЫСЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Рассмотрены вопросы проведения и применения реинжиниринга бизнес-процессов на предприятии

В настоящее время наибольшую популярность набирает такое направление менеджмента как реинжиниринг. Но в погоне за новизной и желанием «быть в тренде» многие предприятия теряют суть термина реинжиниринг.

Многие организации проходят серьезную реорганизацию и называют ее реинжинирингом. Другие сокращают свой штат сотрудников наполовину и называют это реинжинирингом. Третьи просто берут свою программу эффективности и переименовуют ее реинжиниринг.

На самом же деле реинжиниринг – это перестройка (перепроектирование) деловых процессов для достижения радикального, скачкообразного улучшения деятельности фирмы [1].

Реинжиниринг предлагает рассмотреть работу предприятия с учетом спроса на сегодняшнем рынке и возможностей сегодняшних технологий.

В реинжиниринге обычно выделяют два существенно отличающихся вида деятельности:

- кризисный реинжиниринг (перепроектирование и реинжиниринг бизнес-процессов) применяется в случае, когда дела в фирме идут крайне плохо и необходимо срочно предпринять какие-либо меры для выхода фирмы из производственного коллапса;
- реинжиниринг развития (совершенствование бизнес-процессов), который применим тогда, когда дела у организации идут в целом неплохо, но ухудшилась динамика развития, стали опережать конкуренты.

Для большинства российских компаний наиболее актуален сегодня кризисный реинжиниринг, поскольку перед ними стоит проблема жизни или смерти.

Процесс реинжиниринга базируется на двух основных понятиях:

- будущий образ фирмы – более простой образ идеала, отражающий его главные черты и не учитывающий второстепенные детали;
- модель бизнеса – это представление основных хозяйственных процессов, взятых в их взаимодействии с деловой средой фирмы. Модели бизнеса позволяют определить характеристики основных процессов деловой единицы и необходимость их перестройки – реинжиниринга.

Объектом реинжиниринга являются не организации, а процессы. Реинжинирингу подвергаются отделы продаж или производства, а процессы, то есть работа, выполняемая персоналом этих отделов.

Главная цель реинжиниринга бизнес-процессов – ускорение реакции предприятия на изменчивость в требованиях заказчиков при снижении всех видов затрат.

Один из методов улучшения управления бизнес-процессами является переименование этих процессов для отражения их

начального и конечного состояний, то есть эти названия должны отражать все работы, происходящие от начала до финиша процесса.

После точного определения процессов необходимо выделить те, которые требуют реинжиниринга и определить последовательность прохождения его этапов (рис.1).



Рис. 1. Этапы реинжиниринга

Основные этапы реинжиниринга:

- Формирование цели (идеала) происходит в рамках разработки стратегии фирмы, ее основных ориентиров и способов их достижения.

- Построение реальной модели. Создается модель реального или существующего бизнеса фирмы. На данном этапе реконструируется порядок действий и работ, при помощи которых компания реализует свои цели. Производится детальное документирование основных операций компании, оценивается их эффективность.

- Построение новой модели. При разработке данной модели происходит перестройка текущего бизнеса – прямой реинжиниринг.

- Внедрение новой модели бизнеса в реальность фирмы. На данном этапе необходимо воплотить все элементы новой модели в реальной жизни. Важно организовать внедрение таким образом, чтобы исполнители процессов не почувствовали изменений в работе и окружающей их среде.

Для успешной работы необходимо четко распределить обязанности между участниками команды реинжиниринга (таблица).

Участники реинжиниринга

Участник	Функции
лидер	старший руководитель, который дает разрешение на реинжиниринг в целом и обеспечивает мотивацию
руководитель процесса	менеджер, ответственный за конкретный процесс и его реинжиниринг
организационный комитет	орган, который разрабатывает общую стратегию реинжиниринга и отслеживает ход его выполнения
менеджеры процессов	менеджеры, разрабатывающие методики и инструменты реинжиниринга, проводящие обучение, координирующие, формирование команд
рабочие команды	сотрудники, осуществляющие непосредственную работу по реинжинирингу

Между участниками реинжиниринга должны существовать иерархические отношения, то есть лидер назначает ответственного за процесс, который, в свою очередь, собирает команду реинжиниринга, осуществляющую деятельность совместно с организационным комитетом и менеджерами процесса [2].

Практическое осуществление реинжиниринга начинается с выбора подходящей методологии проектирования. Наиболее наглядными и распространенными являются следующие методологии:

- SASD (structured analysis, structured design);
- SADT (structured analysis and design technique);
- IDEF (Integrated DEFinition);
- ARIS (Architecture of Integrated Information Systems).

На сегодняшний день существует множество различных средств, предназначенных для проектирования бизнес-процессов.

Использование инструментальных средств во многом определяет успех конкретного проекта по реинжинирингу (рис.2).



Рис. 2. Инструменты реинжиниринга

Примеры каждой группы систем:

- Средства управления проектом: CA-SuperProject (Computer Associates International), Microsoft Project (Microsoft);

- Средства создания диаграмм: BPWin (Logic Works), EasyABC (ABC Technologies), Staffware (Staffware plc);

- Средства имитационного моделирования: ServiceModel (ProModel), ReThink (Gensym).

На основании вышесказанного можно заключить, что реинжиниринг набирает популярность среди производственных предприятий, стремящихся к усовершенствованию системы управления процессами.

В ходе проведенного исследования было определено, что многие организации путают процесс реинжиниринга бизнес-процессов с реорганизацией или изменением политики эффективности. Суть реинжиниринга заключается в переосмыслении существующих процессов с их последующей перестройкой и внедрением в действующую модель предприятия.

При всех преимуществах реинжиниринга, он так же имеет свои минусы:

- Сокращение штата сотрудников в связи с автоматизацией некоторых процессов;
- Вера в то, что реинжиниринг поможет решить абсолютно все проблемы предприятия;
- Ориентация только на производство и прибыль, без внимания к людям.

Для крупных предприятий реинжиниринг может стать шагом на новый уровень развития и принести огромную пользу, но малым и средним предприятиям стоит задуматься и взвесить все «за» и «против», прежде чем взяться за полную перестройку бизнес-процессов, которая может не оправдать ожидания и затраченные ресурсы.

Литература

1. Абдикеев Н.М., Киселев А.Д. Управление корпорации и реинжиниринг — М.: ИНФРА-М, 2011.— 382 с.
2. Реинжиниринг бизнес процессов - <http://www.grandars.ru/college/biznes/reinzhiniring.html> [06.11.2017].

Уфимский государственный авиационный технический университет

УДК 629.7.064.5

И.В. Аббясов, И.В. Шаров

ИССЛЕДОВАНИЕ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА САМОЛЕТА С ПОМОЩЬЮ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СРЕДЕ SIMULINK

Раскрываются возможности программы структурно-визуального моделирования Simulink при построении имитационных моделей электроэнергетических систем. Описываются и приводятся результаты исследования имитационной модели системы электроснабжения постоянного тока самолета при отказах выпрямительных устройств

Для исследования систем электроснабжения (СЭС) летательных аппаратов (ЛА) наиболее подходящей программой визуального структурного моделирования является Matlab с библиотекой блоков Simulink, а именно блоками SimPowerSystems, предназначенных для

имитационного моделирования электротехнических устройств [1]. Достоинством данной среды является то, что сложные электротехнические системы можно моделировать, сочетая методы имитационного и структурного моделирования, тем самым упростить всю модель, а значит увеличить ее устойчивость и скорость работы.

Целью работы является разработка имитационной модели СЭС постоянного тока ЛА с возможностью ее исследования не только в нормальных условиях эксплуатации, но и в аварийных режимах работы.

Согласно рекомендациям и допущениям, указанным в [2, 3], разработана имитационная модель СЭС постоянного тока ЛА в программе Simulink, структура которой приведена на рисунке 1.

Система генерирования постоянного тока, являясь вторичной СЭС, питающейся от генераторов переменного тока, состоит из двух каналов: левого и правого. В каждом канале системы генерирования постоянного тока выпрямительное устройство подключено к основной шине, а аккумуляторная батарея подключена к аварийной шине. Дифференциально-минимальное реле ДМР-200ВУ соединяет основную шину канала с аварийной шиной этого же канала, если работает хотя бы одно выпрямительное устройство. Основные шины левого и правого каналов системы генерирования постоянного тока 27 В соединены через реле ДМР-200ВУ, к которой подключено третье выпрямительное устройство ВУ-6Б. К основным шинам подключены приемники электроэнергии различной категории, имитирующие нагрузку, а к аварийной шине – приемники первой категории.

Для организации контроля параметров элементов имитационной модели в динамическом режиме служат датчики сигналов, виртуальные измерители и осциллографы, являющиеся штатными измерителями программы Simulink.

Для исследования рассматриваемой имитационной модели в аварийных режимах функционирования необходимо предусмотреть ввод отказов. Для этого в схеме на рисунке 1 предусмотрен специально разработанный субблок «Ввод отказов», рисунок 2, с помощью которого исследуются переходные процессы в СЭС ЛА при отказах выпрямительных устройств в следующих случаях: отказ выпрямительного устройства в отдельности; одновременный отказ первого и второго выпрямительного устройства; отказ всех трех выпрямительных устройств; автоматическое отключение

выпрямительного устройства от шин ЦРУ при условии, что его напряжение меньше напряжения бортовой сети на $(0,2 - 1) \text{ В}$.

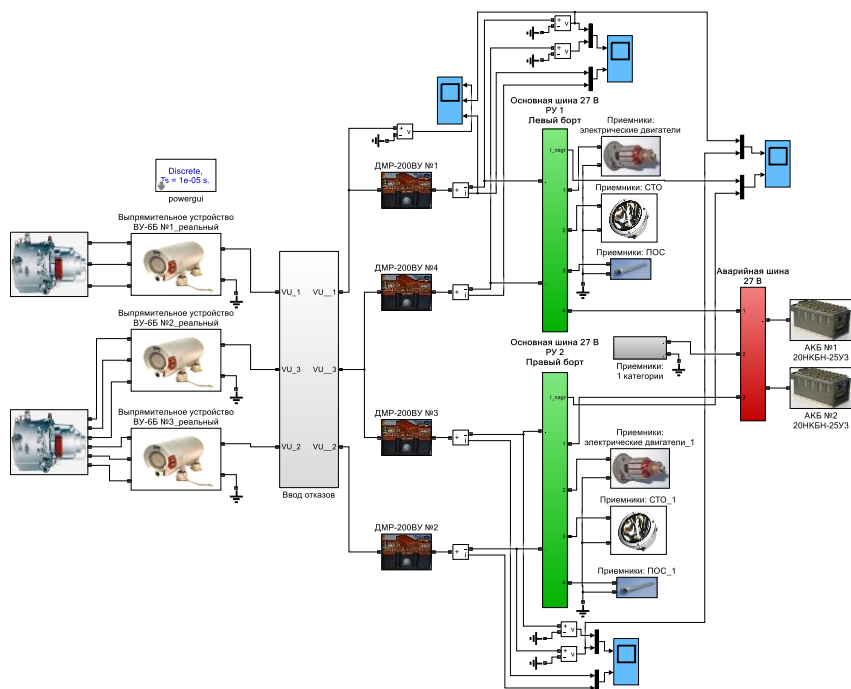


Рис. 1. Имитационная модель СЭС постоянного тока Су-30

Алгоритм работы при отказах следующий. Если отказали (обесточены) одно или два выпрямительных устройства, питание всех шин в РУ-27 В №1 и в РУ-27 В №2 сохраняется. Если отказали (обесточены) все три выпрямительных устройства, то основные шины в РУ-27 В №1 и в РУ-27 В №2 обесточиваются, а каждая аккумуляторная батарея питает аварийную шину своего канала независимо от другой аккумуляторной батареи.

Отказ первого выпрямительного устройства ВУ-6Б №1 производится изменением в нижнее положение ключа Manual Switch1 в блоке «Ввод отказов» (состояние логического нуля «0»).

Результаты моделирования напряжения на РУ №1 левого борта и токов нагрузки выпрямительных устройств, приведены на рисунке

3. При запуске процесса моделирования в момент времени $t = 0,3$ с напряжение на шине постоянного тока повышается до 27 В постоянного тока. В момент времени $t = 1,1$ с имитируется отказ ВУ-6Б №1 до момента времени $t = 2,6$ с, при этом, на этот промежуток времени, в работу на нагрузку левого борта к РУ №1 автоматически подключается ВУ-6Б №3, которое является резервной (аварийной).

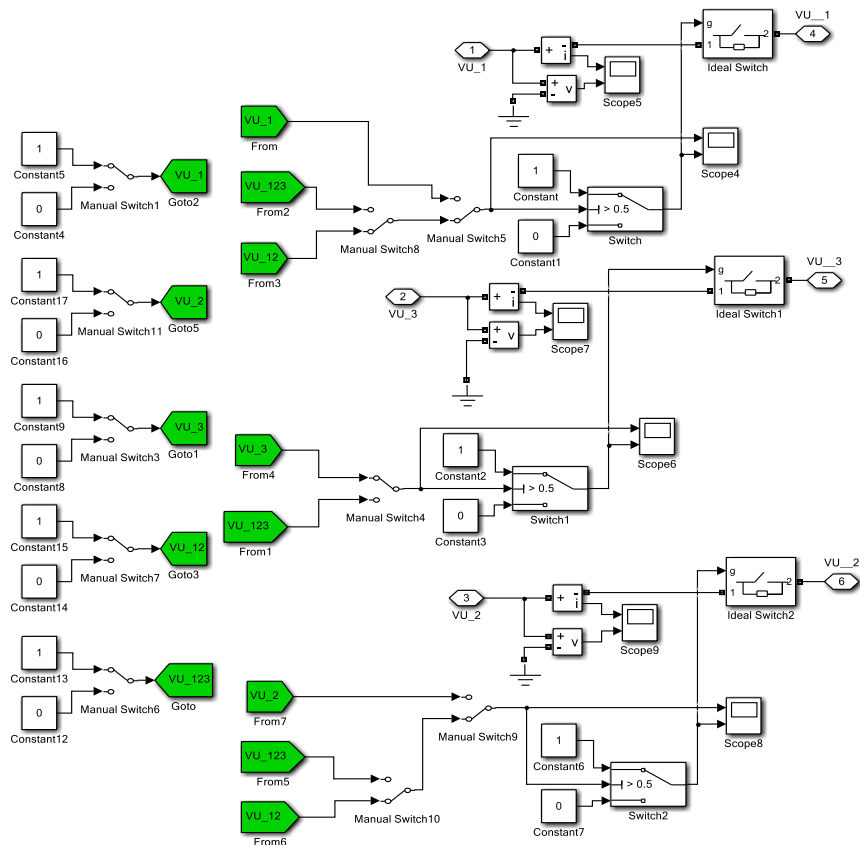


Рис. 2. Схема моделирования отказов выпрямительных устройств в блоке «Ввод отказов»

Аналогичным образом осуществляется моделирование других возможных аварийных ситуаций.

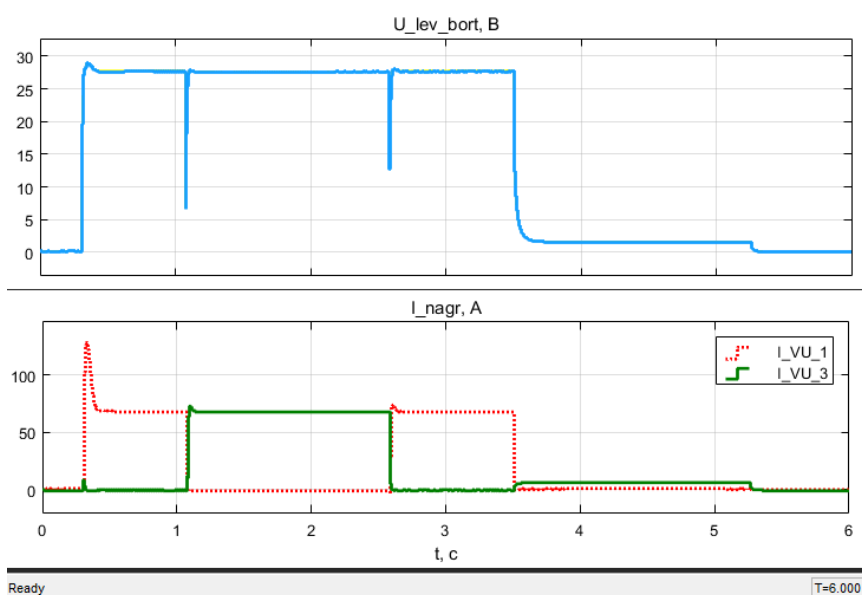


Рис. 3. Графики изменения напряжения на РУ №1 левой основной шины 27 В и токов нагрузки на выпрямительных устройствах ВУ-6Б №1 и ВУ-6Б №3

Таким образом, в работе продемонстрированы возможности программы Simulink для исследования СЭС постоянного тока ЛА в аварийных режимах работы. При проведении исследований выявлены ряд особенностей имитационных моделей в среде Simulink:

- наглядность схемы СЭС для инженера-исследователя, в которой имитационная модель соответствует, при условных ограничениях, структурной схеме СЭС реального самолета, начиная от источника электроэнергии – генератора переменного тока, заканчивая различного рода потребителями электроэнергии;
- имитационная модель позволяет легко изменять структуру ЭЭК, в зависимости от целей исследований, добавляя новые элементы, изменяя параметры подключенных элементов;
- среда моделирования позволяет проводить исследование имитационной модели на влияние различных внешних факторов, максимально приближенных к реальному функционированию ЭЭК.

Литература

1. Лазарев, Ю.Ф. Моделирование процессов и систем в MATLAB. Учебный курс [Текст] / Ю.Ф. Лазарев – СПб.: Питер; Киев: Издательская группа BNV, 2005. – 512 с.

2. Бочаров А.С. Компьютерное моделирование элементов электроэнергетических комплексов воздушных судов [Текст] / А.С. Бочаров, К.А. Губанов, И.Ф. Шабанов // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2016): сб. статей VI международной заочной научно-технической конференции, Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2016. – Ч.1 –С. 74–79.

3. Бочаров А. С. Исследование моделей электроэнергетических систем воздушных судов в среде Simulink[Текст] /А.С. Бочаров, К.А. Губанов, И.Ф. Шабанов //Актуальные вопросы исследований в авионике: теория, обслуживание, разработки: сб. науч. ст. по материалам докл. III Всероссийской НПК «АВИАТОР» (11–12 февраля 2016 г.) – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2016. – Т.1. – С. 22–26.

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

УДК 004.78:025.4.036

С.П. Петухов, В.Н. Ланцов

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ SEO-ССЫЛОК

Рассмотрены вопросы использования ссылок, их влияния на ранжирование в поисковых системах, использования SEO-ссылок, возможные последствия использования SEO-ссылок, факторы при определении SEO-ссылок

Поиск информации является неотъемлемой частью процессов современного общества. Каждый месяц выполняется более 17.3 млрд операций поиска [1]. Всего несколько секунд тратится на поиск той информации, за которой 20 лет назад потребовалось бы идти в библиотеку. При помощи поисковых систем люди могут выполнять большую часть своих покупок, банковских операций и социальных

действий в сети, что изменило образ жизни и взаимодействия населения всего мира.

Поисковые движки одновременно помогают пользователю купить (заказать / получить информацию) и предоставляют компаниям (источникам информации) максимально заинтересованную в товарах (услугах / материалах) аудиторию.

В поисковых системах одна из групп факторов ранжирования – ссылочные факторы.

Ссылка (гиперссылка) – один из основных элементов в интернет. Любая из ссылок представляет из себя две сущности. Первая – это HTML тег <a>, являющийся основным элементом навигации на веб-сайтах. Вторая – это рекомендация или (-и) отсылка к источнику.

На рис. 1 пример отображения ссылки на сайтах в окне браузера.

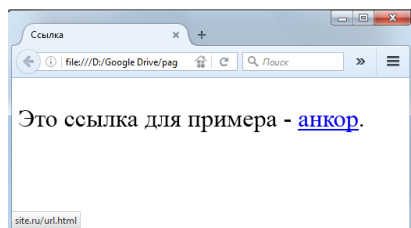


Рис. 1. Пример отображения ссылки в окне браузера

В данном случае, ссылка ведет (ссылается \ рекомендует) на документ, доступный по следующему URL <http://site.ru/url.html>. Адрес документа указывается в атрибуте href тега a. Текст ссылки, размещенный между открывающимся (<a>) и закрывающимся () тегами, называется анкорным (якорным) текстом или анкором (якорем). Текст, находящийся в непосредственной близости (до или после) от ссылки (тега a), называется околоссылочным текстом.

Ссылки бывают внутренними и внешними. Внутренние ссылки ведут на сайт, на котором они размещены, а внешние на сторонние сайты. Большая часть внутренних ссылок – это меню (навигация) сайта. Внешние обычно используются в контексте статей, описаний.

SEO-ссылки – это внешние ссылки, поставленные с целью повлиять на поисковую систему, а не с целью помочь пользователям; не рекомендуемые ресурсы (акцептор).

Владельцы веб-сайтов сильно зависят от лояльности пользователей. Если рекомендуемый (использованием внешней ссылки) источник недостаточно качественен или авторитетен, лояльность пользователей ухудшается, а, следовательно, и рейтинг в поисковых системах, что повлечет за собой финансовые потери. Поэтому размещение естественных (не SEO) внешних ссылок – крайне избирательный процесс с рекомендацией качественных и авторитетных источников [3].

На рис. 2 донор – сайт, на котором размещена внешняя ссылка. Акцептор – сайт, на который ведет внешняя ссылка, размещенная на доноре. В данном контексте, внешнюю ссылку на доноре, ведущую на акцептор, называют обратной ссылкой (backlink) акцептора. Каждая текстовая ссылка обладает статическим и анкорными весами. Статический вес – величина важности документа (веб-страницы), основанная на множестве параметров. Анкорный вес – величина важности документа (веб-страницы), в основе которой анкеры обратных (внешних) ссылок.

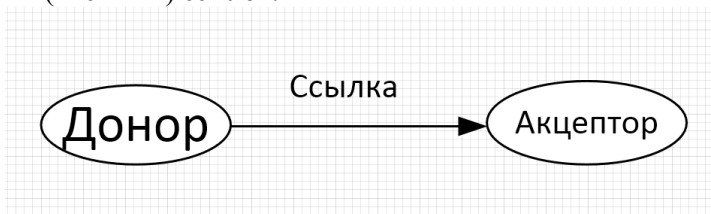


Рис. 2. Донор и акцептор

При размещении ссылки на доноре, часть статического и анкорного весов передаются акцептору, что положительно сказывается на ранжировании документа. Большинство людей, занимающихся SEO-оптимизацией (продвижением сайтов), пытаются любыми способами разместить ссылки для передачи вышеуказанных весов.

Существует огромное количество ресурсов, где SEO-ссылки можно купить (или продать) «за несколько кликов». В итоге – вместо работы над улучшением сайта, используются бесполезные SEO-ссылки.

Проблема крайне актуальна для поисковых систем, владельцев веб-сайтов и добросовестных SEO-специалистов.

Для поисковых систем – SEO-ссылки ухудшают качество результатов выдачи. В результате, поисковые системы работают над алгоритмами, способными определять и минимизировать влияние SEO-ссылок.

Владельцы веб-сайтов, обратившиеся к недобросовестным SEO-специалистам, рискуют терпеть огромные финансовые потери. В случае, если алгоритмы поисковых систем, определили значительное использование SEO-ссылок, к веб-сайту-«нарушителю» применяется пессимизация (серьезное понижение позиций сайта в результатах поисковой выдачи), что приводит к почти полному отсутствию трафика (посетителей) из поисковых систем.

В подобных случаях владельцы веб-сайтов обращаются к добросовестным SEO-специалистам. Обычно, специалистам требуется 4-12 месяцев на устранение пессимизации.

С другой стороны, отдельно рассматриваемый факт покупки (или продажи) ссылки не достаточен для утверждения о бесполезности ссылки и намерении повлиять на поисковую систему. Например, платное размещение анонса, пресс-релиза или обзорной статьи на авторитетном издании с указанием ссылки на источник нельзя назвать бесполезным для пользователя манипулированием поисковыми системами и, соответственно, считать SEO-ссылкой.

Исходя из вышесказанного, для анализа факторов, используемых поисковыми системами при определении SEO-ссылок, необходимы такие ссылки, которые гарантировано считаются SEO-ссылками.

Согласно проведенному исследованию [4] были выявлены следующие факторы.

Основные факторы: количество доноров (с уникальных IP), количество акцепторов, отношение доноров к акцепторам, вхождение коммерческих запросов или их части в анкоре (купить, цена, интернет-магазин, топоним и т.д.), (не)видимость ссылок на веб-странице (идентичный цвет шрифта, маленький размер шрифта, расположение за видимой зоной окна браузера).

Сопутствующие факторы: тИЦ, Alexa Rank, Месячный трафик, MCF (Majestic Citation Flow), MTF (Majestic Trust Flow), AUR (Ahrefs URL Rank), ADR (Ahrefs Domain Rank).

Возможным решением данной проблемы может стать веб-сервис, определяющий SEO-ссылки, на основе вышерассмотренных факторов.

Литература

1. Lella A. comScore Releases November 2015 U.S. Desktop Search Engine Rankings [Электрон. ресурс] / A. Lella // comScore, Inc. – Электрон. дан. Режим доступа: <https://www.comscore.com/Insights/Market-Rankings/comScore-Releases-November-2015-US-Desktop-Search-Engine-Rankings>.
2. Connolly D. A Little History of the World Wide Web [Электрон. ресурс] / D. Connolly // World Wide Web Consortium (W3C) – Электрон. дан. Режим доступа: <https://www.w3.org/History.html>.
3. Энж Э., Спенсер С., Фишкин Р., Стрикчиола Д. Искусство раскрутки сайтов / Э. Энж, С. Спенсер, Р. Фишкин, Д. Стрикчиола – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. - 592 с.
4. Петухов С.П., Серов Н.С., Сеницын А.С. Особенности вывода сайта из «Минусинска». То, о чем вы могли не знать [Электрон. ресурс] / С.П. Петухов, Н.С. Серов, А.С. Сеницын // SEOnews – Электрон. дан. Режим доступа: <https://www.seonews.ru/analytics/osobennosti-vyvoda-sayta-iz-minusinska-to-o-chem-vy-mogli-ne-znat>.

Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

УДК 004.4

Ю.С. Скворцов, Я.Е. Львович

МОДЕЛЬ РАЗРАБОТКИ СППР НА АЛГОРИТМА ПЕРВИЧНОЙ ПРОПАГАЦИИ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ С/Х НАЗНАЧЕНИЯ

В статье рассматривается алгоритм первичной пропаганды в системах КРП агропромышленных предприятий

КРП - это количественные параметры, заранее выявленные, согласованные и отражающие главные факторы успеха предприятия. В стратегии управления персоналом эти показатели включают в себя результативность работы предприятия в целом, их подразделений, эффективности работы сотрудников, удовлетворенности персонала выполняемой им работой. Актуальность применения технологии КРП обусловлена необходимостью формирования понятной и прозрачной

для общества системы показателей эффективности работы механизаторов. Предполагается, что эффективной реализацией системы КРІ для сельскохозяйственного предприятия будет создание многоуровневой воронки, содержащей функциональные показатели, которые на выходе дают определенные результаты. При рассмотрении показателей качества можно заметить, что какие-то параметры обладают некоторой степенью неопределенности.

Такие показатели, характеризующиеся неопределенностью можно вычислить с помощью алгоритма первичной пропагации.

Задачей этого алгоритма является расчет маргинальных вероятностей $p(x_i)$, где $i \in \{1, K, n\}$, но также дополнительно могут быть вычислены $p(x_{i-1} - x_i)$ [1]. В случае обнаружения противоречия в исходных данных или особой ситуации с произвольным допустимым значением π алгоритм должен будет об этом сообщить (изменить значение соответствующей переменной). Пусть сообщение состоит из двух полей и имеет векторный вид:

$$M_0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, M_i = \begin{pmatrix} a_i \\ b_i \end{pmatrix},$$

Сообщение M_{i-1} поступает в узел x_i , в начале работы алгоритма генерируется сообщение M_0 и считается, что оно отправлено из узла $x_0 = x_n$. В уравнениях преобразования сообщения-вектора участвует матрица R_i и вектор v_i :

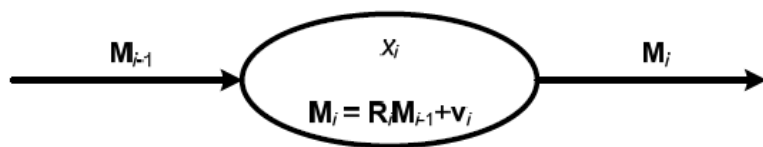
$$R_i = \begin{pmatrix} -r_i & 0 \\ 0 & r_i \end{pmatrix}, V_i = \begin{pmatrix} 0 \\ p(x_i | x_{i-1}) \end{pmatrix}$$

Поступившее сообщение M_{i-1} индуцирует новое, исходящее сообщение M_i с помощью преобразования $M_i = R_i M_{i-1} + v_i$, что в скалярном виде будет выглядеть как:

$$a_i = -r_i a_{i-1},$$

$$b_i = -r_i b_{i-1} + p(x_i | x_{i-1}),$$

Сообщение M_i пересылается дальше в узел-ребенок [2].



Обработка сообщения в узле БСД-цикла

Процесс останавливается, когда сообщение поступает в узел, с которого началась рассылка сообщений. Заметим, что процесс рассылки обязательно остановится, поскольку число узлов в цикле конечно. В расчетах при обработке сообщений внутри узлов особых ситуаций, связанных с некорректными арифметическими операциями, возникнуть не должно, поскольку используются лишь операции сложения, вычитания и умножения, а операция деления — нет [3]. Распространение сообщений M_i назовем первой фазой алгоритма.

После того как сообщение поступило в узел $x_0 = x_n$, из которого ушло начальное сообщение, формируется уравнение (1), производится его анализ, и в случае существования единственного решения определяется величина π [4]. Она отправляется как вероятность $p(x_0)$ (или, что то же, как величина $p(x_n)$) из узла $x_0 = x_n$ в следующий узел.

Когда в узел x_i поступает сообщение с вероятностью $p(x_{i-1})$, вычисляются вероятности $p(x_{i-1}x_i) = p(x_i | x_{i-1})p(x_{i-1})$ и $p(x_i) = p(x_i | x_{i-1}) - r_i p(x_{i-1})$. Если узел еще не отправлял сообщение с вероятностью своего атома, рассчитанная вероятность $p(x_i)$ передается как сообщение узлу-сыну. Поскольку цикл конечный, то алгоритм распространения сообщений завершит свою работу. Распространение вероятностей $p(x_i)$ назовем второй фазой алгоритма.

Когда решения уравнения (1) не существует или решений бесконечно много, изменяется переменная, свидетельствующая о статусе цикла. Вероятность как сообщение распространять не требуется, но в некоторых реализациях разумно распространить неопределенное значение NULL, чтобы сбросить содержимое соответствующих переменных, содержащих сведения о маргинальных вероятностях.

Описанный алгоритм первичной пропагации будет реализован в системе АС «Агрополе». Серверная часть приложения написана ASP.NET. Вероятностный вывод будет реализован на сервере, пользователь будет видеть результаты вывода в клиентской части, написанной на AngularJS. AngularJS — JavaScript-фреймворк с открытым исходным кодом. Предназначен для разработки одностраничных приложений. Выходными данными алгоритма будут значения вероятностей всех возможных состояний всех неинстанцированных вершин, основываясь на которых можно

сделать выводы о эффективности вероятностных показателей системы КРІ.

Литература

1. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика, — М.: Высшее образование. 2005, 134 с.
2. [Элиезер Юджовски. Наглядное объяснение теоремы Байеса](#), 54 с.
3. Ларичев О. И., Петровский А. Б. Системы поддержки принятия решений. Современное состояние и перспективы их развития. // Итоги науки и техники. Сер. Техническая кибернетика. — Т.21. М.: ВИНТИ, 1987, с. 131—164.
4. Терелянский, П. В. Системы поддержки принятия решений. Опыт проектирования : монография / П. В. Терелянский ; ВолгГТУ. — Волгоград, 2009. — 127 с.
5. Вагин В.Н., Головина Е.Ю., Загорянская А.А., Фомина М.В.: Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 704 с.

Воронежский государственный технический университет

УДК 621.396

С.С. Щербатых

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАССЕЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН НА МАГНИТО-ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ОБЪЕКТЕ

В данной работе проведено рассмотрение адаптивного интегрального метода для решения задач рассеяния электромагнитных волн на объекте, сформированном из нескольких магнито-диэлектрических материалов. На основе модифицированного метода моментов уменьшены требования к памяти по хранению промежуточных результатов и для ускорения матрично-векторных умножений. Даны численные результаты, которые показывают точность и эффективность такого подхода

Методы, основанные на интегральных уравнениях активным образом применяют для того, чтобы решать проблемы, связанные с рассеянием электромагнитных волн [1, 2]. С использованием такого подхода сформулированы разные электродинамические задачи с

привлечением соответствующих интегральных уравнений и методики сведения к системам линейных уравнений, с привлечением метода моментов.

Систему линейных уравнений можно решить на основе прямых или итерационных методов. В прямых способах, например, методе Гаусса и LU-разложении, требуется $O(N^3)$ операций, но при этом в итерационных подходах, как Гаусса-Зейделя и методе сопряженных градиентов, требуется время $O(N^2)$, когда используются операции умножения матриц на вектора по каждой из итераций.

Исследователи рассматривали разные алгоритмы для того, чтобы ускорить умножение матриц на вектора, например мультипольный метод, его модификации, в которых можно получить сложность $O(N^{1.5})$ и $O(N \log N)$, соответственно.

Но вследствие большого постоянного коэффициента в асимптотическом разложении необходимы большие значения N с тем, чтобы получать преимущество для метода моментов. Использовались сеточные методы на базе подобных подходов как сопряженно-градиентный, быстрое преобразование Фурье (БПФ).

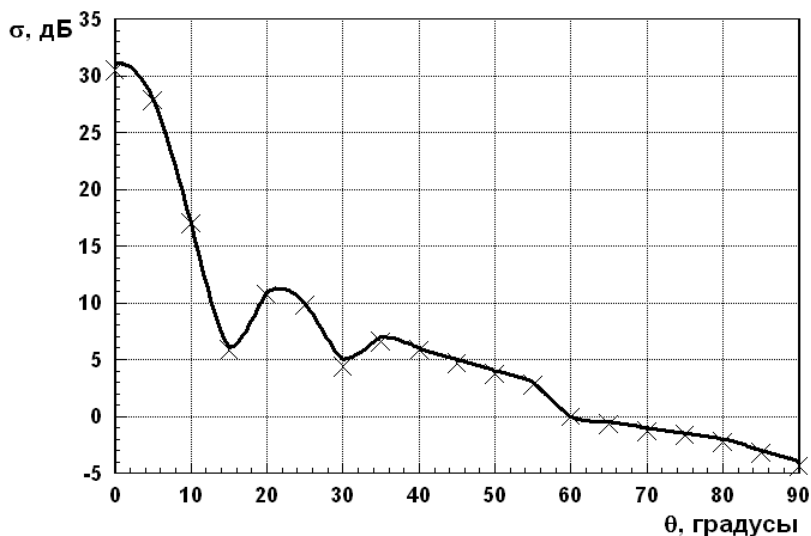
В БПФ применяют равномерные прямоугольные сетки в моделях, имеющих произвольную форму геометрии, то есть, он будет обеспечивать возможность немного неточных результатов в окончательных решениях.

Когда рассматриваются задачи рассеяния на объектах, которые состоят из магнито-диэлектрических материалах, можно увидеть вышеуказанные проблемы. Преодоления ограничений можно достичь на основе быстрого алгоритма.

В данной работе мы используем смешанный подход, который отличается от обычного метода моментов.

Модификация заключается в адаптивном изменении коэффициентов при эквивалентных электрических и магнитных токах от формы поверхности для разных материалов [3-5].

На рис. 1 дан пример тестового расчета объекта, представляющего две концентрические сферы для радиуса $r=0,81$ м $\epsilon_1=1.31-j0.23$, $R=1,12$ м, $\epsilon_2=1.68-j0.87$, для частоты волны 791 МГц. Линией дано обозначение предлагаемого подхода, а крестиками – традиционный метод моментов.



Результаты расчета бистатической
эффективной площади рассеяния концентрических сфер.

На основе используемого адаптивного интегрального метода, используемого при решении задачи рассеяния электромагнитных волн на объектах, который содержит из несколько магнито-диэлектрических материалов, можно достичь упрощения процедуры вычислений.

В работе дан пример оценки бистатической характеристики рассеяния для объекта в виде диэлектрических сфер.

Литература

1. Song J. M., Lu C. C., Chew W. C. Multilevel fast multipole algorithm for electromagnetic scattering by large complex objects // IEEE Trans. Antennas Propagat., Vol. 45, No. 10, 1488-1493, Oct. 1997.
2. Coifman R., Rokhlin V., Wandzura S. The fast multipole method for the wave equation: A pedestrian prescription // IEEE Antennas Propagat. Mag., Vol. 35, 7-12, June 1993.
3. Преображенский А.П., Юров Р.П. САПР современных радиоэлектронных устройств и систем // Вестник Воронежского

государственного технического университета. 2006. Т. 2. № 3. С. 35-37.

4. Львович Я.Е., Львович И.Я., Преображенский А.П., Головинов С.О. Разработка системы автоматизированного проектирования беспроводных систем связи // Телекоммуникации. 2010. № 11. С. 2-6.

5. Преображенский А.П. Прогнозирование радиолокационных характеристик объектов с радиопоглощающими покрытиями в диапазоне длин волн / Телекоммуникации. 2003. № 4. С. 21-24.

6. Болучевская О.А., Горбенко О.Н. Свойства методов оценки характеристик рассеяния электромагнитных волн // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2013. № 3. С. 4.

Воронежский институт высоких технологий

УДК 681.3

С.Ю. Белецкая, Д.И. Королев

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОРПОРАТИВНЫХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА ПЛАТФОРМЕ MICROSOFT SHAREPOINT

Рассмотрены существующие решения для автоматизации корпоративных бизнес – процессов, описан подход для решения данной задачи в рамках платформы MS SharePoint

В настоящее время актуальной задачей является автоматизация корпоративных бизнес-процессов, включающих несколько подразделений компании и функции многих существующих информационных систем. Существует достаточно много решений для автоматизации корпоративных бизнес – процессов, среди которых, основными являются следующие:

1. Nintex Workflow For SharePoint. Nintex WorkFlow. Представляет собой удобный графический конструктор рабочих процессов для Microsoft SharePoint. Позволяет не программировать рабочие процессы, а создавать их в интуитивно понятном интерфейсе, просто перетаскивая шаги процесса в редакторе.

2. IBM BPM Standard. Business Process Management Platform (BPM). Платформа, предоставляющая общую картину для управления бизнес – процессами. Она предоставляет инструментарий и среду

выполнения для проектирования, выполнения и оптимизации процессов, а также базовую поддержку системной интеграции.

3. 1С:Предприятие (СЭД «Корпоративный документооборот»). Позволяет выполнить эффективную автоматизацию корпоративных бизнес – процессов предприятия и являются дополнением к автоматизации документооборота предприятия.

4. SharePoint Workflow (Windows Workflow Foundation). Представляет собой технологию компании Microsoft для определения, выполнения и управления рабочими процессами.

5. K2 BlackPearl. K2 Blackpearl. Платформа представляет собой программное обеспечение для автоматизации потоков работ и построения систем управления бизнес-процессами, позволяющее разрабатывать и интегрировать приложения для MS SharePoint.

Каждое из представленных решений, в той или иной мере, обладает рядом типичных недостатков:

1. Достаточно высокая стоимость, что затрудняет внедрение и использование данных систем.

2. Ограничения на сложность, размер и кастомизацию (всевозможные изменения отображения данных, интеграции с другими системами, создание отчетов, отправка уведомлений и т.д).

3. Проблемы, связанные с добавлением кастомизированного функционала. Большинство описанных решений позволяет внедрять «кастомный» код, при помощи которого, можно произвести добавление специфической логики и данных (интеграция с внешними системами, генерация документов и отчетов, массовая рассылка и т.д.). Но, к сожалению, в большинстве случаев эта операция является весьма трудоемкой и ограниченной в рамках какой-либо части процесса. В результате код будет дублироваться, что, в будущем, несомненно усложнит поддержку и развитие решения.

4. Ограничения платформы и совместимость с браузерами.

5. Проблемы с продолжением процессов при возникновении внештатных ситуаций (остановки служб, перезагрузка сервера и т.д).

6. Высокий порог вхождения. Все платформы автоматизации, имеют инструментарий быстрой разработки, но не имеют готовых автоматизированных процессов. Необходимо обучать сотрудников разработке и поддержке решений на выбранной платформе для сопровождения после завершения проекта. Таким образом, внедрение и использование таких систем оправдано только в связке с разработчиком (или командой разработчиков).

Работая над автоматизацией корпоративных бизнес – процессов, для таких крупных заказчиков, как «Банк России», «МегаФон Ритейл», «Керхер Россия» и т.д., стало понятно, что описанные ранее недостатки являются достаточно критичными. В результате было разработано ядро, оптимизирующее процесс разработки больших и сложных корпоративных бизнес-процессов на платформе MS SharePoint.

Созданный с помощью Microsoft SharePoint внутрикорпоративный портал становится единым коммуникационным центром и электронным хранилищем информации одновременно. Он позволяет организовать единую среду для совместной работы над документами и проектами, построить онлайн-площадку для общения по различным рабочим вопросам, создавать решения для автоматизации любых рабочих процессов.

Разработанное ядро представляет собой wsp-пакет для платформы MS SharePoint и состоит из специфичных компонентов, используемых при разработке на платформе (возможности, модули, web-части, шаблоны страниц и т.д.) и собственно исполняемый код.

В результате сроки разработки больших и сложных бизнес-процессов на платформе MS SharePoint, могут быть сокращены почти в 2 раза. Это достаточно много, учитывая тот факт, что при внедрении сложных бизнес-процессов счет идет на тысячи часов.

Разработанное решение характеризуется следующими особенностями:

1. Позволяет создавать списки для хранения информации о процессах, данных о задачах, всевозможных шаблонов уведомлений и документов и т.д. с предустановленным набором полей, который может быть расширен в зависимости от потребностей заказчика.

2. Позволяет упорядочить процесс описания шагов процесса и описания переходов между ними

3. Содержит широкий набор наиболее популярных условий (статус текущей задачи, заполнение полей, задача отсутствует, и многие другие) для осуществления переходов между шагами процесса. При необходимости всегда можно определить собственные условия.

4. Обеспечивает широкий набор наиболее популярных действий (создание задач, формирование документов, отправка уведомлений, интеграция с внешними системами, завершение процесса, изменение статуса задач и многие другие), которые

осуществляются в рамках перехода. При необходимости всегда можно определить собственные действия.

5. Включает гибко настраиваемую форму задачи.

6. Содержит набор стандартных валидаторов данных. При необходимости всегда можно определить собственные валидаторы.

7. Включает множество стандартных генераторов и соответствующих шаблонов для наиболее популярных типов документов (накладные, заявки-требования, коммерческие акты, служебные записки и т.д.). При необходимости всегда можно определить собственные шаблоны и соответствующие генераторы, либо используя разработанные шаблоны заполнить их своими данными.

8. Создана инфраструктура для синхронной и асинхронной интеграции со сторонними системами (SAP, 1C, IDM). При необходимости всегда можно определить собственную реализацию функций интеграции.

9. Разработаны стандартные шаблоны уведомлений (создана задача, начат процесс, процесс отклонен, задача просрочена и очень много других).

10. Построены гибко настраиваемые правила отклонения процесса (какие роли могут отклонять процесс, в какой момент, какие уведомления и кому отправить и т.д.) и старта процессов (какие роли могут начинать процесс, условия для начала процесса и т.д.).

11. Поддерживаются стандартные возможности для формирования гибко настраиваемых представлений данных (графики, поля, таблицы, выпадающие списки и т.д.).

12. Обеспечиваются стандартные возможности для хранения всех данных процесса на стороне SQL Server. Это позволило избавиться от возможных проблем с быстродействием, а также избежать лимитов и ограничений, устанавливаемых самой платформой.

В основе разработанного решения лежит теория конечных автоматов. Конечный автомат может быть задан в виде упорядоченной пятерки элементов:

$$Q = (V, Q, q_0, F, \delta)$$

Схема любого сложного бизнес-процесса может быть представлена в виде графа переходов. В данном случае:

V – входной алфавит (конечное множество входных символов), из которого формируются входные слова, воспринимаемые конечным автоматом.

Q – множество внутренних состояний. В контексте бизнес-процесса – это все шаги процесса, набор действий, которые пользователь может сделать после того, как ему была назначена новая задача (согласовать, отклонить, делегировать, направить данные в SAP и т.д.).

q0 – начальное состояние. В контексте бизнес-процесса – это первый шаг процесса.

F – множество заключительных, или конечных состояний. В контексте бизнес-процесса – это все шаги, на которых дальнейшее выполнение процесса прерывается.

δ – функция переходов. В контексте бизнес-процесса – это множество условий, при выполнении которых, с учетом текущего состояния, процесс будет переведен в новое состояние.

Данные структуризация очень важна с точки зрения объектно-ориентированного проектирования. Использование теории конечных автоматов для моделирования сложных корпоративных бизнес-процессов позволило:

- достичь высокого уровня структурированности исходного кода;
- обеспечить широкие возможности для расширяемости и развития проекта в будущем;
- достичь единого понимания общей концепции среди всех членов команды.

Разработанная программно-алгоритмическая среда для автоматизации построения корпоративных бизнес-процессов в рамках платформы MS SharePoint обладает рядом конкурентных преимуществ, основными среди которых являются следующие:

1. Возможность построения процесса любой сложности.
2. Управление бизнес-процессом в каждой точке состояния.
3. Гибко настраиваемая форма задачи.
4. Нет ограничений на объёмы данных, количество полей, размеры таблиц.
5. Интеграция с любыми внешними системами, допускающими взаимодействие (SAP, 1C, IDM, и т.д.).

Литература

1. Лобанова А.М., Виноградова Е.В., Долганова О.И. Моделирование бизнес-процессов. – М.: ЮРАЙТ, 2016. – 290 с.
2. Стало легче настраивать сложные бизнес-процессы под Microsoft SharePoint. URL: <http://sdcv.ru/new-sps-bp-core/>
3. Марченков С.С. Конечные автоматы. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 56 с.

Воронежский государственный технический университет

УДК 681.3

И.Я. Львович, А.П. Преображенский, О.Н. Чопоров

ВОЗМОЖНОСТИ ЗАЩИТЫ КОРПОРАТИВНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

В работе рассмотрены основные требования, предъявляемые к характеристикам защищенности компьютерных сетей

Построение и поддержка безопасной системы требует системного подхода. В соответствии с этим подходом прежде всего необходимо осознать весь спектр возможных угроз для конкретной сети и для каждой из этих угроз продумать тактику ее отражения. В этой борьбе можно и нужно использовать самые разноплановые средства и приемы - организационные и законодательные, административные и психологические, защитные возможности программных и аппаратных средств сети.

Законодательные средства защиты - это законы, постановления правительства и указы президента, нормативные акты и стандарты, которыми регламентируются правила использования и обработки информации ограниченного доступа, а также вводятся меры ответственности за нарушения этих правил [1].

Административные меры - это действия общего характера, предпринимаемые руководством предприятия или организации. Администрация предприятия должна определить *политику информационной безопасности*, которая включает ответы на следующие вопросы:

-какую информацию и от кого требуется защищать;

- кому и какая информация необходима для того, чтобы выполнять служебные обязанности;
- какая степень защиты необходима по каждому из видов информации;
- чем может грозить потеря определенного типа информации;
- как организовать работу для того, чтобы защитить информацию.

К организационным (или процедурным) мерам обеспечения безопасности относятся конкретные правила работы сотрудников предприятия, например, строго определенный порядок работы с конфиденциальной информацией на компьютере [2].

К морально-этическим средствам защиты можно отнести всевозможные нормы, которые сложились по мере распространения вычислительных средств в той или иной стране (например, Кодекс профессионального поведения членов Ассоциации пользователей компьютеров США).

К физическим средствам защиты относятся экранирование помещений для защиты от излучения, проверка поставляемой аппаратуры на соответствие ее спецификациям и отсутствие аппаратных "жучков" и т.д.

К техническим средствам обеспечения информационной безопасности могут быть отнесены:

- системы контроля доступа, включающие средства аутентификации и авторизации пользователей;
- средства аудита;
- системы шифрования информации;
- системы цифровой подписи, используемые для аутентификации документов;
- средства доказательства целостности документов (использующие, например, дайджест-функции);
- системы антивирусной защиты;
- межсетевые экраны.

Все указанные выше средства обеспечения безопасности могут быть реализованы как в виде специально разработанных для этого продуктов (например, межсетевые экраны), так и в виде встроенных функций операционных систем, системных приложений, компьютеров и сетевых коммуникационных устройств [3]. Анализ уровня информационной безопасности корпоративной сети включает:

1) анализ корректности настроек технических средств и программного обеспечения, поиск общеизвестных сигнатур и схем их возможных сбоев;

2) анализ записей в журналах сетевых событий;

3) эффективный контроль за безопасностью поведения пользователей и функционирующих от их имени технических средств и программных продуктов. Основной методикой, которая при этом используется, является сравнение множества выполняемых пользователями операций с множеством разрешенных для них.

Программно-технические средства защиты информации сети должны обеспечивать:

- аутентификацию пользователей и обмена данных;
- конфиденциальность информации;
- защита от уничтожения, повреждения и блокированию информации;
- разграничение прав доступа пользователей;
- контроль целостности, работоспособности технических средств и программного обеспечения;
- безопасность в аварийных ситуациях;
- проверку антивирусного программного защиты, поиск вредоносных программ;
- проверку политики паролей и распределения прав доступа к информации;
- сканирование сети с целью анализа корректности использования портов ее коммутаторов, проведения тестов на проникновение в нее;
- анализ возможностей потери информации в результате выхода из строя компьютерного оборудования или неорганизованного хранения данных.

Литература

1. Львович И.Я., Воронов А.А. Применение методологического анализа в исследовании безопасности // Информация и безопасность. 2011. Т. 14. № 3. С. 469-470.
2. Львович И.Я., Воронов А.А., Преображенский Ю.П. Факторы угрозы экономической безопасности государства // Информация и безопасность. 2006. Т. 9. № 1. С. 36-39.

3. Воронов А.А., Львович И.Я., Преображенский Ю.П., Воронов В.А. Обеспечение системы управления рисками при возникновении угроз информационной безопасности // Информация и безопасность. 2006. Т. 9. № 2. С. 8-11.

Воронежский институт высоких технологий,
Воронежский государственный технический университет

УДК 539.1.074: 004.315

Д.В. Моисеев

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ВЕРОЯТНОСТНОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОЖИДАНИЯ И ДИСПЕРСИОМЕТРА

Рассматривается принципиальная возможность схемотехнической реализации дисперсиометра и измерителя математического ожидания при представлении данных в виде вероятностных отображений и приводятся результаты моделирования их работы

Обработка информации в специализированных компьютерных системах, включающая в себя решение расчетно-аналитических задач, задач управления, статистического анализа, имитационного моделирования предполагает измерение и обработку сложных многофакторных физических явлений, носящих случайный характер.

В подавляющем числе случаев оказывается достаточным определить первый начальный и второй начальный и центральный моменты измеряемого случайного сигнала для того, чтобы получить основные характеристики сообщения, причем тем больше, чем ближе закон распределения измеряемого сигнала к нормальному.

Наибольший интерес при изучении данного вопроса возникает в случае обработки информации, в специализированных компьютерных системах, представленной в вероятностной форме.

Для эргодических стационарных случайных сигналов, квантованных по времени в соответствии с теоремой Котельникова, выражение для оценки математического ожидания имеет вид [1]:

$$\{M[X(t)]\}^* = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i. \quad (1)$$

Учитывая, что при однолинейном однополярном вероятностном преобразовании каждое значение x_i заменяется соответствующим вероятностным отображением, оценкой x_i , то есть x_i^* будет:

$$x_i^* = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^K y_{ij}. \quad (2)$$

Подставляя последнее выражение в выражение для вычисления оценки МО и, для упрощения записи, заменяя $\{M[X(t)]\}^*$ на m_x^* , получим выражение для вычисления оценки МО при вероятностной форме представления информации

$$m_x^* = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{K} \sum_{j=1}^K y_{ij} \right) = \frac{1}{NK} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^K y_{ij}, \quad (3)$$

$$M[x_i]^* = \frac{1}{NK} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^K y_{ij} \quad (4)$$

В соответствии с выражением (4), для измерения математического ожидания достаточно осуществить линейное вероятностное преобразование измеряемого случайного сигнала $X(t)$, просуммировать члены вероятностного отображения на интервале измерения и отнести полученное значение к произведению $N \times K$. Структурно-функциональная схема, реализующая приведенный алгоритм, показана на рис. 1.

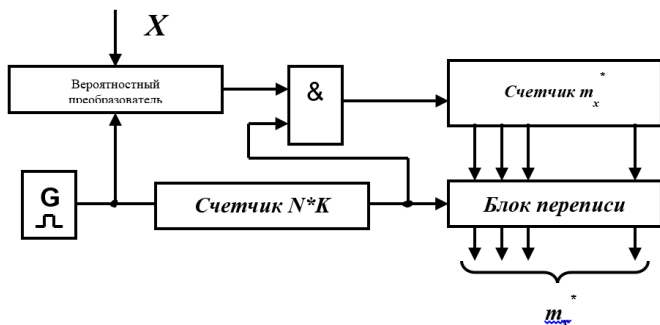


Рис. 1. Структурно-функциональная схема вероятностного измерителя математического ожидания

Основное преимущество схемы перед «классической» цифровой схемой заключается в замене многоразрядного сумматора двоичных чисел на накопительный счетчик, то есть в выигрыше по затратам оборудования и энергетическим характеристикам и в повышении помехоустойчивости.

Проанализируем точностные и скоростные характеристики рассматриваемой схемы. При измерении вероятностных характеристик основными источниками методических погрешностей являются:

- конечная длина ряда измеряемых реализаций;
- квантование измеряемого случайного сигнала по амплитуде;
- вероятностное преобразование исходного сигнала.

Как известно, среднеквадратическая погрешность измерения МО, обусловленная конечным интервалом измерения входного сигнала, равняется:

$$\sigma_{др}(m_x^*) = \frac{\sigma_x}{\sqrt{N}}. \quad (5)$$

При квантовании измеряемого сигнала по амплитуде вместо истинного мгновенного значения случайного сигнала берется значение ближайшего дискретного уровня. Известно, что значение погрешности, обусловленной квантованием по амплитуде, стремится к нулю при правильном выборе выходной характеристики квантователя.

Среднеквадратическая погрешность, обусловленная вероятностным преобразованием, определяется через дисперсию оценки математического ожидания [2]

$$D_{БП}[m_x^*] = \frac{1}{N^2 K^2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^K D(y_{ij}) = \frac{1}{NK} \sum_{l=1}^2 (y_l - m_x)^2 P_l = \frac{m_x(1-m_x)}{NK}, \quad (6)$$

откуда

$$\sigma_{БП}[m_x^*] = \sqrt{\frac{m_x(1-m_x)}{NK}}. \quad (7)$$

Тот факт, что в знаменателе подкоренного выражения правой части стоит произведение объема выборки N на количество статистических испытаний K говорит о том, что последняя погрешность резко уменьшается с ростом N .

Среднеквадратические погрешности, обусловленные конечной длиной ряда и вероятностным преобразованием являются в общем случае зависимыми, а потому полная среднеквадратическая погрешность измерения МО вероятностным контроллером (при правильном выборе характеристики квантователя по амплитуде) на интервале измерения равняется сумме этих погрешностей:

$$\sigma_{\Pi}[m_x^*] = \frac{\sigma_x}{\sqrt{N}} + \sqrt{\frac{m_x(1-m_x)}{NK}}. \quad (8)$$

На рис. 2 приведён график, отображающий последнюю зависимость для случайного сигнала $X(t)$, имеющего равномерный закон распределения при разных значениях объёма выборки. Хорошо видно, что уже при $N=10$, значение погрешности весьма мало зависит от количества статистических испытаний. Более полно точность измерения МО можно определить через абсолютную погрешность:

$$\Delta = |m_x^* - m_x|. \quad (9)$$

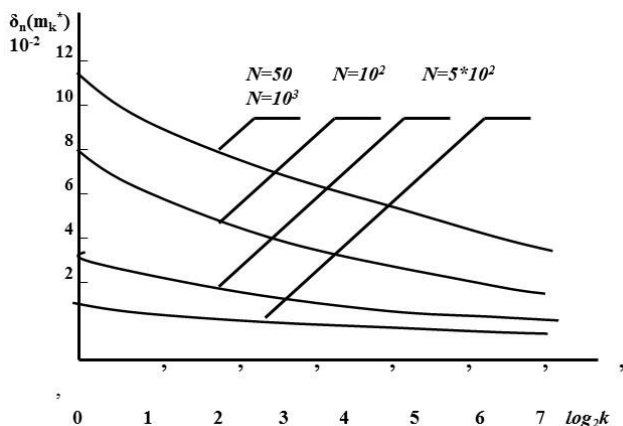


Рис. 2. Зависимость среднеквадратической погрешности измерения МО от числа статистических испытаний

Точностные и скоростные характеристики вероятностного дисперсиометра определённые стандартным путём с использованием выражений для оценки дисперсии, определяются через выражения для полной абсолютной погрешности в виде

$$\Delta_{D_{HP}} = t_{II} \frac{m_x \sqrt{1 - m_x^2} + 1,41 \sigma_x^2 \sqrt{K}}{\sqrt{NK}}, \quad (10)$$

в случае, если входной сигнал имеет нормальное распределение и

$$\Delta_{D_{PP}} = t_{II} \frac{m_x \sqrt{N(1 - m_x^2)} + \sigma_x^2 \sqrt{K(0,8N + 1,2)}}{N \sqrt{K}}, \quad (11)$$

при равномерном распределении.

Для выполнения моделирования работы вероятностного дисперсиометра и вероятностного измерителя математического ожидания разработан программный продукт в среде визуального программирования Borland C++ Builder 6.0.

Проанализируем работу модели при различном объеме выборки (N) и количестве членов вероятностного преобразования.

На рисунке 3 показана зависимость погрешности вычисления математического ожидания от количества испытаний (членов вероятностного преобразования) при фиксированном значении размера выборки N=1000. Хорошо видно, что погрешность резко уменьшается с ростом K.

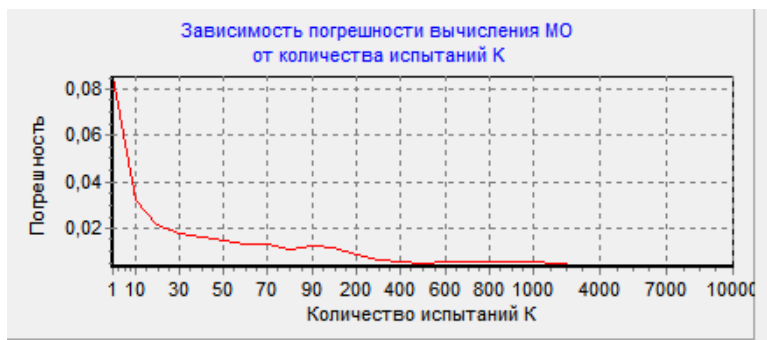


Рис. 3. Зависимость погрешности вычисления математического ожидания от количества испытаний K

Сходная ситуация наблюдается и при измерении дисперсии сигнала рис. 4



Рис. 4. Зависимость погрешности вычисления дисперсии от количества испытаний K

На рис. 5-6 представлены графики сравнительной зависимости точности измерения статистических характеристик сигнала цифровым и вероятностным методами. Вероятность того, что истинные значения абсолютных погрешностей не выйдут за пределы доверительного интервала, принята равной $P=0,9993$.

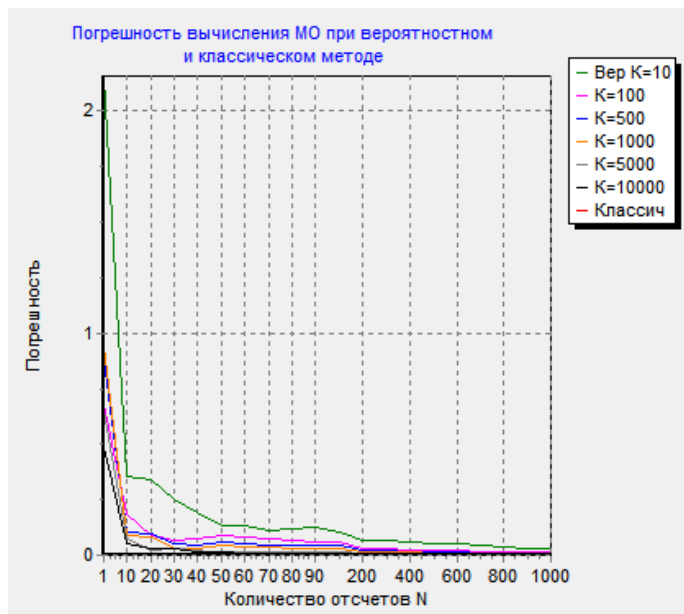


Рис. 5. Графики зависимости абсолютной погрешности измерения МО от объема выборки и числа испытаний

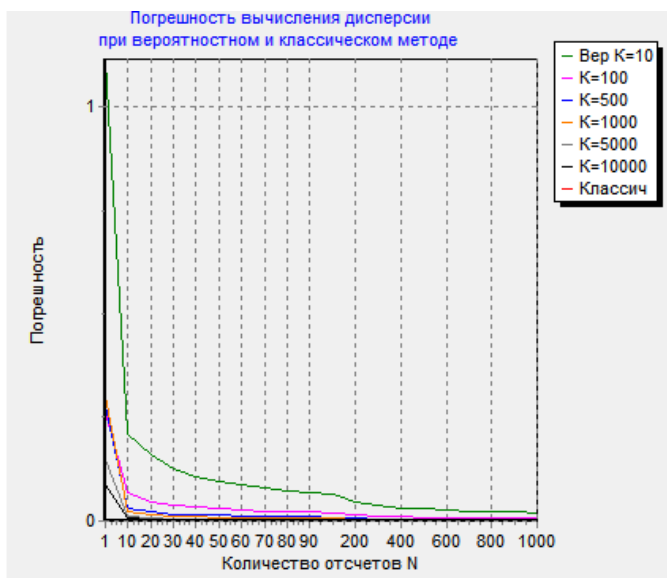


Рис. 6. Графики зависимости абсолютной погрешности измерения дисперсии от объема выборки и числа испытаний

При фактическом измерении дисперсии с заданной точностью вместо m_x и σ_x в полученные выражения следует подставить значения m_x^* и σ_x^* , определённые предварительно по выборкам небольшого объема и лишь затем, исходя из степени эргодичности и стационарности измеряемого входного сигнала, определить требуемый объем выборки N и только потом найти требуемое количество статистических испытаний K . При уточнении значений m_x^* и σ_x^* , следует пересчитать K , стремясь к его возможному уменьшению. Итак, суммируя всё вышеуказанное, можно сделать вывод:

- по скоростным и точностным характеристикам вероятностный измеритель МО не уступает цифровому;
- по показателю затрат оборудования, энергопотреблению и надёжности значительно его превосходит;
- по показателю помехоустойчивости, за счёт интегрирования помехи на интервале преобразования, также значительно лучше, чем цифровой.

Литература

1. Моисеев Д.В. Применение вероятностной формы представления данных в корреляционно-экстремальных системах / Д.В. Моисеев, О.Д. Чужикова-Проскурнина, Н.Е. Сапожников // Системы контроля окружающей среды, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт природно-технических систем» – Севастополь, 2016. – № 5 (25). – С. 47–52.

2. Оценка погрешностей выполнения вероятностных арифметических операций сложения и умножения / Д.В. Моисеев, Н.Е. Сапожников, П.С. Бейнер [и др.] // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харьков: Технологический центр, 2013. – № 3/4 (63). – С. 40–42.

Севастопольский государственный университет

УДК 004; 51-76

М.А. Фирюлина

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ

В данной статье предлагается описание автоматизированной системы, которая по заданному набору исходных данных пациента устанавливает предварительный диагноз заболеваний слизистой оболочки рта на основе использования методов деревьев решений и нейронных сетей

Разработка и внедрение информационных технологий в сферу медицины является в настоящее время одной из самых актуальных задач. Наиболее распространено использование автоматизированных систем для предварительной диагностики и установления диагноза пациентам.

Такие диагнозы, как многоформная экссудативная эритема, синдром Стивенса-Джонсона, синдром Лайелла, относятся к заболеваниям, которые сложно диагностируются, и несвоевременно начатое лечение может привести к тяжелым осложнениям. Экспертная система медицинской диагностики, указывая предварительный диагноз, позволяет сократить перечень необходимых анализов для установления точного заболевания. Сложность диагностики этих заболеваний связана с общностью этиологических факторов,

сходностью развития клинической картины и одинаковой направленностью изменений основных показателей гомеостаза.

Исходные данные для анализа были предоставлены специалистами кафедры стоматологии ВГМА им. Н.Н. Бурденко, которые выявили, что за последние 5 лет из 71 случая синдромного заболевания СОР и кожи в г. Воронеже в начале лечения верный диагноз был поставлен только 42-м пациентам (59,2%)[1].

Исходный список содержал данные из 70 пациентов(33 пациента с заболеванием МЭЭ, 26 – СД, 12 – СЛ) и был дополнен до 90. Дополненные 20 больных имеют схожие симптомы, однако их заболевание не относится к заболеваниям слизистой оболочки рта и кожи. Исходный файл данных создавался по 92 признакам, для которых было осуществлено числовое кодирование. В основном для диагностики возможных причин заболевания составляются простые вопросы, ответы на которые имеют бинарный вид, то есть «Да» или «Нет», либо указать степень градации симптома[4].

Для снижения трудоемкости задачи необходимо отсеять часть признаков. Данный этап имеет большое влияние на точность и эффективность полученной модели. С помощью модуля Feature Selection программного продукта STATISTICA 12 предварительно были исключены незначимые переменные в исходном наборе характеристик.

В основе построения дерева используем алгоритм метода CART. Основные особенности метода заключаются в бинарном типе ветвления, своеобразной функции оценки качества разбиения и сложном, но эффективном, механизме отсечения деревьев. Критерий точности метода представляет собой долю неправильно классифицируемых объектов обучающей выборки с помощью построенного дерева[2].

Полученное дерево классификации удалось построить всего лишь по 7 признакам, с помощью которых можно предположить один из 4-х диагнозов: МЭЭ, СД, СЛ или другое заболевание (ДР). Все пациенты обучающей выборки были верно классифицированы по заболеваниям и можно утверждать, что модель построена без ошибок.

Нейронные сети представляют собой новую и весьма перспективную вычислительную технологию, дающую новые подходы к исследованию динамических задач. Неявные задачи медицины и биологии являются идеальным полем для применения

нейросетевых технологий, и именно в этой сфере наблюдается наиболее яркий практический успех нейроинформационных методов.

Рассмотрим решение исходной задачи с помощью модуля Neural Networks пакета STATISTICA 12. STATISTICA Neural Networks является мощной и быстрой средой анализа нейросетевых моделей, соответствует самым современным технологиям и показывает наилучшие рабочие характеристики.

Модуль Neural Networks (SANN) системы STATISTICA включает в себя процедуру, которая организует поиск нужной конфигурации сети. Эта процедура заключается в построении и тестировании большого количества сетей с разными архитектурами и последующем выборе из них той сети, которая лучше всего подходит для решения поставленной задачи.

Перед построением сети выбираем тип задачи – классификация, а также необходимо задать размеры обучающей (Training), тестовой (Test) и контрольной (Selection) выборок. Важным является возможность выбора типа нейронных сетей. Предоставляется возможность построить сети MLP – многослойный персептрон и RBF – радиальная базисная функция.

Сеть MLP имеет несколько преимуществ над сетью RBF. Исследования показывают, что для правильного моделирования типичной функции сеть RBF, с ее более эксцентричной поверхностью отклика, требует несколько большего числа элементов. Следовательно, модель, основанная на RBF, будет работать медленнее и потребует больше памяти, чем соответствующий MLP. Сеть MLP выдает более определенные решения при обработке сильно отклоняющихся данных. Сети RBF испытывают значительные трудности, когда число входов велико[3].

После окончания поиска и обучения сетей программа выдаст лучшие результаты. Для задачи классификации подходящей сетью считается та, у которой наилучшее соотношение процента правильно размещенных объектов к неправильно размещенным.

Ранги признаков нейронной сети

Признаки	Ранг	Отношения шансов
Отеки СОР	1	3,211133
Затруднение приема мягкой и жидкой пищи	2	2,951613
Начало заболевания	3	2,372821
Офтальмологические симптомы	4	1,150786
Симптом Никольского на коже	5	1,04736
Эриматозные пятна	6	0,319944
Эпителизация на коже	7	0,256678

На вкладке Sensitivity(Чувствительность) пользователь может изучить результаты анализа чувствительности предикторов. Данный анализ помогает сделать вывод о важности конкретного признака для выбранной нейронной сети. Ранги переменным присваиваются по порядку, начиная с переменных с самым высоким значением отношения шансов. В таблице приведены отношения шансов и ранги предикторов.

Общий алгоритм работы приложения

Шаг 1. Запуск программы.

Шаг 2. Пользователь выбирает способ назначения диагноза дерево классификации или нейронные сети.

Шаг 3. Пользователь выбирает те симптомы, которые соответствуют пациенту. Во избежание некорректной работы программы, если пользователь забыл ответить на один из пунктов, то выдается ошибка.

Шаг 4. Если выбран способ дерева классификации, то данные подаются в соответствующие процедуры по назначению диагноза. Полученный результат выводится на экран. Активизируется кнопка «Изображение», по нажатию которой можно наглядно изучить модель дерева классификации, соответствующего данной задаче.

Шаг 5. Если выбраны нейронные сети, то данные структуры подаются на вход соответствующим нейронным сетям. Полученный результат выводится на экран. Активизируется кнопка «Изображение», по нажатию которой можно наглядно изучить модель нейронных сетей, соответствующих данной задаче.

Шаг 6. Если полученные данные устраивают пользователя, то он может их записать в файл. С помощью кнопки «Записать в файл»

пользователь вводит данные о пациенте (ФИО, дата рождения), дату приема. Если дата приема не выбрана, то в файл записываются текущие дата и время. В файле формата txt с новой строки записываются данные пациента, дата приема, симптомы, диагноз, установленный двумя разными способами.

Шаг 7. Всю необходимую информацию по работе с программой пользователь может получить на вкладке «О программе».

Блок-схема работы программы представлена на рисунке 1.

На основе полученных результатов исследования было создано приложение, которое по заданным симптомам пациента назначает предварительный диагноз заболеваний слизистой оболочки рта одним из выбранных способов (с помощью нейронных сетей или деревьев классификации). Система была разработана в визуальной среде Visual Studio Community 2015 и написана с использованием языка программирования C#.

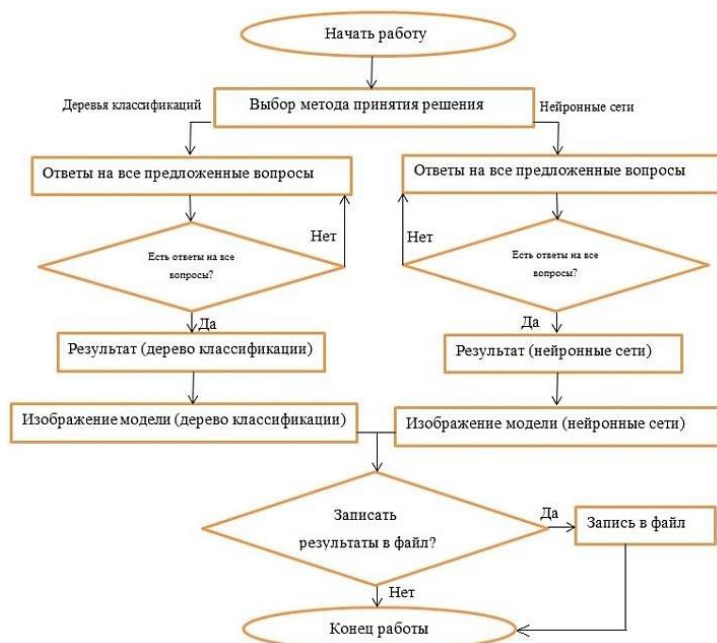


Рис.1. Блок-схема программы

На вкладке «Деревья решений» необходимо ответить на поставленные вопросы, указать симптомы пациента. На рисунке 2 представлен результат корректной работы программы.

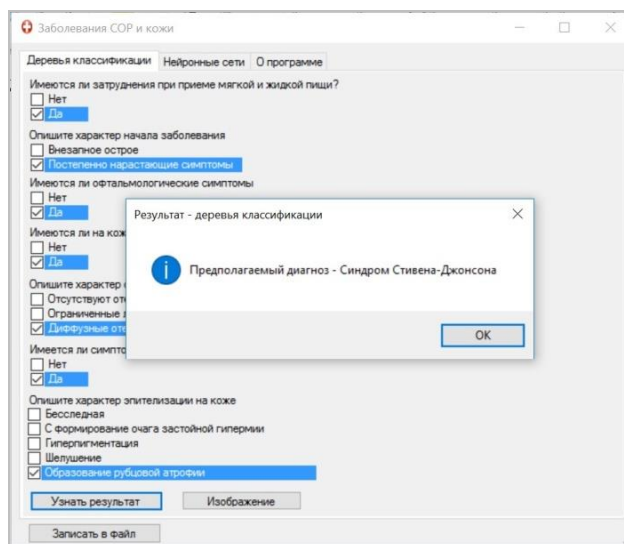


Рис. 2. Результат работы программы

После установления диагноза становится активной кнопка «Изображение», на которой можно увидеть модель дерева классификации. Именно по модели на рисунке 3, программа устанавливает диагноз.

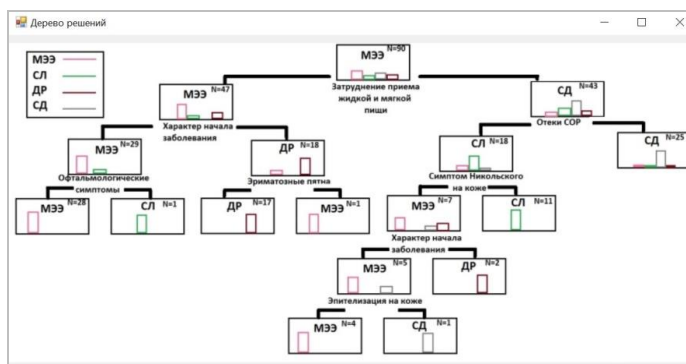


Рис. 3. Модель деревьев решений

Аналогичные действия проводятся и для вкладки «Нейронные сети». На рисунке 4 изображена архитектуры нейронной сети. Эта сеть имеет 7 входов, 10 нейронов в первом слое нейронов, 4 нейрона в выходном слое и обучается методом обратного распространения ошибки. При успешной записи данных, выдается соответствующее сообщение, представленное на рисунке 5.

По результатам вычислительного эксперимента можно сделать вывод, что диагностика заболеваний слизистой оболочки рта и кожи использованием деревьев классификации и нейронных сетей одинаково эффективны, и возможно использование как одного, так и другого метода.

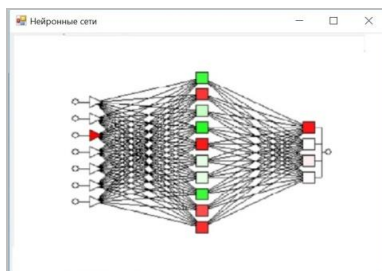


Рис. 4. Архитектура нейронной сети

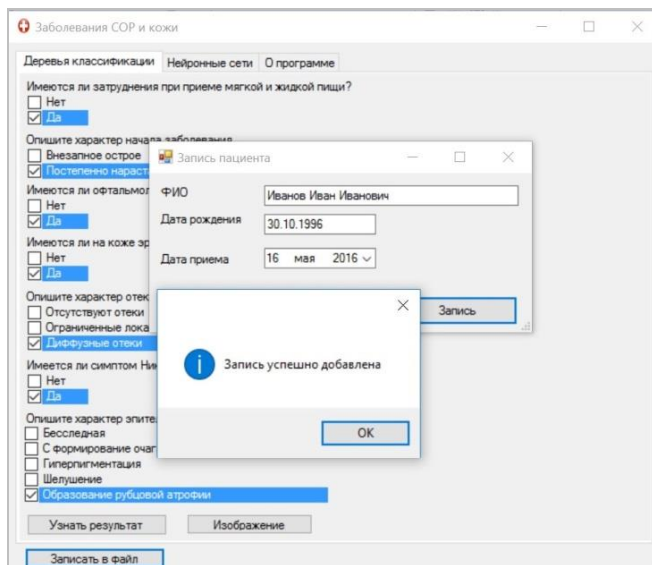


Рис.5. Сообщение об успешной записи в файл

Литература

1. Елькова Н.Л. Дифференциальная диагностика синдромных поражений слизистой оболочки рта и кожи/ Н.Л. Елькова, Н.А. Соболева // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – Смоленск, 2010. –Вып.2. - С. 51-53.
2. Электронный учебник по статистике StatSoft. - URL: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.html> (дата обращения: 15.04.2016)
3. Каширина И.Л. Нейросетевые технологии. Учебно-методическое пособие для вузов / И.Л. Каширина. - Воронеж, 2008. – 72 с.
4. Львович Я.Е. Модель-ориентированный тренинг выбора тактики лечения терапевтических больных / Я.Е. Львович, Е.Я. Гафанович, И.Л. Каширина. – Саратов : Информационные технологии в образовании, 2015. - 267 с.

Воронежский государственный университет

УДК 005.2

А.Р. Хафизов

ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФИНАНСОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье рассматриваются этапы процесса формирования консолидированной финансовой отчетности по международному стандарту с использованием информационной системы SAP. Предлагается метод решения проблемы формирования консолидированной отчетности с помощью создания единого информационного пространства, организованного на основе онтологии

Консолидированная отчетность – особый вид отчетности, необходимый для получения представления о финансовом состоянии и результатах деятельности группы компаний.

Группа компаний – совокупность предприятий (компаний), состоящих из холдинговой (головной) компании и всех ее дочерних предприятий. Каждое предприятие, входящее в состав группы, должно вести собственный бухгалтерский учет. Создание таких групп является перспективным направлением в развитии бизнеса.

Под консолидированной финансовой отчетностью понимается систематизированная информация, отражающая финансовое положение, финансовые результаты деятельности и изменения финансового положения организации. В соответствии с Федеральным законом от 27.07.2010 № 208-ФЗ «О консолидированной финансовой отчетности» консолидированная финансовая отчетность составляется в соответствии с Международными стандартами финансовой отчетности (далее – МСФО) [1].

Консолидированная финансовая отчетность включает:

- Заключения независимого аудитора;
- Консолидированный отчет о финансовом положении;
- Консолидированный отчет о прибыли или убытке и прочем совокупном доходе (рис. 1);
- Консолидированный отчет об изменениях в капитале;
- Консолидированный отчет о движении денежных средств;
- Примечания к консолидированной отчетности.
-

КОНСОЛИДИРОВАННЫЙ ОТЧЕТ О ПРИБЫЛИ ИЛИ УБЫТКЕ И ПРОЧЕМ СОВОКУПНОМ ДОХОДЕ ЗА ГОД, ЗАКОНЧИВШИЙСЯ 31 ДЕКАБРЯ 2014 ГОДА
В миллионах российских рублей, за исключением прибыли на акцию

	Примечания	Год, закончившийся 31 декабря 2014 года	Год, закончившийся 31 декабря 2013 года*	Год, закончившийся 31 декабря 2012 года*
Выручка	7	637,271	563,296	532,502
Экспортные пошлины и акцизы		(199,024)	(160,255)	(144,307)
Стоимость приобретенных нефти, газа и нефтепродуктов		(139,838)	(126,438)	(124,857)
Налоги, за исключением налога на прибыль	9	(77,771)	(69,405)	(66,709)
Производственные и операционные расходы		(70,833)	(59,883)	(53,365)
Транспортные расходы		(31,257)	(28,280)	(26,784)
Амортизация		(23,781)	(20,028)	(18,377)
Коммерческие, общехозяйственные и административные расходы		(16,019)	(15,063)	(16,085)
Прочие операционные (расходы)/доходы, нетто		(1,751)	(1,586)	3,386
Прибыль от операционной деятельности		76,997	82,358	85,404
Обесценение активов	10	(13,030)	(16,689)	(4,816)
Финансовые доходы	11	4,747	5,163	4,808
Финансовые расходы	11	(13,058)	(9,460)	(11,883)
Положительные курсовые разницы, нетто		1,299	1,094	107
Доля в (убытке)/прибыли зависимой компании и совместной деятельности, за вычетом налога на прибыль	14	(117)	492	(361)
Прибыль до налогообложения		56,838	62,958	73,259
Расход по налогу на прибыль	12	(13,817)	(16,559)	(16,469)
Прибыль за год		43,021	46,399	56,790
Прочий совокупный (расход)/доход, за вычетом налога на прибыль				

Рис. 3. Консолидированный отчет о финансовом положении

SAP BI - продукт компании SAP предназначенный для организации единого хранилища данных и анализа. Единое

хранилище данных, которое создано для целей формирования консолидированной отчетности, содержит всю плановую и фактическую информацию в единых аналитических разрезах. Вся отчетность строится из этого хранилища данных.

Процесс формирования консолидированной финансовой отчетности по МСФО с использованием информационной системы SAP можно разделить на несколько этапов:

1) Загрузка показателей отчетности МСФО из унифицированных форм ввода.

Все дочерние компании предоставляют в головную компанию информацию в виде форм ввода (таблицы Excel). В сервисе системы SAP BI по загрузке информации, ответственный пользователь из отдела консолидированной финансовой отчетности запускает процесс загрузки информации. Загрузка производится только при наличии полной информации от всех компаний.

2) Загрузка показателей отчетности МСФО из SAP ERP.

Загрузка информации по тем компаниям, которые ведут учет в SAP ERP, происходит также раз в месяц после закрытия периода по команде ответственного пользователя отдела консолидированной финансовой отчетности.

3) Трансформационные поправки на консолидационном уровне в соответствии с определенными правилами.

Трансформационные поправки вносятся вручную ответственными пользователями отдела консолидированной финансовой отчетности в систему SAP BI. Трансформация – это процесс корректировки финансовой отчетности, которую ведут по национальным стандартам (РСБУ) в финансовую отчетность по МСФО.

4) Консолидация данных в соответствии определенными правилами.

Процесс консолидации автоматизирован. На рис. 2 показан фрагмент окна «Рабочее место консолидатора», необходимый для выполнения процесса консолидации международной отчетности. Запуск консолидации происходит по инициативе ответственного пользователя из отдела консолидированной финансовой отчетности.

Рабочее место консолидатора

Параметры выбора

Контрагент

Тип периода

Год

Год/квартал

Год/месяц

Консолидация US GAAP

Константы

Сальдо 2010

Шаблон для ввода ручных элиминац проводок

Ручные элиминационные проводки

Запуск консолидации US GAAP

Результаты консолидации US GAAP

Элиминационные проводки US GAAP

Трансформационный лист консолидированный

Рис. 4. Фрагмент окна "Рабочее место консолидатора"

5) Консолидационные поправки в соответствии с определенными правилами.

Консолидационные поправки, как и трансформационные, вносятся вручную в систему SAP BI.

6) Формирование консолидированной отчетности по МСФО.

Формирование консолидированной отчетности происходит автоматически по требованию пользователей из сформированного массива информации.

Форма объединения компаний или инвестиций находит отражение в методах консолидации, к которым, в соответствии с МСФО, относятся полная консолидация (применяется для компаний, объединенных путем приобретения или слияния) и метод долевого участия (для компаний, ведущих совместную деятельность) [2].

Отчетным формам бухгалтерской отчетности присуща логическая и информационная взаимосвязь. Сущность логической связи состоит во взаимодополнении отчетных форм, их разделов и статей. Отдельные наиболее важные статьи баланса детализируются в сопутствующих формах. Логические связи дополняются информационными данными, представленными контрольными соотношениями между отдельными показателями отчетных форм.

Знание этих контрольных значений поможет лучше разобраться в структуре отчетности, проверить правильность ее составления [3]. Семантическая сеть онтологической модели рассматриваемой предметной области является наиболее соответствующей моделью для представления подобных взаимосвязей. Онтология – это точная спецификация некоторой предметной области, или формальное и декларативное представление, которое включает словарь указателей на термины предметной области и логические выражения, описывающие значения этих терминов, их соотношения друг с другом [4]. Онтологическая модель рассматривается как наиболее эффективное средство для представления информационного контента. Таким образом, проблемы формирования консолидированной финансовой отчетности можно решить в результате создания единого информационного пространства, организованного на основе онтологии.

Построение онтологий – сложный и трудоемкий процесс, для автоматизации процесса разработки онтологий созданы специальные программы, называемые онтологическими редакторами.

На рис. 3 и 4 представлены онтология и визуализация созданной онтологии в виде структуры семантической сети, разработанной в редакторе онтологии Protégé v.4.3.

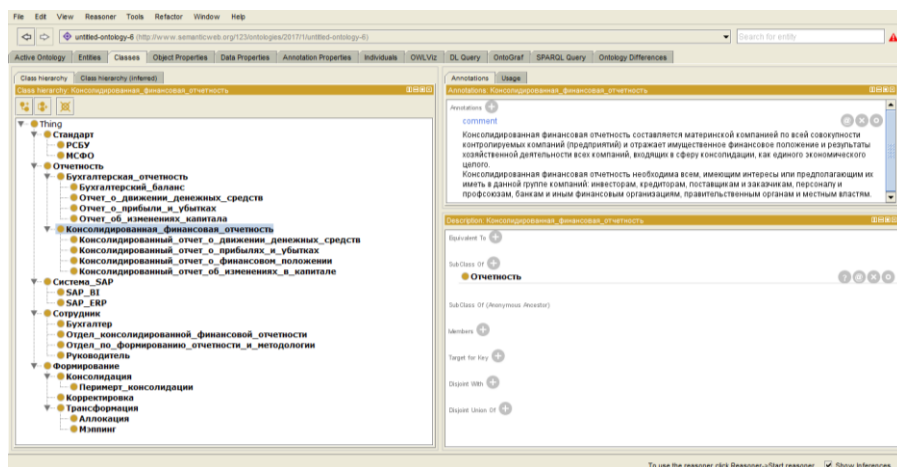


Рис.5. Онтология в Protégé

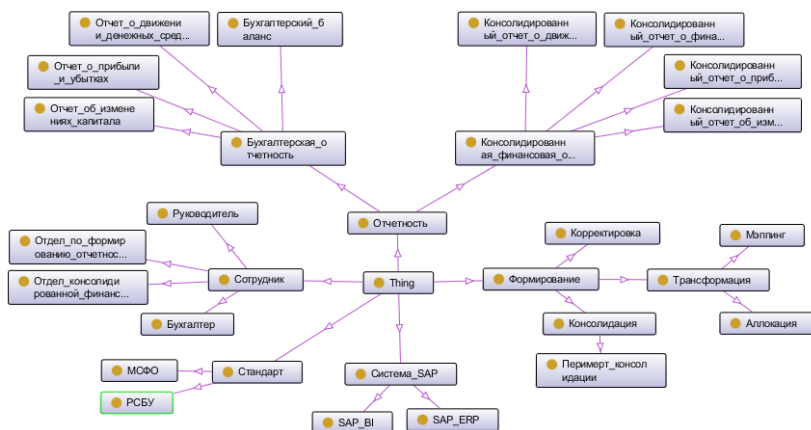


Рис. 6. Структура семантической сети онтологии

Разработанная онтология состоит из таких классов понятий, как «Консолидированная финансовая отчетность», «Формирование», «Стандарт» и другие. Определены отношения обобщения и агрегации. Онтология обеспечивает общий словарь для решения задач управления, определяет семантику сообщений и отвечает за интерпретацию контекста сообщения [4]. Таким образом, онтология может помочь разобраться в процессе формирования консолидированной финансовой отчетности, в участниках процесса, понятиях предметной области и их свойствах (характеристиках организационной системы), которые применяются для финансового анализа.

Литература

1. Вахрушина М.А. Методологические особенности анализа консолидированной финансовой отчетности // Международный бухгалтерский учет. 2012. №44. С.47-56.
2. Сигидов Ю.И., Настенко Д.А. Актуальные проблемы формирования консолидированной финансовой отчетности // Международный бухгалтерский учет. 2013. №9. С.2-13.
3. Анализ финансовой отчетности: конспект лекций для студентов специальности 080105 «Финансы и кредит» заочной формы обучения / АОО ВПО «Институт менеджмента, маркетинга и

финансов» ; сост. С.А. Лапыгина, О.П. Аксенова, А.Н. Гиренко. — Воронеж : АОНО ВПО «ИММиФ». 2009. — 49 с.

4. Черняховская Л.Р., Малахова А.И. Разработка моделей и методов интеллектуальной поддержки принятия решений на основе онтологии организационного управления программными проектами // Онтология проектирования. 2013. №4 (10) С.42-52.

Уфимский государственный авиационный технический университет

УДК 681.3

Ю.П. Преображенский

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Рассмотрены вопросы, связанные с применением информационных систем на производстве

Процессы автоматизации уже давно можно наблюдать на разных современных предприятиях.

Вначале процессы интеграции систем управления сводились к тому, что происходило объединение разных составляющих автоматизированных систем управления предприятием (АСУП).

Затем интеграция уже стала относиться к компонентам АСУТП и САПР. Необходимо разрабатывать программу автоматизации, в соответствии с этой программой проводится поэтапная автоматизация производственных процессов, наиболее актуальных для данного производства: оперативное диспетчерское управление соответствующим производством, управление качеством продукции, учет энергоресурсов, управление производственными фондами и учет материального баланса.

В соответствии с перечисленными процессами система состоит из пяти крупных подсистем, каждая из которых решает одну из задач.

Это автоматизированная система оперативного диспетчерского управления материальными потоками соответствующего производства, автоматизированная система диспетчерского управления энергетическими потоками соответствующего производства, автоматизированная система управления основными производственными фондами производства, лабораторная

информационная система производства и автоматизированная учетно-балансовая система.

Система имеет нелинейную децентрализованную структуру, которая позволяет оперативно адаптироваться к изменениям организационного, технологического и технического характера, служит информационным базисом для успешного внедрения и функционирования ERP-системы и обеспечивает вертикальную информационную интеграцию всего предприятия.

Материальные и технологические потоки - это основной технолого-экономический ресурс производства и основной объект контроля и управления диспетчера производства.

Особое значение вопросам диспетчеризации материальных потоков придает наличие на производстве ряда особенностей, среди которых следует отметить: комбинированные технологические схемы, со сложной структурой взаимосвязанных материально-сырьевых потоков; недостаточный объем межучастковых буферных накопителей, что требует четкой координации производительности смежных участков; нестабильное качество сырья.

Первым этапом реализации системы производства можно считать проектирование и внедрение автоматизированной системы оперативного диспетчерского управления материальными потоками производства.

Техническое обеспечение такой системы охватывает различные средства, от КИП на участках до средств представления информации в центральном диспетчерском пункте производства.

В верхнем уровне рассматриваемой системы находится соответствующее оборудование: многоэкранные мониторы диспетчерского персонала, средства мониторинга коллективного пользования, центральный сервер, система технологического видеонаблюдения и другие технические средства, обеспечивающие перевод диспетчерского управления на принципиально новые технические уровни.

На описанной выше технической платформе можно разворачивать и программное обеспечение, информационная структура которого может иметь три иерархических уровня. Информационные узлы нижнего иерархического уровня предназначены для ввода первичной оперативной информации о технологическом процессе. Средний иерархический уровень образуют узлы переработки и хранения информации: узлы вычисления

расчетных переменных на основе исходной информации. На верхнем иерархическом уровне находятся потребители информации: автоматизированные рабочие места (АРМ) диспетчера, помощника диспетчера производства, энергодиспетчера и других ответственных сотрудников.

Одна из важных особенностей системы - большой объем расчетных переменных, которые необходимо формировать на основе исходных данных, поступающих из различных систем автоматизации предприятия.

Источниками и потребителями информации являются как средства автоматизации, работающие в реальном времени, так и компоненты автоматизации, основанные на ручной подготовке и вводе данных.

Данные в системе бывают оперативными, часовыми, сменными и суточными. Для проведения технологических расчетов и организации взаимодействия различных компонентов системы предлагается использовать сервер расчетов.

В системах, связанных с автоматизацией технологических процессов, выполнение технологических расчетов не представляет особых трудностей, поскольку исходные данные для вычисления в полном объеме поступают от датчиков и контроллеров в режиме реального времени.

В этом случае расчеты выполняются в реальном или псевдореальном времени, а незначительными задержками поступления исходных данных для расчетов пренебрегают.

Однако в крупных системах, когда исходные данные для расчетов поступают из множества разнородных подсистем автоматизации, выполнение таких вычислений является сложной задачей по ряду причин.

Во-первых, часть исходных для расчетов данных поступает не в реальном времени, поэтому необходимо обеспечить своевременность и достоверность расчетов независимо от задержек поступления входных данных, а из-за специфики деятельности систем длительность задержки может составлять несколько часов.

Кроме того, при расчетах требуется информация с предыдущих циклов вычислений (например, данные, полученные несколько часов, смен, суток, месяцев назад), поэтому для работы системы необходим эффективный и удобный механизм, позволяющий использовать архивные данные.

Но и, наконец, для корректной оценки результата нужен механизм вычисления степени достоверности расчетных данных.

Во-первых, расчеты могут производиться как по расписанию (т. е. в реальном или псевдореальном времени), так и по факту поступления исходных данных, что позволяет учесть сколь угодно длительные задержки формирования исходных данных.

Кроме того, в расчетах могут быть использованы данные с предыдущих циклов расчетов; все операции по обработке данных (чтение исходных данных, расчет, сохранение результатов) выполняются с метками времени, а расчеты сопровождаются вычислением признаков качества данных; прикладная программа расчетов может быть разработана на любом языке программирования.

Корректность информационных взаимосвязей между компонентами рассматриваемой системы, достигается программными средствами двух типов.

Для проверки информационных ограничений системы, реализованных на уровне структуры базы данных, используются средства СУБД Microsoft SQL Server, основанные на фундаментальных принципах организации реляционных баз данных, таких как первичные ключи, связи и др.

Для проверки корректности информационных ограничений системы, не определяемых структурой БД, требуется использовать набор хранимых процедур и SQL-сценариев, которые при необходимости выполняются по команде пользователя.

Проведение полной автоматизация производства можно реализовать только на стадии проектирования и создания производства "с нуля".

Создавать интегрированную информационную систему поэтапно со 100%-ным охватом всех технологических процессов крайне дорого и долго.

Для оперативного управления производством и качественной адекватной реакции на отклонения совсем не обязательно, чтобы данные поступали только из автоматизированных систем, допускается и ручной ввод со специализированных АРМов. Главное, чтобы данные были достоверными.

Литература

1. Землянухина Н.С. О применении информационных технологий в менеджменте // Успехи современного естествознания. 2012. № 6. С. 106-107.
2. Гуськова Л.Б. О построении автоматизированного рабочего места менеджера // Успехи современного естествознания. 2012. № 6. С. 106.
3. Черников С.Ю., Корольков Р.В. Использование системного анализа при управлении организациями // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2014. № 2 (5). С. 16.
4. Максимов И.Б. Классификация автоматизированных рабочих мест // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 127-129.
5. Максимов И.Б. Принципы формирования автоматизированных рабочих мест // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 130-135.

Воронежский институт высоких технологий

УДК 621.3:681.3

Д.А. Вдовин, Д.Б. Крюков, А.О. Александров, Г.В. Петрухнова

АППАРАТНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫХ СИСТЕМ

Рассматривается аппаратная платформа на базе микроконтроллера ATmega16A, предназначенная для моделирования микропроцессорных систем. Имеет модульную структуру и выполнена в виде печатной платы

В настоящее время, как и в промышленности, так и в социальной, культурной и бытовой сферах жизни широко используются встроенные микроконтроллерные системы. Их основные привлекательные качества: малые габариты, высокие производительность, надежность и способность быть адаптированным для решения самых различных задач в автоматизированных системах управления.

Для получения навыков разработки и отладки микроконтроллерных систем используются электронные лаборатории

или небольшие отладочные платы типа популярной в настоящее время Arduino Uno. Электронные лаборатории с широкими функциональными возможностями являются дорогостоящими. Для небольших отладочных плат разработаны и имеются в продаже наборы стандартных элементов (светодиоды, тумблеры, кнопки, восьмисегментные индикаторы и др.), подключаемых непосредственно к портам микроконтроллера. Для моделирования сравнительно простых микропроцессорных систем имеется стандартное программное обеспечение. В настоящее время с таким функционалом увлеченно работают школьники старших классов. Будущих специалистов в области автоматизированных систем необходимо обучать разрабатывать более сложные микропроцессорные системы, например, где подключения базовых элементов к порту микроконтроллера осуществляется через буферные или сдвиговые регистры, а выбор устройства для обмена данными осуществляется через дешифратор. Для повышения качества учебного процесса разработана аппаратная платформа для моделирования микроконтроллерных систем.

Представленная в статье аппаратная платформа [1], [2] имеет модульную структуру и состоит из центрального микроконтроллера RISC-архитектуры ATmega16A и внутренних модулей базовой платы. Предусмотрены дополнительные внешние модули, подключаемые к специальному разъему базовой платы - Ethernet, JTAG для пошаговой отладки управляющей программы микроконтроллера и программатор. Подсистемы базовой платы можно условно разделить на четыре категории: модули ввода данных, модули вывода данных, модули хранения информации, модули поддержки внутренней периферии.

Для ввода данных используются три функциональных устройства - клавиатура размерностью 4x4, восьмиразрядный тумблерный регистр и подсистемы внешних прерываний. Клавиатура включает в себя 16 тактовых угловых кнопок, подключенных к центральному микроконтроллеру через параллельно-последовательные сдвиговые регистры K555ИР10. Тумблерный регистр представляет собой восемь движковых переключателей ПД9-2, имеющих два устойчивых состояния 0 и 1. Подсистема внешних прерываний состоит из четырех тактовых угловых кнопок, подключенных через схему подавлениядребезга контактов K561ЛП2.

Подсистема вывода данных представлена тремя функциональными устройствами, осуществляющими вывод данных из

центрального микроконтроллера и их визуализацию: LCD дисплеем; динамической индикацией; реализованной на основе восьмисегментных индикаторов, подключенных к микроконтроллеру через два восьмиразрядных сдвиговых регистра K555IP8; светодиодным столбом и динамиком.

Подсистема хранения информации состоит из двух функциональных устройств - энергозависимой памяти RAM и энергонезависимой памяти на базе карты MicroSD. Энергозависимая память RAM представляет собой четыре микросхемы памяти K537PY17. Адресация реализуется при помощи двух восьмиразрядных сдвиговых регистров, осуществляющих ввод адреса. Запись осуществляется при помощи сдвигового регистра K555IP8, а чтение - при помощи сдвигового регистра K555IP10. Управление картой памяти MicroSD осуществляется при помощи интерфейса SPI.

Подсистема поддержки внутренней периферии состоит из трех функциональных устройств: микросхемы MAX232 - преобразователя уровней между последовательным портом UART микроконтроллера и COM-портом компьютера, модуля для поддержки АЦП и датчика температуры DS18B20.

Подключение внутренних модулей к портам микроконтроллера осуществляется с помощью перемычек. Пользователь может выбрать интересующую его конфигурацию и реализовать ее. Кроме того, к выводам микроконтроллера достаточно легко подключать внешние периферийные устройства различной сложности. Благодаря таким возможностям можно моделировать различные достаточно сложные узлы автоматизированных систем управления и исследовать их. Использование представленной аппаратной системы также позволяет обеспечить в доступной и простой форме процесс обучения специалистов, задействованных в области разработки и наладки микроконтроллерных систем различного назначения.

Литература

1. Петрухнова Г.В., Краснощеких С.Н., Крюков Д.Б., Вдовин Д.А., Михайлузов А.В., Шамраев А.А. Учебный тренажер для изучения микроконтроллерных систем//Современные технологии в задачах управления, автомати и обработки данных: труды Межд. студенческой науч.-практ. конф. - Воронеж. ВГТУ. 2017. с.107-110

2. Вдовин Д.А., Краснощеких С.Н., Крюков Д.Б., Михайлузов А.В., Шамраев А.А., Петрухнова Г.В. Аппаратная платформа для изучения микропроцессорных систем// Прикладные задачи электромеханики, энергетики, электроники: труды Всерос. студенческой науч.-техн. конф.- Воронеж. ВГТУ. 2017. с.188-189

Воронежский государственный технический университет

УДК 681.3

Э.И. Воробьев

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

В статье рассмотрены подходы в управлении предприятием. Предлагается инновационная модель данных для задач управления.

Особенно важным для компании, работающей с системой управления предприятием, является наличие необходимого для эффективного управления и прогнозирования инструмента создания отчетности, такого, как подсистема формирования контекстно-зависимой отчетности. Основой для разработки данной системы выступает продукция компании SAP-Business Intelligence, Business Warehouse, которая полностью интегрирована в систему управления предприятием, а также является многофункциональным средством, предназначенным для планирования, составления широкого спектра отчетности, анализа данных.

В основном, при составлении отчетности основная масса специалистов использует электронные таблицы, а также средства ручного составления отчетов. Для крупного предприятия, имеющего большое количество департаментов данные методы являются громоздкими и неэффективными, в виду больших временных затрат.

Установка системы позволяет автоматизировать этот процесс, максимально исключив участие пользователей в составлении отчетов, кроме этого, работники компании получают большую оперативность в процессе анализа данных.

Решения для процессов автоматизации отчетности позволяют серьезно экономить человеческие и временные ресурсы, затрачиваемые на формирование месячных, квартальных и годовых

отчетов, дают возможность создания инструмента для анализа, планирования, прогнозирования финансовой деятельности компании, выявления наиболее значимых затрат, оценки наиболее перспективных и прибыльных секторов деятельности предприятия.

Одной из задач требуемых решения является разработка модели хранения и загрузки данных. Необходимо создать такую модель хранения данных, которая позволяла бы собрать данные из исходной системы R3, содержащие информацию о прибыли, расходах, финансовых потоков компании.

Для этого разработана модель представления данных BW, которая изображена на рисунке 1.

2015	GL501C05	Manage	InfoProvider
TRCS GL501C_I -> CUBE GL501C05	085SLNEGLY35GG...	Change	
GL501C_I	GL501C_I	Change	InfoSources
LPOA GL3015 -> TRCS GL501C_I	0JTTNQK4CYLV3...	Change	InfoSources
TRCS GL3015_O -> TRCS GL501C_I	0M1JZGBNNUOH6PT...	Change	
GL3015_O	GL3015_O	Change	InfoSources
ODSO GL301501 -> TRCS GL3015_O	00KSUHASV6HA98...	Change	
2015	GL301501	Manage	InfoProvider
TRCS GL3015_I -> ODSO GL301501	00VYY3TBVCZU63...	Change	
GL3015_I	GL3015_I	Change	InfoSources
LPOA GL1015 -> TRCS GL3015_I	0DP8M11S7ASZDW...	Change	
TRCS GL1015_O -> TRCS GL3015_I	0FUD6RATOMS9AV...	Change	
GL1015_O	GL1015_O	Change	InfoSources
ODSO GL101501 -> TRCS GL1015_O	034KEZYLSGSOQ9...	Change	
2015 (Write-Optimized)	GL101501	Manage	InfoProvider
TRCS GL1015_I -> ODSO GL101501	0CC0C98Y2VTZ18R...	Change	
GL1015_I	GL1015_I	Change	InfoSources
RDS OFI_GL_14 GA1CLNT800 -> TRCS GL1015_I	0LWTTTHA707G3W...	Change	
General Ledger (New): Line Items Leading Ledger	OFI_GL_14	Change	DataSources GA1CLNT800
02_OFI_GL_14_TD	ZPAK_0V1RKNLSA...	Execute	DataSources
02_OFI_GL_14_TF	ZPAK_EGZQY1JF9M...	Execute	DataSources
02_OFI_GL_14_TI	ZPAK_CBL0MBJC08...	Execute	DataSources
test	ZPAK_49U7ATSSIP...	Execute	DataSources

Рис. 1. Стейджинг модели данных

Инфопакет 02_OFI_GL_14_TD-служит для сбора данных из системы R3 и является объектом, с которого начинается загрузка данных. Признаки и показатели инфопакета, в которые собираются данные, представлены на рисунке 2.

Следующим шагом, на пути попадания данных в конечную цель, с помощью которой будет формироваться отчет, является трансформация RDS OFI_GL_14 GA1CLNT800-> TRCS GL10s_1

Трансформация служит для преобразования данных, полученных из системы R3 в соответствии с требованиями их представления в отчете [1]. Правила агрегации данных в трансформации представлены на рисунке 2.

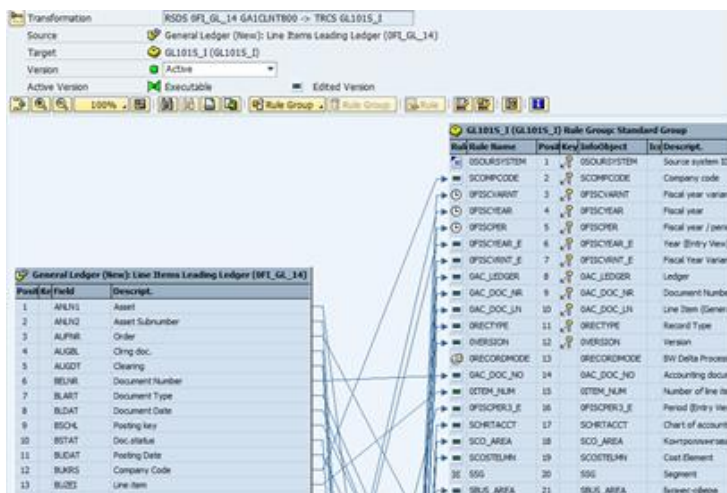


Рис.2. Правила агрегации данных в трансформации RDS 0FI_GL_14 GA1CLNT800-> TRCS GL10s_1

Следующий этап агрегации данных происходит в трансформации TRC GL101S_0->TRC GL301S_I, он изображен на рисунке 3.

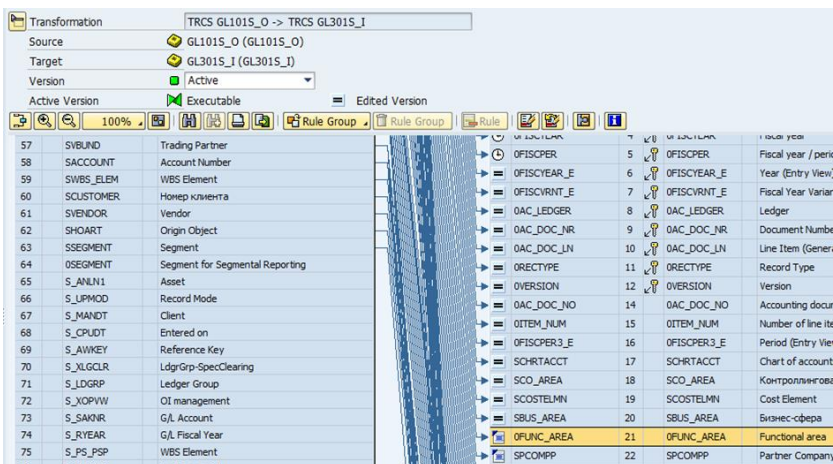


Рис.3. Правила агрегации данных в трансформации

Подсистема формирования отчетности должна аккумулировать информацию всех подразделений, входящих в предприятие или группу компаний, и всех функциональных подсистем SAP ERP, действующих на момент внедрения. Система формирования отчетности подразделяется на следующие составные части: анализ бизнес процессов, создание хранилища данных, создание отчета.

Процесс создание хранилища данных в свою очередь делится на следующие составные части: создание экстрактора данных, выбор объектов хранилища данных, создание иерархии объектов хранилища, создание цепочек загрузки данных и создание заданий [2].

Хранилище данных является относительно статичным. Оно спроектировано для оптимизации запросов на крупные объемы исторических и агрегированных данных, для поддержания в основном стратегического, а не оперативного процесса принятия решений.

Хранилище операционных данных, с другой стороны, спроектировано для поддержки большого количества запросов на небольшие объемы данных, которые часто обновляются. Оно хранит подробные данные и поддерживает процесс ежедневного принятия решений на тактическом уровне. Точные определения хранилища операционных данных бывают разными, но SAP рассматривает его как информационную среду "почти" реального времени, которая поддерживает оперативную отчетность, взаимодействуя с существующими операционными системами, хранилищами данных или аналитическими приложениями.

Литература

1. Peter Jones. SAP Business Information Warehouse Reporting: Building Better BI with SAP BI 7.0, 2006 – 376 с.
2. Bing Chen, James Hanck, SAP Data Service, 2015-524 с.

Воронежский государственный технический университет

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

В статье рассмотрена возможность повышения эффективности управления динамическими системами на основе использования аппарата нейросетевого моделирования

Динамические системы являются сложными объектами с большим количеством взаимодействующих элементов. Проблема эффективного управления такими системами является актуальной задачей в различных предметных областях, качество решения которой зависит от сложности объекта и от применяемых алгоритмов обработки информации и управления. Условия нестабильности характеристик сложных объектов и процессов, недостаточность или отсутствие информации о возмущающих воздействиях обуславливают отсутствие точной модели объекта на всем интервале управления. В свою очередь изменение и нечеткое задание значений параметров объекта в процессе функционирования системы значительно затрудняют эффективное управление всей системой. Учесть все перечисленные факторы в модели систем невозможно. Если же удастся построить сложные математические модели, точно отражающие физические соотношения между входом и выходом системы, то они могут оказаться непригодными для поставленных целей управления.

Одним из перспективных направлений, повышающих качество управления, является подход к автоматизации процесса управления, основанный на использовании нейросетевого моделирования. Это обосновано следующими положениями:

1. Нейросетевые модели рассматриваются как естественное развитие традиционной теории автоматического управления.
2. Нейронные сети способны обучаться на основе соотношений «вход - выход», поэтому они могут обеспечить более простые решения для сложных задач управления.
3. Нейронные сети имеют способность к самообучению, что исключает необходимость иметь большой объем информации для нейроконтроллеров [1].

Нейросети обладают рядом уникальных свойств, которые делают их мощным инструментом для управления: способностью к обучению на примерах и обобщению данных, способностью адаптироваться к изменению свойств объекта управления и внешней среды, пригодностью для синтеза нелинейных регуляторов, высокой устойчивостью к повреждениям своих элементов в силу изначально заложенного в нейросетевую архитектуру параллелизма.

Аналитическое описание моделей нейросетевых систем управления и алгоритмов обучения свое развитие направление получило в процессе моделирования адаптивных нейросетевых структур, процедур синтеза и функционирования [2]. Выделим следующие основные типы нейросетевых моделей, используемых для целей управления:

1. Модели нейросетевой системы с нейроэмулятором. Такие сети могут использоваться для решения задач аппроксимации временных последовательностей, классификации, распознавания образов и управления [3].

Основным преимуществом нейронных сетей является способность к обучению. Использование модели нейросети позволяет решить задачу управления объектом путем создания адаптивной системы регулирования с обучаемым нейрорегулятором (нейроконтроллером).

2. Модели нейросетевой системы с эталонной моделью [3]. В этом случае объект будет отслеживать желаемую траекторию, определенную эталонной моделью. Необходимым условием функционирования системы управления с эталонной моделью является правильный выбор тестовых входных воздействий, так как от типа тестового сигнала зависит точность настройки основной системы на эталонную модель.

3. Модели нейросетевой системы с экстремальным законом регулирования, обеспечивающим экстремальное значение некоторого функционала качества, определяемого текущим состоянием системы [4].

4. Нейросетевая система управления с прямой и инверсной моделями объекта управления. В этой системе возникают проблемы устойчивости и грубости из-за неточной реализации сетями прямой и инверсной моделей объекта управления, а если объект имеет

запаздывание, то решение проблемы невозможно из-за физической нереализуемости инверсной модели.

В настоящее время нейросетевые технологии применяются в процессах управления экономической деятельностью, деятельностью предприятия, управления экологическими системами, управлении в робототехнике и мехатронике, управлении физическими процессами и явлениями, для управления в геофизике, управления нагрузкой энергетических систем и сетей связи, управлении трафика в телекоммуникационных сетях, управление в электротехнике, управление в авиации, управления в медицине.

Для построения нейронной сети, ориентированной на решение конкретной задачи, используются процедуры формирования нейронных сетей, которые обеспечивают ввод указанных характеристик моделей нейронов и структур нейронных сетей. Проектирование нейросетей осуществляется с помощью специального программного обеспечения, называемого нейропакетами. Рассмотрим самые распространенные нейропакеты и проведем их сравнительный анализ.

Наиболее часто для проектирования нейросетей используются программы NeuroSolutions, BrainMaker Pro, NeuroPro 0.25, Process Advisor, Neural Works и NeuroShell 2. Сравним указанные нейропакеты, результаты представим в виде таблицы.

Из построенной таблицы можно сделать вывод, что наиболее мощными, универсальными и простыми в использовании являются нейропакеты NeuroSolutions, NeuroPro 0.25 и NeuralWorks Professional.

На основе результатов анализа нейросетевых моделей управления можно отметить, что повышение эффективности управления динамическими системами возможно посредством применения нейросетевого моделирования. Несмотря на подробное изложение в источниках по теории нейронных сетей разработанные на сегодняшний день структуры нейросетевых систем управления не достаточно полно решают проблему учета факторов неопределенности в системах, обеспечения работоспособности в условиях изменяющихся параметров технологических объектов управления и процессов.

Сравнительный анализ нейропакетов

Критерии сравнения	Рассматриваемые нейропакеты					
	Neuro-Solutions	Neuro-Shell 2	Neural Works	Process Advisor	Brain-MakerPro	NeuroPro 0.25
Простота использования	+	+	+	+	+	+
Наглядность представления информации	+	+	+	+	+	+
Реализованные стандартные алгоритмы обучения сети	+	+	+	+	+	+
Возможность создания собственных нейронных структур	+	-	+	+	+	+
Возможность использования собственных алгоритмов обучения	+	-	+	-	-	+
Открытость нейропакета	+	+	+	+	-	+
Генератор исходного кода	+	+	+	-	-	+
Наличие макроязыка	+	+	-	-	-	-

Поэтому, несмотря на широкое развитие нейросетевых моделей управления, можно выделить следующие группы проблем, возникающих при решении задач управления динамическими системами в условиях параметрической неопределенности:

1. Проблема выбора рациональной структуры систем с нейросетевыми моделями, обеспечивающей работоспособность системы в условиях изменяющихся параметров объекта управления.

2. Проблема выбора структуры нейросетевой модели на основе априорной информации об объекте управления для

эффективного управления при изменяющихся параметрах объекта управления.

3. Проблема использования ограниченного объема информации о нестационарном объекте управления в виде интервальных значений его параметров при разработке нейросетевой модели.

4. Проблема наращивания структуры системы с нейросетевой моделью за счет дополнительного включения в нее управляющего контроллера.

Литература

1. Питолин А.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. Учебн. Пособие. Воронеж: ВГТУ, 2007. 125с.

2. Круглов В. В., Борисов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. М.: Горячая линия – Телеком, 2002. 382 с.

3. Широков Р.В. К вопросу совершенствования искусственных нейронных иерархических систем управления сложными промышленными объектами // Компьютерная техника и технология: Сб. трудов регион. науч.-техн. конф. Ставрополь: СевКавГТУ, 2003.

4. Логовский А.С. Применение искусственных нейронных сетей для решения задач управления динамическими объектами. Автореф. дис. канд. физ.-мат. наук. М.: 1998.

Воронежский государственный технический университет

УДК 519.876.5

А.В. Родионов

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАЯТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Проведено моделирование маятниковой системы интеллектуального управления в компьютерной среде Matlab. В прикладном пакете Fuzzy Logic Toolbox выполнено пошаговое проектирование и тестирование модели обратного маятника, представленной в виде логико-лингвистического описания поведения объекта управления. Разработана и редуцирована база правил логического регулятора, стабилизирующего маятник в верхнем положении

Развитие техники и компьютерных технологий, разработка программного обеспечения, систем сбора и обработки данных

определяют значительное усложнение структуры проектируемых систем и управляемых технических объектов. В настоящее время предъявляются повышенные требования к проектированию, эксплуатации сложных технических объектов и технологических процессов, а также к управлению ими.

В случаях, когда объект управления достаточно сложен для его точного описания и существует дефицит априорной информации о поведении системы, применяются динамические системы с интеллектуальным управлением [1, 2]. Использование указанных систем ведет к более высокой степени автоматизации для сложных, плохо структурированных процессов и в ряде случаев сокращает время разработки технических систем. Одним из примеров указанных систем являются управляемые системы с логическим регулятором [3]. Знания о взаимодействии логического регулятора с объектом (процессом) управления представляются в форме правил вида: ЕСЛИ (исходная ситуация), ТО (ответная реакция). Часть ЕСЛИ (предпосылки или условия) означает сопряжение логических операций, а часть ТО (решение, вывод, заключение) представляет собой указание лингвистической величины для выходного воздействия (управляющего воздействия на объект управления) логического регулятора.

Эффективным инструментом для моделирования управляемых систем с логическим регулятором является компьютерная среда Matlab, объединяющая более 40 пакетов прикладных инженерных и математических программ [4]. Пакет Fuzzy Logic Toolbox, используемый для моделирования управляемых систем, представлен следующими этапами: моделирование, исследование и визуализация в режиме реального времени. Этот пакет состоит из встроенных GUI-модулей (модулей с пользовательским графическим интерфейсом), которые создают понятийную среду, обеспечивающую лёгкое продвижение по всем этапам проектирования управляемой системы с логическим регулятором. Перечислим основные GUI-модули пакета Fuzzy Logic Toolbox [4]:

- Fuzzy Inference System Editor (FIS) – редактор общих свойств системы с логическим регулятором; позволяет установить число входов и выходов системы, выбрать тип системы (Суждено, Мамдани), метод дефаззификации, реализацию логических операций или выполнить переход к другим GUI-модулям;

– Membership Function Editor – редактор функций принадлежности; выводит на экран графики функций принадлежности входных и выходных переменных; позволяет выбрать количество термов для лингвистической оценки входных и выходных переменных, а также задать тип и параметры функции принадлежности каждого термина;

– Rule Editor – редактор базы знаний; позволяет задавать и редактировать правила в лингвистическом, логическом и индексном форматах;

– Rule Viewer – браузер логического вывода; визуализирует выполнение логического вывода по каждому правилу, получение результирующего терм-множества и его дефаззификацию;

– Surface Viewer – визуализатор поверхности «входы-выход» управляемой системы; строит графики зависимости выходной переменной от любых двух входных переменных.

Для построения устойчивой модели перевернутого маятника воспользуемся экспертными знаниями о поведении объекта, изложенными в работе [5]. Проектирование модели основано на построении зависимости управляющего воздействия u , вырабатываемого логическим регулятором, от угла отклонения x_1 маятника от вертикали и от его угловой скорости x_2 . Для описания входных переменных x_1 и x_2 введены следующие термы: отрицательная большая (ОБ), отрицательная (О), нулевая (Н), положительная (П), положительная большая (ПБ). Переменная выхода u описывается термами: очень большая отрицательная (оБО), большая отрицательная (БО), отрицательная (О), нулевая (Н), положительная (П), большая положительная (БП), очень большая положительная (оБП). Зависимость переменной выхода от значений входящих переменных описывается лингвистическими правилами Π_i , где $i=1, \dots, 25$, вида [5]:

Π_1 : если $x_1=\text{ОБ}$ и $x_2=\text{ОБ}$, то $u=\text{оБО}$.

Зависимость переменной выхода от значений входящих переменных представлено в таблице.

Зависимость переменной выхода u
от значений входящих переменных x_1 и x_2

Угол отклонения (x_1)	Угловая скорость (x_2)				
	ОБ	О	Н	П	БП
ОБ	оБО	оБО	БО	О	Н
О	оБО	БО	О	Н	П
Н	БО	О	Н	П	БП
П	О	Н	П	БП	оБП
БП	Н	П	БП	оБП	оБП

С помощью метода функций Ляпунова выполним синтез устойчивой модели перевернутого маятника. Предполагается, что о поведении перевернутого маятника известна лишь следующая априорная информация:

- состояния модели определяются переменными x_1 и x_2 ;
- x_2 пропорционально управлению u , т.е. если u возрастает (убывает), то $\dot{x}_2$ возрастает (убывает).

Управление u зависит от x_1 и x_2 , т.е. $u = u(x_1, x_2)$. В качестве функции Ляпунова рассмотрим функцию $V(x_1, x_2) = 1/2(x_1^2 + x_2^2)$. Поскольку $V(0, 0) = 0$ и $V(x_1, x_2) > 0$, то для того, чтобы $V(x_1, x_2)$ была функцией Ляпунова, необходимо обеспечить выполнимость условия

$$\frac{\partial V(x_1, x_2)}{\partial t} = x_1 \dot{x}_1 + x_2 \dot{x}_2 = x_1 x_2 + x_2 \dot{x}_2 < 0.$$

Имеют место три случая:

1. Если x_1 и x_2 имеют противоположные знаки, то $x_1 x_2 < 0$ и заданное условие будет выполняться при $\dot{x}_2 = 0$.
2. Если x_1 и x_2 положительны, то заданное условие будет выполняться при $\dot{x}_2 = -x_1$.
3. Если x_1 и x_2 отрицательны, то заданное условие будет выполняться при $\dot{x}_2 = -x_1$.

Используя вышеприведенные рассуждения и априорную информацию о том, что x_2 пропорционально u , получим

редуцированную базу правил логического регулятора, состоящую из четырех лингвистических правил:

- P_1 : если $x_1 = \Pi$ и $x_2 = O$, то $u = H$.
 P_2 : если $x_1 = O$ и $x_2 = \Pi$, то $u = H$.
 P_3 : если $x_1 = \Pi$ и $x_2 = \Pi$, то $u = \text{БП}$.
 P_4 : если $x_1 = O$ и $x_2 = O$, то $u = \text{БО}$.

Проведем пошаговое проектирование и тестирование синтезированной модели перевернутого маятника (1), используя GUI-модули пакета Fuzzy Logic Toolbox. В общих свойств системы представим общую информацию об управляемой системе: количество входных переменных, переменная выхода, алгоритм Мамдани (рис. 1).

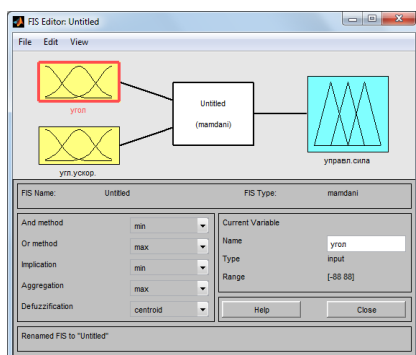


Рис. 7. Окно редактора FIS Editor

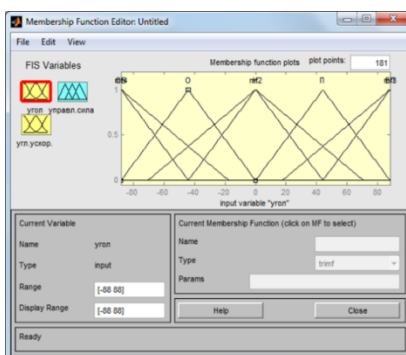


Рис. 8. Окно редактора Membership Function Editor

С помощью модуля Rule Editor сформируем функции принадлежности для переменных. На рис. 2 показано окно редактора функций принадлежности, в частности для входящей переменной – угол отклонения введены термы (ОБ, О, Н, П, ПБ) и определен вид функции принадлежности (треугольный вид). Аналогичные действия проведены для переменных x_2 и u .

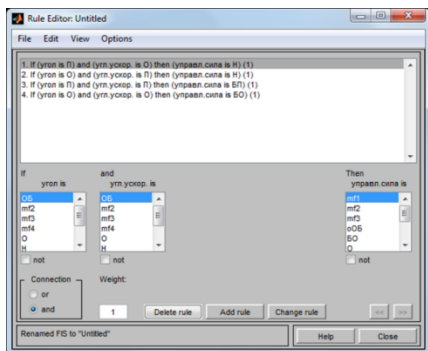


Рис. 9. Окно редактора Rule Editor

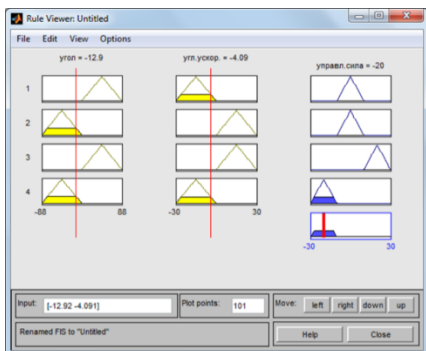


Рис. 10. Окно редактора Rule Viewer

Формирование базы правил логического регулятора модели (1) проведено с помощью модуля Rule Editor и представлено на рис. 3. Визуализация логического вывода осуществляется с помощью модуля Rule Viewer, который для каждого правила иллюстрирует ход логического вывода, нахождение результирующего нечеткого множества и процесс дефаззификации, т.е. позволяет увидеть числовые значения входящих переменных и переменной выхода (рис. 4). С помощью построенной модели и модуля Rule Viewer можно решать задачу интерполяции.

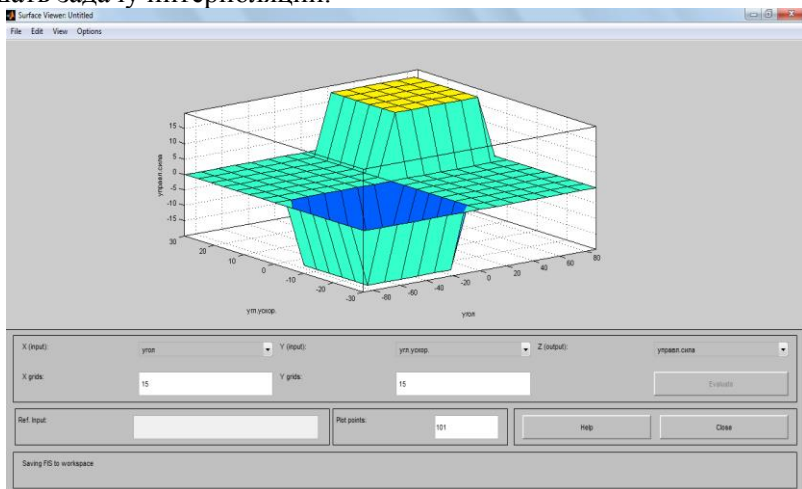


Рис. 11. Окно модуля Surface Viewer

Результат отображения входов в выход синтезированного логического регулятора можно представить в виде полилинейной гиперповерхности с помощью встроенного визуализатора поверхности (рис. 5). Полученная поверхность характеризует функционирование логического регулятора для возможных значений лингвистических переменных.

Отметим достоинства моделирования маятниковой системы интеллектуального управления с помощью пакета Fuzzy Logic Toolbox:

- для проектирования управляемой системы нет необходимости в наличии дифференциальной модели, описывающей динамику изучаемого процесса, управление осуществляется с помощью правил вида *если ... то*;

- логические регуляторы, относящиеся к классу обучаемых, сохраняют высокую работоспособность в условиях помех и погрешностей измерения, в отличие от линейных регуляторов, и достаточно быстро настраиваются на изменяющиеся внешние воздействия, малые вариации нечетких множеств, определяющих выбор состава и вида терм, оказывают слабое влияние на показатели качества системы;

- моделирование управляемых систем с логическими регуляторами на основе экспертных данных сокращает время их разработки, характеризуется простотой выполнения. Экспертные знания легко внедрить в системы с помощью логических регуляторов, что позволяет быстро создавать прототипы изделий, процессов, механизмов с понятными для человека алгоритмами функционирования.

Таким образом, в данной работе проведено тестирование маятниковой системы интеллектуального управления с помощью пакета Fuzzy Logic Toolbox. Система тестирования правил позволяет в реальном времени изменять значения входящих переменных и получить значения переменных выхода.

Литература

1. Васильев С.Н. К интеллектуальному управлению // Нелинейная теория управления и ее приложения. – М.: Физматлит, 2000. – С. 57–126.
2. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.

3. Дружинина О.В. Моделирование и стабилизация динамических систем с логическими регуляторами (препринт) / О.В. Дружинина, Е.В. Игонина, О.Н. Масина // Сообщения по прикладной математике. – М.: ВЦ РАН, 2015. – 68 с.
4. Штовба С.Д. Проектирование нечётких систем средствами MATLAB. – М.: Телеком, 2007. – 288 с.
5. Ротштейн А.П. Идентификация нелинейных объектов нечеткими базами знаний / А.П. Ротштейн, Д.И. Кательников // Кибернетика и системный анализ, 1998. – №5. – С. 53–61.
6. Игонина Е.В. Сравнительный анализ подходов к исследованию устойчивости перевернутого маятника // Труды Института системного анализа Российской академии наук. Динамика неоднородных систем, 2010. – Т. 53(4). – С. 90–96.
7. Игонина Е.В. Исследование устойчивости и компьютерное моделирование маятниковой системы управления // Материалы I школы-семинара молодых ученых «Фундаментальные проблемы системной безопасности» (г. Елец, 20–22 ноября 2014). – Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2014. – С. 93–99.
8. Игонина Е.В. О построении моделей и методах изучения устойчивости маятниковых систем интеллектуального управления // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня рождения профессора А.А. Шестаков (2–3 апреля 2015). – Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2015. – С. 164–170.
9. Дружинина О.В., Масина О.Н. Методы анализа устойчивости динамических систем интеллектуального управления. – М.: ЛЕНАНД, 2016. – 248с.
10. Родионов А.В. Анализ устойчивости нелинейных систем с помощью метода линеаризации // Системы управления, технические системы: устойчивость, стабилизация, пути и методы исследования: материалы научно-практического семинара молодых ученых и студентов – Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2017. – С. 61–65.
11. Родионов А.В. Исследование устойчивости нелинейных систем с помощью метода линеаризации // Системы управления, технические системы: устойчивость, стабилизация, пути и методы исследования: материалы Международной научно-практической конференции. – Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2016. – С. 234–240.

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СОЦИОТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ТЕОРЕТИКО-ИГРОВЫХ МЕТОДОВ И МУЛЬТИАГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Рассматриваются теоретико-игровой и мультиагентный подходы к принятию решений в социотехнических объектах. Предложены различные методы автоматизации принятия решений

В настоящее время со стороны исследователей проявляется всё больший интерес к созданию сложных гибридных систем функционирования технических объектов различной природы. Гибридные системы помогают эффективнее описать параметры и адекватность системы за счет подбора различного, подходящего в заданной предметной области математического аппарата.

Одним из классов подобных задач является принятие решения в социотехническом объекте — это технический объект, элементы которого являются активными и способны самостоятельно принимать решения на основе собственных целей и в зависимости от параметров состояний внешней и внутренней сред. В силу самостоятельного принятия решения элементами системы возможны конфликтные ситуации между ними. Примеры социотехнических систем можно встретить в сфере медицины, ликвидации ЧС, экономики и др.

Классическим подходом к формированию правил взаимодействия игроков (для матричных игр — формирование платежной матрицы) является совмещение стратегий двух игроков путем рассмотрения их взаимодействия «каждой стратегии с каждой». Таким образом в общем случае требуется выделение стратегий игроков и поиск выигрыша каждого из них. Данный подход является достаточно трудоемким. Дело в том, что каждую такую стратегию можно представить в виде сценария некоторых действий игроков, причем глубина рассматриваемых действий зависит от проектировщика. При данном подходе по мере накопления информации происходит уточнение сценария стратегии, однако так же увеличивается и трудоемкость расчета взаимодействия с сценарием другого игрока. Одним из выходов является введение динамической

составляющей, устанавливающую очередность выполнения действий игроков.

Будем рассматривать не стратегии игроков, а максимизацию их критериев. Соответственно, результат реализации взаимодействия стратегий игроков должен быть оценен для каждого игрока по некоторым критериям. В этом случае имеет место перечень критериев каждого из игроков.

Суть рассмотрения стратегии игрока как критерия заключается в следующей интерпретации: игроку необходимо сформировать такую стратегию, которая при реализации учитывала бы только один выбранный критерий с максимальным значением. Другими словами, в случае с матричной игрой, платежная матрица строится из чистых стратегий, каждая из которых отражает максимальный эффект по выбранному критерию из заданного допустимого интервала изменения значений.

Тогда в случае смешанного расширения игры, получаем вероятности применения игроками своих критериев, что можно интерпретировать как: требуется сформировать такую стратегию, которая отражала бы полученный эффект на основе результирующих значений критериев. Другими словами, например, критерий «прибыль» в вероятностном представлении составил 0,8, тогда требуется сформировать такую стратегию, где прибыль не превышала бы 80% от максимального планируемого значения.

На основе изложенного формулируем алгоритм процедуры формирования правил взаимодействия игроков.

1°. Определить критерии оценки результирующего взаимодействия игроков.

2°. Определить приемлемый диапазон изменения значений критериев.

3°. Определить правила, где i -й критерий является i -ой стратегией.

4°. Сформировать функцию взаимодействия игроков, исходя из максимальных значений учитываемых критериев.

При реализации шага 4° функция взаимодействия в общем виде примет вид:

$$a_{ij} = f(S_i^x(\max(L_i)), S_j^y(\max(L_j))). \quad (1)$$

Процесс поиска равновесия при этом остается стандартным. Однако с учетом предложенного подхода появляется возможность рассмотреть функцию полезности для каждого игрока:

$$U = f(k_1, k_2, \dots, k_n), \quad (2)$$

где n – количество критериев.

Соответственно, поиск равновесия возможно строить на основе функции полезности. Следует заметить, что функция полезности для каждого из игроков в общем случае будет разной, соответственно, имеет место игра с ненулевой суммой.

В условиях неопределенности для описания распределения ресурсов целесообразно использовать аппарат игр с природой. Стратегиями центра являются планы распределения ресурсов между предприятиями, которые включают оценку производственных возможностей, эффективность проектов, положение предприятия на рынке и прочее, что обозначим как вектор X . Возникает задача оценки предприятий на устойчивость в зависимости от возможных условий внешней среды. Элементом платежной матрицы является функция выигрыша центра в случае вложения средств в i -й план при условии наступления j -го сценария состояния внешней среды. Параметры состояния внешней среды обозначим как Y . К этим параметрам относятся показатели уровня конъюнктуры, спроса, цены товара и прочее.

Тогда имеем игру $\Gamma(a, p, q)$, которая описывается выигрышами платежной матрицы (a), вероятностью применения центром своей стратегии (p) и вероятностью наступления конкретного сценария (q). Платежная матрица имеет вид:

$$A = \begin{pmatrix} f(X_1, Y_1) & \dots & f(X_1, Y_j) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f(X_i, Y_1) & \dots & f(X_i, Y_j) \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Сложность вычислений заключается в неопределенности отклонений оценки стратегий при определенных условиях внешней среды. В этом случае необходимо создать базу знаний на основе производственной модели, с помощью которой будет определяться каждый элемент матрицы выигрышей центра в зависимости от параметров векторов X и Y .

Произдукция имеет вид:

$$\text{ЕСЛИ } \textit{antec}_j \text{ ТО } \textit{conseq}_j, \quad (4)$$

где $\textit{antec}_j$ – посылка j-й продукции, $\textit{conseq}_j$ – следствие продукции.

Посылка и следствие правила имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} \textit{antec}_j &\triangleq g_{j1} \text{ И } g_{j2} \text{ И } \dots \text{ И } g_{jq}, \\ \textit{conseq}_j &\triangleq h_{j1} \text{ И } h_{j2} \text{ И } \dots \text{ И } h_{jt}, \end{aligned} \quad (5)$$

где g_{jq} – q-я элементарная посылка j-й продукции,

h_{jt} – t-я элементарное следствие j-й продукции.

В некоторых случаях использование теоретико-игрового подхода недостаточно (результат моделирования не является адекватным) или поиск равновесия является сложной оптимизационной задачей, требующей гораздо большей трудоемкости и увеличения вычислительных издержек.

Рассмотрим мультиагентный подход взаимодействия игроков для социотехнических объектов. Агент представляет собой активный элемент системы, способный к самостоятельному принятию решения на основе анализа состояния среды и собственных стратегий поведения.

Будем рассматривать, что агент обладает определенными разнородными ресурсами. При этом полезность каждого из ресурсов для отдельного агента может быть различной относительно другого агента. Тогда имеет место функция полезности для каждого агента.

При этом следует разделить понятие центра и природы. Центр – один из агентов, распределяющий внутренние ресурсы системы. Природа – внешняя или внутренняя среда рассматриваемой системы, представляющая собой набор показателей, на которые реагируют агенты при принятии своих решений.

Функция полезности является своего рода активационной функцией при взаимодействии агентов. Агенты обмениваются выделенными ресурсами в случае совпадения ожиданий по функции полезности:

$$U_{\text{предложения}} \leq U_{\text{спроса}}. \quad (6)$$

То есть когда агент отдает меньше, чем приобретает для себя в заданных условиях (параметры игроков, внутренние и внешние параметры системы).

В общем виде функция полезности представляется следующим образом:

$$U = f(R, K, \Omega_{INT}, \Omega_{EXT}, A, Z), \quad (7)$$

где R – вектор рассматриваемых ресурсов;

K – вектор критериев агента;

Ω_{INT} – вектор внутренних параметров системы;

Ω_{EXT} – вектор внешних параметров системы;

A – вектор индивидуальных параметров агента;

Z – штраф за взаимодействие (при наличии).

Для моделирования агентного взаимодействия необходимо разработать имитационную модель, особенностью которой будет являться событийный подход. Событие – это действие элемента(-ов) системы, приводящее к изменению параметров элементов системы, в которой принимаются решения. Реализация события означает возможность изменения значений параметров элементов системы, в том числе, определяющие поведение агента, а также исполнение функций (скриптов), определяющие поведение элемента системы.

Пусть задано дискретное время моделирования с определенным шагом t . Имеется база данных, представляющая собой буфер для хранения всех показателей природы и агентов. Имеется перечень событий, которые могут произойти в системе в определенное (или случайное) время t . Если событие происходит в случайное время, то имеет место диапазон изменения времени для данного события.

Представленный подход определяет имитационную модель социотехнического объекта в условиях риска. Данный подход можно расширить путем усложнения правил взаимодействия агентов. Суть в том, что агенты могут взаимодействовать друг с другом на основе теоретико-игрового подхода. Соответственно, в этом случае необходимо формирование стратегий агентов для принятия ими решения. В данной модели хорошо применим подход формирования стратегий, предложенный выше в первой части настоящей статьи. Далее при моделировании задается вероятность применения агентом своих стратегий и расчет продолжается по приведенному выше алгоритму процедуры мультиагентного моделирования.

Строго говоря, в системе возможен поиск равновесия между двумя и более агентами. В этом случае в целях снижения количества итераций имитационной модели предлагается входные параметры всех рассматриваемых агентов указывать на входе роевого алгоритма.

Воронежский государственный технический университет

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАНОНИЧЕСКОГО МЕТОДА РОЯ ЧАСТИЦ И ЕГО FIPS-МОДИФИКАЦИИ

В статье приводится сравнение канонической версии метода роя частиц и его FIPS-модификации по таким параметрам, как время решения и число итераций, необходимых для поиска экстремума

Метод роя частиц (PSO) в настоящее время достаточно эффективно применяется для решения безусловных задач глобальной оптимизации. Для него разработано множество модификаций, одной из которых является метод роя частиц с полной информацией (FIPS).

В каноническом методе роя частиц, итерации выполняются по следующей схеме:

$$V_{i,t+1} = \alpha V_{i,t} + U[0, \beta] \otimes (X_{i,t}^b - X_{i,t}) + U[0, \lambda] \otimes (X_{g,t} - X_{i,t}),$$

$$X_{i,t+1} = X_{i,t} + V_{i,t+1}$$

В данной схеме $V_{i,t}$ и $X_{i,t}$ - векторы скоростей и координат i -й частицы на t -й итерации, соответственно, $U[a, b]$ - n -мерный вектор случайных чисел равномерно распределенных на интервале $[a, b]$; $\otimes$ - символ покомпонентного умножения векторов; $X_{i,t}^b$ - вектор координат частицы P_i с наилучшим значением целевой функции за все время поиска; $X_{g,t}$ - вектор координат наилучшей соседствующей с данной частицы в данный момент времени; α, β, γ - свободные коэффициенты алгоритма.

Как можно заметить, вычисление новых координат зависит только от лучшей частицы в рое.

В итерационной схеме метода FIPS координаты частиц вычисляются по формуле (1), а скорости частиц определяются по формулам:

$$V_{i,t+1} = \alpha(V_{i,t} + \varphi \otimes (Y_{i,t}^g - X_{i,t})),$$

$$\varphi = U[0, \beta] + U[0, \gamma],$$

$$Y_{i,t}^g = \frac{\sum_k (\varphi_k \otimes X_{k,t}^b)}{\sum_k \varphi_k}, \quad k \in \hat{N}_i,$$

$$\varphi_k = U[0, \beta/N_i],$$

где $\hat{N}_i$ - множество номером частиц, с которыми связана i -я частица (определяется используемой топологией), N_i - количество элементов множества $\hat{N}_i$.

Таким образом, метод FIPS при пересчете скорости каждой частицы использует координаты не одной лучшей, а всех частиц, связанных с данной. Например, при использовании топологии полной связи множество $\hat{N}_i$ будет содержать все вершины роя, кроме i -й.

Для сравнения методы PSO и FIPS были реализованы средствами Mathcad для трех топологий: полностью связанной, «кольцо» и тороидальной. Для тестирования методов был использованы стандартные тестовые функции, приведенные в табл. 1.

Таблица 1
Тестовые функции для оптимизации

Название	Формула	Область поиска
Функция Химмельблау	$f(x, y) = (x^2 + y - 11)^2 + (x^2 + y - 7)^2$	$[-\infty; \infty]$
Функция Экли	$f(x, y) = -20e^{-0.2\sqrt{0.5(x^2+y^2)}} - e^{0.5(\cos 2\pi x + \cos 2\pi y)} + e + 20$	$[-5; 5]$
Функция Розенброка	$f(x) = \sum_{i=1}^{n-1} [100(x_{i+1} - x_i^2)^2 + (x_i - 1)^2]$	$[-\infty; \infty]$
Функция Растригина	$f(x) = An + \sum_{i=1}^{n-1} [x_i^2 - A \cos 2\pi x_i]$	$[-5.12; 5.12]$
Функция Исома	$f(x, y) = -\cos x \cdot \cos y \cdot e^{-((x-\pi)^2 + (y-\pi)^2)}$	$[-100; 100]$

В качестве сравниваемых данных используется время поиска в секундах (Т) и количество итераций, после которых был достигнут минимум (С).

В табл. 2-6 приведены результаты проведенной оптимизации. Все тесты проводились с различными входными параметрами (применимо для каждой вышеупомянутой функции в отдельности), такими как, количество частиц в рое, начальный интервал поиска, начальная скорость, точность.

Таблица 2
Результаты оптимизации для функции Химмельблау

Топология	PSO		FIPS	
	Т	С	Т	С
Полная связь	0.011	31	0.832	378
Кольцо	0.011	52	0.084	38
Тороидальная	0.006	13	0.087	37

Таблица 3
Результаты оптимизации для функции Экли

Топология	PSO		FIPS	
	Т	С	Т	С
Полная связь	0.031	79	0.642	274
Кольцо	0.03	100	0.016	7
Тороидальная	0.033	75	0.157	64

Таблица 4
Результаты оптимизации для функции Розенброка

Топология	PSO		FIPS	
	Т	С	Т	С
Полная связь	0.068	58	0.842	283
Кольцо	0.08	87	0.121	36
Тороидальная	0.049	53	0.134	44

Таблица 5
Результаты оптимизации для функции Растригина

Топология	PSO		FIPS	
	Т	С	Т	С
Полная связь	0.004	15	0.722	251
Кольцо	0.691	101	6.279	36
Тороидальная	0.052	48	0.171	48

Таблица 6

Результаты оптимизации для функции Исома

Топология	PSO		FIPS	
	Т	С	Т	С
Полная связь	0.278	54	4.928	619
Кольцо	0.286	112	7.045	41
Тороидальная	0.318	58	7.894	45

Проанализировав результаты, можно сделать выводы, что метод роя частиц в своей исходной форме (PSO) менее трудозатратен, а, следовательно, имеет меньшее время выполнения, чем FIPS. Также FIPS очень сильно зависит от выбранной топологии. Однако он также имеет ряд преимуществ перед оригиналом. Во-первых, это быстрая сходимость. При одинаковых условиях, количество итераций в методе FIPS, в большинстве случаев, в разы меньше. Во-вторых, метод получает точный результат при меньшем количестве частиц, чем канонический метод. Однако, следует учитывать, что у метода есть особенность – тенденция его сходимости к центру начального положения частиц. Поэтому рекомендуется использовать асимметричное начальное расположение частиц.

Литература

1. Kennedy J, Eberhart R. C. Particle Swarm Optimization // Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks. 1995. – p. 1942-1948.
2. Карпенко А.П. Глобальная безусловная оптимизация роем частиц на графических процессорах архитектуры CUDA / А.П. Карпенко, Е.Ю. Селиверстов // Наука и образование: электронное научно-техническое издание. - 2010. - №4.
3. Medina A., Pulido G.T., Ramírez-Torres G. Comparative Study of Neighborhood Topologies for Particle Swarm Optimizers // Proceedings of the International Joint Conference on Computational Intelligence. 2009. - p. 53-65.
4. Palade V., Sun J., Wu X.J. Random Drift Particle Swarm Optimization // IEEE Transactions on Industrial Informatics. 2014. p. 6-8.

Воронежский государственный технический университет

МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ОБУЧАЮЩИХСЯ НА УРОКАХ ФИЗИКИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В статье рассматриваются проблемы развития творческого потенциала у обучающихся старших классов школы при изучении физики. Предлагается модель повышения качества творческой подготовки по учебной дисциплине на основе использования информационных технологий

Под целью в образовании понимается предвосхищаемый результат - образовательный продукт, который должен быть реальным, конкретным. И все таки, целеполагание является достаточно серьезной проблемой современного урока. Цель- это то, к чему стремятся, что надо осуществить. Стратегические, глобальные цели образования изложены в законе РФ «Об образовании», в Национальной доктрине образования, в концепции модернизации российского образования и других документах.

Тема моего выступления может предусматривать глобальную проблему- научить учеников физике с применением информационных технологий с элементами дистанционной поддержки и с учетом индивидуальных особенностей обучающихся, для развития творческого потенциала.

Хотя и таким образом поставленная цель имеет достаточно расплывчатую формулировку. Поэтому сформулирую цели, которые ставлю перед собой для решения поставленной проблемы: выбрать из существующих информационных технологий направления обеспечивающие личностно- ориентированный подход обучения; способствовать развитию технического и практического мышления; пробудить интерес к самостоятельному решению задач, к анализу нестандартных ситуаций, к самостоятельному изучению дополнительного материала.

Если учитель искренне желает помочь своим ученикам адаптироваться в образовательной среде, он просто обязан оказать им педагогическую и дидактическую поддержку. Говоря о педагогической поддержке, я имею в виду создание особой

коммуникативной среды, в которой учитель и его ученики выступают как союзники, как равноправные партнеры, носители разного, но необходимого опыта. И в этом партнерстве учителю принадлежит ведущая роль, потому что за ним - знания.

Среди дидактических материалов, я бы выделила карту сопровождения- своеобразный образовательный путеводитель то теме или по материалу четверти(все зависит от индивидуальной работы с обучающимся). Карта сопровождения есть у каждого обучающегося, который обучается индивидуально с использованием дистанционной поддержки, у обучающегося, готовящегося к различного уровня олимпиадам или экзаменам. Работа с такой картой сопровождения, с моей точки зрения, позволяет учащимся спланировать свою учебную деятельность, увидеть перспективу, выделить главное в изучаемом материале.

Но обо всем по порядку.. Конечно , есть личный сайт, создание которого является нормой для учителя в наше время. Обратившись к страничкам которого , обучающиеся могут найти много интересно по изучаемым темам. На сайте периодически проводятся семинары с развитием творческих способностей обучающихся, которые конечно являются заочными и обучающийся имеет возможность обратной связи с учителем(отправив работу по предложенной почте или задав нужный вопрос). И конечно для слабоуспевающих обучающихся это возможность получить дополнительную оценку.

Зная тягу молодежи к социальным сетям , я не могла упустить такую возможность и в контакте создала беседу отдельно для 10 и 11 классов, что позволило проводить кое какие зачетные работы и поддерживать интерес к физике даже у слабоуспевающих обучающихся. Такие встречи в интернете позволили выйти на новый уровень общения с обучающимися. Предлагая нестандартные вопросы, создавая проблемные ситуации по темам , которые требуют расширенной подготовки, я позволила творчески импровизировать в ответах и сразу выяснилось –работают обучающиеся с учебником или нет.

Ну и конечно на страничке своего сайта и в контакте размещены опорные конспекты, которыми мы пользуемся начиная с 9 класса и как показала практика, которые являются хорошим помощником после поступления в институт . Обучающиеся сами находят на нужной странице эти конспекты, распечатывают и пользуются на уроках, пополняя их запас по рекомендации учителя. Для тех же кто сам не может найти, появляется возможность дополнительного

контакта с одноклассниками или старшими классами по поиску ссылки.

Нельзя не отметить достоинства программы Skype, при помощи которой проходит важный этап общения при подготовке к олимпиадам и конференциям.

Для более младших классов, которые только начали знакомство с физикой, я предлагаю творчески проявить себя в написании сказок, содержащих элементы физических знаний, уже полученных на уроках. А в 8 классе- это творческие работы связанные с ответами на проблемные вопросы и сопровождение их рисунками или аппликациями по усмотрению.

Я придерживаюсь мысли о том, что дети должны воспитываться красотой, поэтому даже цветочные горшки в кабинете физики мы с моим 10 а сделали веселыми, чтобы время, проведенное в кабинете № 24 не было в тягость.

Конечно все эти приемы и способы для активации обучающихся при изучении физики требуют временных затрат, но это стоит того! Ведь если ты остался работать в школе, значит тебе не безразличен каждый маленький человечек, ждущий от тебя знаний и верящий в тебя...

И в ответ медикам на заявление: «Нет здоровых людей, есть недообследованные» мы можем с уверенностью сказать, что дети все талантливые, но иногда откапывать этот талант приходится ну очень долго, ибо зарыт он ну очень глубоко.

Литература

1. Д.В. Иванов. УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ ТВОРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА АБИТУРИЕНТОВ В РАМКАХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ЦИКЛА В ВУЗЕ / Иванов Д.В., Тишуков Б.Н. // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн: Материалы II Международной научно-практической конференции. Тамбов.: ТГТУ, 2016. С. 365-367.

2. Д.В. Иванов. РАЗВИТИЕ И МОДЕРНИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ / Иванов Д.В., Тишуков Б.Н., Тишукова Н.А. // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн: Материалы Международной научно-практической конференции. Тамбов.: ТГТУ, 2015. С. 292-295.

МБОУ СОШ № 19, г.Воронеж

СОЗДАНИЕ РЕЛЯЦИОННОЙ СУБД И ЕЕ ИНТЕГРАЦИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННУЮ СИСТЕМУ ПО ВЕДЕНИЮ УСПЕВАЕМОСТИ В ВУЗЕ

В статье рассматривается процесс моделирования базы данных образовательной деятельности. Приводится описание процесса ее интеграции в автоматизированную систему по ведению успеваемости в ВУЗе.

Весь окружающий нас мир состоит из предметов. Любое событие или ситуацию можно рассматривать как результат взаимодействия определенного числа предметов, обладающих фиксированным набором свойств. База данных помогает систематизировать и хранить информацию из определенной предметной области, облегчает доступ к данным, поиск и предоставление необходимых сведений.

Рассмотрим такую предметную область как «Успеваемость студентов».

Для решения этой задачи использование алгоритмических языков неуместно. Именно для этой цели служит система управления базами данных (СУБД) - комплекс языковых, программных и технических средств, предназначенных для организации взаимодействия пользователя и БД. Эти системы не привязываются к решению конкретных проблем. В них автоматизированы стандартные процедуры, необходимые для работы с базами данных, а т.к. время не стоит на месте, то в каждой новой версии или новом варианте СУБД реализовано все большее количество подобных процедур.

В БД «Успеваемость» должны храниться данные о студентах, специальностях студентов, об оценках студентов по различным дисциплинам, о преподавателях и т.д. Мы же ограничимся данными о студентах, их факультетах, специальностях и об оценках студентов по различным дисциплинам. Далее определим сущности, атрибуты сущностей и основные требования к функциям БД.

В рамках сформулированной цели и решения конкретных задач можно выделить следующие типы сущностей и их свойства:

– Студент. По всем студентам должна храниться следующая информация: код студента, код факультета, код специальности, год

поступления, фамилия, имя, отчество, а также номер зачетной книжки.

–Факультеты. Для факультетов должна храниться информация: код факультета, название.

–Специальности. Обо всех специальностях должна храниться информация: код специальности, название и код факультета.

–Преподаватели. Содержит информацию такую как код преподавателя, фамилия, имя и отчество.

–Ведомость. Здесь хранится информация: код ведомости, учебная дисциплина, оценка, дата, код преподавателя и вид отчетности.

Для удобства разработки клиент-серверного приложения нам необходимо представить его в виде отдельно функционирующих модулей.

Ниже представлена модульная структура приложения (рисунок 1).

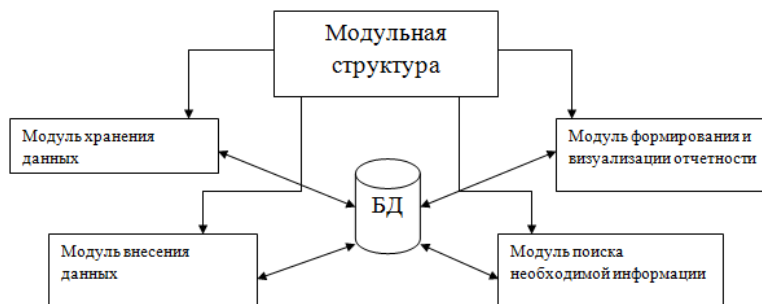


Рис. 1. Модульная структура приложения

Клиент-серверное приложение предполагает выполнение следующих функций, взаимодействуя с БД:

- Выполнение авторизации;
- Хранение данных о студентах;
- Добавление студентов в систему;
- Хранение данных об успеваемости ;
- Хранение информации об учебных дисциплинах;
- Добавление данных об успеваемости;
- Поиск информации о студенте;

- Сортировка данных;
- Составление итоговой ведомости.

Основные требования, которым должна соответствовать БД:

- 1) Выбор успеваемости студента по дисциплинам с указанием общего количества часов и вида отчетности;
- 2) Выбор успеваемости студентов по группам, факультетам и дисциплинам;
- 3) Выбор дисциплин, изучаемых группой студентов на определенном факультете.

Проанализировав предметную область, можно выделить следующие отношения (логические связи) между сущностями.

Между сущностью Студент и Специальность необходимо установить такую связь, чтобы каждому студенту соответствовала специальность, на которой он обучается, и на одной специальности может обучаться много студентов (связь один ко многим).

Логическая связь между сущностями Факультет – Студент определена как один ко многим, вследствие того, что на факультете имеется много студентов, и каждый студент входит в состав одного факультета.

Логическая связь между сущностями Дисциплины – Ведомость определена как один ко многим, т.к. по каждой дисциплине может быть несколько видов отчетности (например, курсовая работа и экзамен) и выставлено несколько оценок разным студентам.

Логическая связь Преподаватель – Ведомость определена аналогично связи Дисциплины – Ведомость.

На основе вышеизложенного материала составляем логическую модель данных информационной системы «Успеваемость студентов», которая представлена на рисунке 2.

При проектировании БД, например, в Microsoft SQL Server необходимо указывать типы данных в сущностях. Основные наиболее используемые типы данных можно выделить такие как int-целочисленный тип и varchar-строковый тип с переменной длиной.

В заключении стоит отметить, что данная система может автоматизировать такие процессы как, авторизация пользователя, модификация данных о студентах и их успеваемости, сортировка данных, оперирование отчетами в MSExcel, а также обеспечить хранение всей необходимой информации, что помогает облегчить формирование итоговой ведомости, поиска нужного студента и его

успеваемости. Клиент-серверное приложение должно уменьшить, как трудовые, так и временные ресурсы.

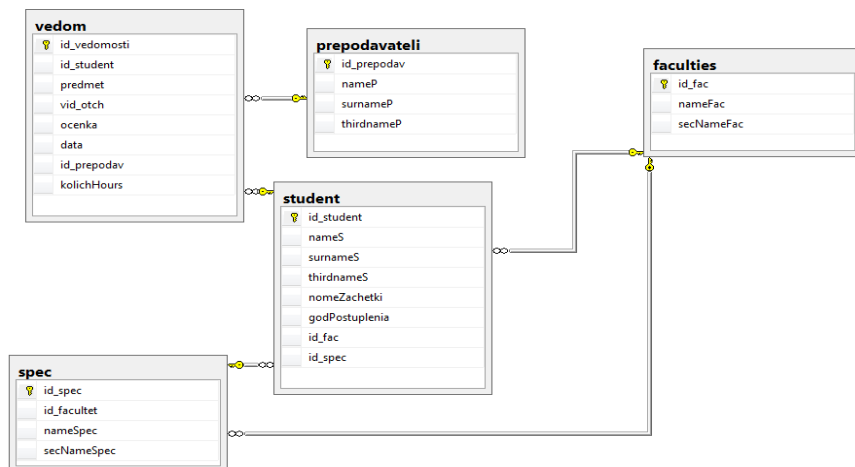


Рис. 2. Логическая модель БД

Литература

1. Т. Конолли. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. Третье издание. 2014.
2. К. Дж. Дейт. Проектирование баз данных. Пятое издание. 2005.

Воронежский государственный технический университет

УДК 681.3

С.Г. Корчагин, О.Г. Яскевич, С.И. Короткевич

НМВС ПАТТЕРН ПРОГРАММИРОВАНИЯ КАК ПАТТЕРН ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОПТИМИЗИРОВАННЫХ И СЛАБО СВЯЗНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

В статье рассматриваются вопросы практического применения НМВС паттерн программирования, а также принципы построения на основе данной технологии оптимизированных и слабо связанных автоматизированных систем

В настоящее время обретает распространение HMVC паттерн программирования. Обусловлено это тем, что у MVC паттерна есть свои проблемы, с которыми всё чаще стали сталкиваться разработчики, решением данного вопроса является использование привычных триад Модель – Представление – Контроллер в качестве слоёв в «иерархии родитель-потомок».

Принцип работы HMVC паттерна выглядит следующим образом:

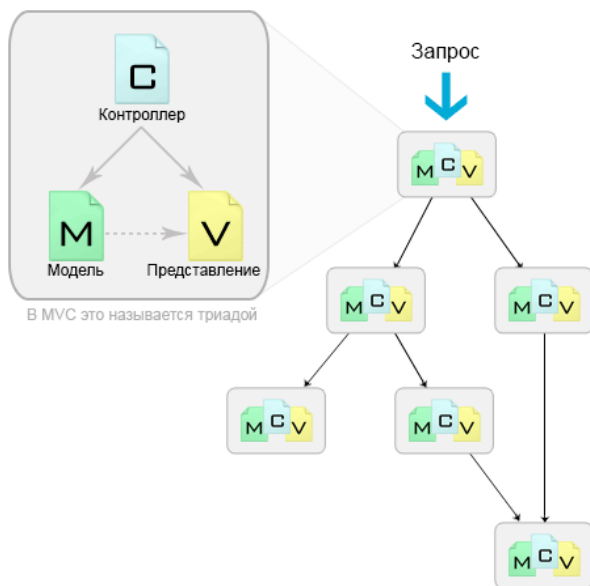


Рис. 1. Принцип работы HMVC паттерна

Ключевыми преимуществами HMVC при разработке приложения являются:

1. Модульность: зависимость между различными частями системы уменьшается, что позволяет просто и быстро убрать или добавить модуль;
2. Организация: для каждого модуля в системе создаётся собственный каталог, что в будущем упрощает работу с уже готовой системой;

3. Повторное использование: практически любой модуль системы можно будет использовать при новой разработке;

4. Расширяемость: система становится доступнее для расширения функционала без потери лёгкости в её поддержке.

Важно отметить, что каждая триада приложения работает независимо от других, а взаимосвязь между ними осуществляется через их контроллеры. В случае необходимости, система может быть распределена по нескольким местам для ускорения работы. Также использование триад позволяет глубже и тщательнее проработать систему на этапе разработки, избежав ряда недочётов и проблем в будущем развитии и эксплуатации разрабатываемого продукта.

Теоретически, можно использовать обычный MVC паттерн и реализовать весь необходимый функционал. На практике, на этапе разработки появляется ряд проблем:

1. Увеличение количества явных зависимостей: представление и контроллер зависят более чем от одной модели, а от одной модели зависят более одного представления и контроллера;

2. Для отображения данных из разных моделей часто появляется необходимость использовать представление, созданное специально для них, но это не представляется возможным в классическом MVC и приходится для разных частей приложения писать примерно одинаковый контроллер и также строить аналогично их представление, а это сказывается на быстродействии и оптимизации системы;

3. Иногда действия надо выполнить не над одной моделью, а над несколькими одновременно. Например, при удалении пользователя надо удалить все его статьи и комментарии. В результате приходится создавать контроллер, который описывает операции не только над моделью, к которой он относится (в примере — пользователи), но над моделями, к которым непосредственного отношения он не имеет. Таким образом появляются не очевидные зависимости.

Схема приложения, в которой учтены возможные проблемы при разработке, выглядит следующим образом:

Таким образом, не во всех ситуациях получится создать оптимизированное, удобное в поддержке и простое в масштабировании приложение, используя MVC паттерн, так как он

будет выглядеть следующим образом: MMMVVVVCCCC. Следовательно, система не будет соответствовать каноничному виду паттерна и лучше будет использовать HMVC паттерна.

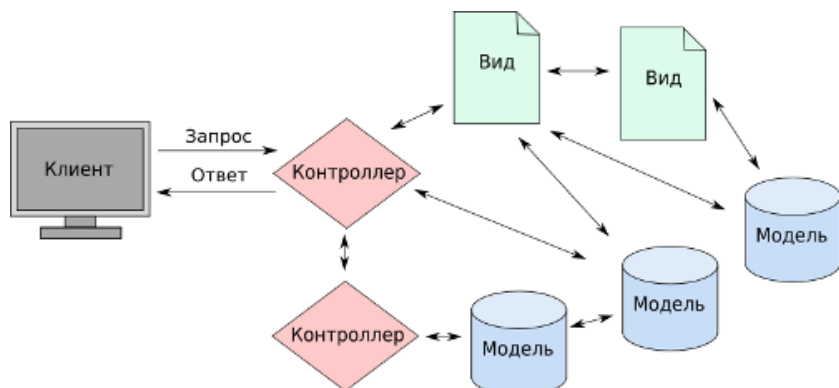


Рис. 2. Схема приложения, разработанного с применением MVC паттерна

Подводя итог, следует отметить, что HMVC паттерн является одним из самых удачных выборов при разработке слабосвязных и оптимизированных приложений. Примером этому является большинство интернет-магазинов на базе 1С-Bitrix.

Воронежский государственный технический университет

УДК 681.3

Д.И. Вольхин

СОСТАВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПИСАНИЯ ЗАНЯТИЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ДОШКОЛЬНЫМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ УЧРЕЖДЕНИЕМ

Рассмотрены вопросы разработки оптимального составления расписания занятий, учитывая специфические особенности организации процесса, в дошкольном образовательном учреждении

Для управления дошкольным образовательным учреждением необходимо контролировать деятельность всех его структур, а это является достаточно сложной задачей. Для повышения эффективности

работы учреждения необходима автоматизированная система управления, которая объединяет совокупность методов, технических средств, а так же коллектив людей, обеспечивающих рациональное управление сложным объектом или процессом в соответствии с заданной целью. Важнейшим этапом при моделировании системы управления дошкольным образовательным учреждением является составление оптимального расписания.

В наиболее общей формулировке задача составления расписания состоит в следующем: при заданных свойствах заданий и ресурсов и наложенных на них ограничениях найти эффективный алгоритм упорядочения заданий во времени, оптимизирующий или стремящийся оптимизировать требуемую меру эффективности решения поставленной задачи. Задачей оптимизации теории расписаний является минимизация нагрузки на детей при распределении предметов. Модель этой задачи является детерминированной в том смысле, что вся информация, на основе которой принимаются решения об упорядочении, известна заранее.

Задачи упорядочения носят самый общий характер. Они возникают повсюду, где существует возможность выбора той или иной очередности выполнения работ.

В приложениях основная трудность упорядочения заключается в том, что возникающие задачи не могут быть расчленены на самостоятельные, не связанные друг с другом части. Более того, они, как правило, увязаны с рядом других проблем, требующих одновременного решения. Очень часто принятая последовательность каких-либо действий в определенной степени влияет и на характер решаемых задач и на методы их решения[1].

Формулировка и решение задачи составления расписания занятий с помощью аппарата классической теории расписаний связана с рядом сложностей и требует модификации традиционной постановки задачи составления расписания для учета специфических особенностей организации процесса обучения в образовательных системах [2].

Задача составления расписания сводится к следующему:

– составить такое расписание $S = \{P, Prep, G, D, t\}$,

где P – предмет; $Prep$ – преподаватель; G – группа; D – день; t – длительность; N_i – число предметов в i – ый день; W_j – нагрузка j – го предмета.

Размещение элементов в расписании происходит по комбинаторным правилам с определенными условиями:

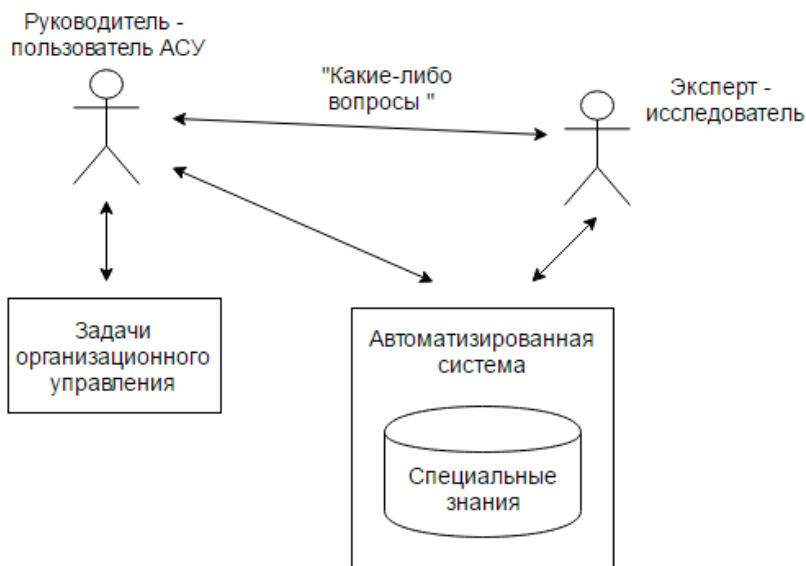
- первым делом размещаются предметы в расписании с наивысшим весом на каждый день, далее – предметы со средними и наименьшими весами;

- размещение преподавателей происходит таким образом, чтобы один и тот же преподаватель в одно время не оказался в разных группах;

- нагрузка на детей должна быть распределена равномерно в течение недели;

- исключение возможности размещения одинаковых предметов в течение дня для каждой группы.

Одним из основных критериев алгоритма составления расписания является определение сложности (веса) изучения предметов в дошкольном образовательном учреждении для детей. Эксперт на основе учебного плана и личного опыта расставляет коэффициенты нагрузки и заполняет их в базу данных (рисунок).



Структура определения весов

В итоге формулировка задачи оптимального составления расписания ставится следующим образом - для заданного набора учебных групп, их занятий, весов нагрузок и заданного временного интервала необходимо построить такое распределение всех объектов (преподаватель, предмет) во времени, при котором будут учтены все требования и ограничения, предъявляемые к расписанию занятий в дошкольном образовательном учреждении.

Литература

1. Конвей Р.В., Максвелл В.Л., Миллер Л.В. Теория расписаний.: Пер. с англ. /В.А. Кокотушкина, Д.Г. Михалева – М: Наука, 1975. – 360 с.

2. Танаев, В. С. Введение в теорию расписаний. Текст. / В. С. Танаев, В. В. Шкурба. М.: Наука, 1975. – 256 с.

Воронежский государственный технический университет

УДК 681.3

И.Ю. Серикова, Б.Н. Тишуков, С.И. Короткевич

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОСТАВЛЕНИЯ ОТЧЁТНОСТИ И СОЗДАНИЯ СТАТИСТИКИ РЕГРЕССИОННОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ SAP ERP

В статье рассматривается модель процесса составления отчетности и обработки статистики по результатам проведения автоматизированного тестирования SAP ERP

В настоящее время существует достаточное количество систем, которые направлены на поддержание работы бизнеса. Но одной из самых распространенных не только в России, но и по всему миру остаётся SAP ERP (Enterprise Resource Planning) — Система Планирования Ресурсов Предприятия компании SAP. Система управления ресурсами предприятия SAP ERP охватывает все участки финансового и управленческого учета, управления персоналом, оперативной деятельности и сервисных служб компании. Обеспечивает полную функциональность, необходимую для

реализации информационных сервисов самообслуживания, аналитики. Кроме того, SAP ERP предоставляет средства для системного администрирования и решения таких задач, как управление пользователями, централизованное управление данными и управление web-сервисами[1].

Естественно, в зависимости от вида и типа компании у неё появляются те или иные нужды в изменении именно их системы, разработкой которых занимаются АВАР-программисты. В зависимости от компании, все эти изменения переносятся в продуктивную систему раз в месяц\квартал\год – данный перенос называется релизом. По сути – это выпуск новой версии используемой системы. Все работы программисты ведут в системе разработки – система, служащая копией продуктивной системы (той, что сейчас используется в компании). Также существуют предпродуктивная система – это система, в которую переносятся только те разработки, которые являются частью релиза. Здесь стоит отметить, что во всех компаниях существуют как краткосрочные, так и долгосрочные разработки. Вторые могут не переноситься из системы разработки в предпродуктивную по несколько релизов. Но основной интересующей нас системой является тестовая система – эта система, данные и обновления которой каждая компания старается максимально приблизить к продуктивной. Идеальным интервалом для обновления её является срок от 2 до 4 недель, но так как это требует больших трудозатрат, если речь идёт о большой компании, то чаще всего тестовая система обновляется данными из продуктивной системы раз в квартал. Вне времени релиза регресс-тестирование проводится в рамках тестовая система.

Чтобы подойти к основной проблеме данной статьи, связанной с автоматизации отчётности, и понять, почему это является проблемой надо описать инструменты, используемые для тестирования SAP ERP.

Основным инструментом позволяющим создавать и записывать тесты для SAP-приложений является SAP TAO (SAP Test Acceleration and Optimization). Его плотная интеграция с SAP Solution Manager помогает идентифицировать подвергнутые воздействию тестовые примеры и компоненты, когда есть изменения в ландшафте. Приложение SAP Test Acceleration and Optimization создает модульные тестовые примеры, которые легко поддерживать, когда тестовые случаи повреждены из-за функциональных изменений[2]. Выгружая записанные тесты в SAP Quality Center от HP и используя

SAP TAO в сочетании с ним, можно изменять, составлять и выполнять автоматизированные тесты бизнес-процессов в системах разработки и тестирования программного обеспечения SAP[2].

Запуск тестов в Quality Center невозможен без установки UFT (Unified Functional Testing) от компании Microfocus, которое ранее было известно под названием QuickTest Professional (QTP)[3]. Оно предназначено для автоматизации функционального и регрессионного тестирования для приложений и сред. HP UFT имеет графический интерфейс пользователя, интеграцию с платформой тестирования бизнес-процессов и возможность вручную переписать тесты, записанные в SAP TAO, используя VB.

Несмотря на то, что историческое название Quality Center сохранилось и ещё используется, в нынешнем виде данное приложение носит название HP ALM (Application Lifecycle Management). Эта программа содержит 5 модулей: Dashboard, Requirements, Management, Defects, Testing[4]. Так как HP ALM является программным продуктом, который используют не только тестировщики, но и менеджеры, то далеко не все модули используются QA-инженерами.

Основная часть работы последних происходит в модуле Testing. Как раз в нём можно увидеть результаты выгрузки тестов из SAP TAO. Первоначально записанный тест разбит на компоненты, редактирование которых возможно во вкладке Test Plan данного модуля. Возможно удаление, редактирование либо добавление компонентов. Стоит отметить, что файл с входными данными является сторонним и создается автоматически с помощью SAP TAO в формате .excel файла. Его редактирование возможно лишь с помощью программы Microsoft Office Excel.

Тесты запускаются также из этого модуля, но уже со вкладки Test Lab или Timeslots, во второй возможно настроить автоматический запуск тестов или билдов в определённое требуемое время. Билд (test build) настраивается в одноименной вкладке модуля и представляет собой набор некоторого количества тестов. Чаще всего он представляет собой какое либо направление, с которой работает ERP SAP, к примеру, FI (Финансовый оборот) или SD (Логистика). Во вкладке Test Lab можно увидеть статус теста. Он бывает четырёх видов:

1. Passed, т.е. успешно завершённый.

2.Failed, т.е. завершённый с ошибкой либо упавший из-за ошибки.

3.Not Completed, т.е. запущенный и не закончивший обрабатывать.

4.No Run, т.е. ещё не запускавшийся ни разу.

При первых трёх типах статуса по клику возможно увидеть отчёт в том случае, если на используемом ПК или Ноутбуке будет установлено не только HP ALM, но и HP UFT, в комплекте с которым идёт приложение Run Result Viewer, позволяющее в интуитивно-понятной форме увидеть результат очередного тестового прогона. В противном случае, желающему ознакомиться со статистикой по прогонам тестовых скриптов следует открыть папку интересующего теста в /CBASE/logs/*название теста*, где отдельно в папке images будут лежать скриншоты, сделанные по ходу выполнения тестового сценария, а отдельно в файлах .txt и .xml комментарии к ним, в случае ошибок, а также список использованных компонентов. Для передачи данных пользователю не имеющим требуемого ПО на рабочих компьютерах или ноутбуках следует скинуть данную папку для просмотра. Понимание структуры и данных, содержащихся в ней не составляет труда для QA-инженеров, но становится реальной проблемой, когда такое же понимание требуется от менеджеров, консультантов, лидеров направлений. Покупать лицензии для каждого сотрудника невовлеченного в тестирование и проводить обучение, не только дорогостоящее, но и нецелесообразное занятие.

Таким образом, в какой-то момент встала проблема автоматизации составления отчётности и статистики по прогнанным тестовым сценариям для обычных пользователей. Для большего удобства было принято решение разработать web-приложение для анализа с рабочим названием «TestDash».

HP ALM после прогона тестов будет отсылать полученные результаты в базу данных, предпочтительно будет использоваться SQLite. Это компактная встраиваемая реляционная база данных, которая проста в использовании и развёртке. Так как в HP ALM не предусмотрен инструмент для подобной передачи, то будет разработан скрипт на языке VB, осуществляющий требуемые действия. Это возможно благодаря тому, что тесты, записываемые с помощью SAP TAO, сохраняются на VB. Для написания нужного кода возможно использование HP UFT.

Web-сервис будет использовать БД для формирования дашбордов и анализа полученных результатов для иллюстрации текущего состояния тестов. Планируется реализовать возможность просмотреть не только общую, но и отдельную статистику: по направлениям (MM, SD, MNF, FI, PMN, MDM), по транзакциям (VA01, VA02 и т.д.). Появится возможность наглядно увидеть действительную картину состояния тестов, оценить степень готовности нового релиза к переносу в продуктивную систему, а при нажатии на название заинтересовавшего теста пользователь будет видеть отчёт для него, который обычно доступен только тестировщикам. Также для удобства работы QA-инженеров, планируется ввести дополнительный дашборд отражающий количество использований той или иной транзакции в тестовых сценариях, что наглядно будет иллюстрировать, как её изменения повлияли на общую статистику. Также планируется добавить в статистику по транзакциям по клику переход к списку с наименованием тестов, к которым относится транзакция, что значительно упростит редактирование тестовых скриптов до актуального состояния.

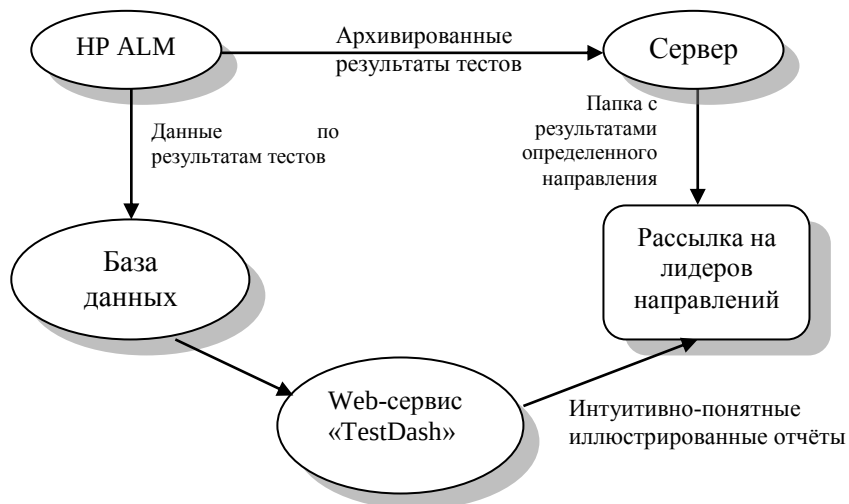


Схема взаимодействия разрабатываемого сервиса с остальными модулями

Со вкладок со статистикой по направлениям будет возможно отослать данную страницу в формате .pdf или любом другом желаемом лидеру направления на электронную почту, что позволит своевременно скалировать исправление ошибок, повлёкших за собой дампы (фатальная ошибка системы SAP, при которой она прекращает работу) либо баги на АВАР-разработчиков.

Естественно, данный сервис будет доступен не только лидерам, но и консультантам, программистам, менеджерам.

Данный инструмент в первую очередь создаётся для популяризации автоматического регрессионного тестирования, наглядно иллюстрируя все изменения и все происходящие разработки в системе он позволяет сократить трудозатраты консультантов и разработчиков, которые смогут видеть всю систему в режиме реального времени.

Литература

1. Данилл Сигнорайл Ларокка, Джордж У. Андерсон. SAP за 24 часа – М.: Баланс Бизнес Букс, 2000. – 432с.
2. Overview: SAP Test Acceleration and Optimization (TAO) – Solution Manager – SCN Wiki. – Режим доступа: <https://wiki.scn.sap.com/wiki/pages/viewpage.action?pageId=442631301>
3. Unified Functional Testing – Режим доступа: <https://software.microfocus.com/fr-fr/software/uft>
4. Команда HP – М.: HP ALM Tutorial, 2015. – 162с.

Воронежский государственный технический университет

УДК 681.3

А.А. Мясников, Э.И. Воробьёв

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ В ФЕРМЕРСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Произведён анализ проблем возникающих при разработке комплекса программ по автоматизации работ на сельскохозяйственных предприятиях

В настоящее время информационные технологии оказывают сильное влияние на развитие всех инфраструктур человечества. Новые технологии оказывают существенную помощь в развитии сельского хозяйства путём автоматизации большого количества задач связанных с планированием, контролем текущих работ и анализом результатов. Для этого активно используются автоматизированные установки различного назначения, датчики передающие важные показатели на ЭВМ, комплексы программных средств, такие как: ГЕО-План [1], Farm Works [2], ExactFarming [3], История Поля [4], Метеомонитор-АГРО [5], которые позволяют: наблюдать и контролировать ход выполняемых работ, вести бухгалтерскую документацию, прогнозируют предположительные затраты и доходы и т.д. В связи с этим встаёт вопрос не только о решении ещё существующих проблем, но и об оптимизации существующих систем и методов, используемых на производстве.

Для анализа проблем которые могут возникнуть в процессе автоматизации и поиска методов наиболее рационального использования посевных площадей в фермерском хозяйстве рассмотрим каждый этап производства по отдельности.

1. Этап планирования.

Первой проблемой при автоматизации на этапе планирования будет, прогнозирование предполагаемых затрат на производство и ожидаемых результатов, так как будет необходимо учитывать случайные факторы влияющие на производство, такие как: всхожесть посевных культур, выход техники из строя, погодные условия, появление вредителей, которые могут сильно влиять на урожайность и т.д. Все эти факторы необходимо будет брать в расчёт и учитывать затраты на методы их устранения. Всё это нужно для того чтобы в случае их возникновения не оказалось, что процесс производства не может продолжаться из-за недостатка средств и владельцы могли заранее ограничить масштаб выполняемых работ. Современные программные комплексы, которые позволяют прогнозировать будущие затраты не могут учитывать в полной мере все случайные факторы, из-за чего разница между предполагаемыми затратами и реальными порой бывает очень существенна.

Следующей проблемой на данном этапе будет расчёт предполагаемого времени на выполнение работ, для того чтобы владельцы фермерских хозяйств могли рассчитывать временные рамки проведения работ исходя из специфики работ,

производительности оборудования и случайных факторов, в следствии чего не приходилось бы постоянно переносить сроки окончания выполнения работ. В данном случае, современные программы предоставляют возможность выставлять сколько времени отводится на тот или иной этап производства, но не учитывают выше описанные факторы, что может привести к значительным ошибкам в распределении времени, и в данной ситуации требуется дальнейшая доработка программных комплексов.

2. Этап контроля текущих работ.

На данном этапе производится контроль всего рабочего персонала, оборудования и ход выполняемых работ. Исходя из этого главной проблемой на данном этапе является анализ текущего состояния работ и решение проблем возникающих в процессе их выполнения. Для этого используются датчики различного типа, передающие информацию о самых важных показателях на ЭВМ, но в используемых программах не реализована возможность автоматического анализа получаемых данных и предоставление способов устранения возникающих проблем. Так же, исходя из времени необходимого на устранения данных проблем, система должна рассчитывать возможные изменения в предполагаемых сроках окончания работ и уведомлять об этом.

Также на данном этапе необходимо решать проблему распределения работников по процессам происходящим во время производства. Для этого система должна контролировать чтобы одному работнику не ставилось несколько задач схожего типа одновременно, которые он не сможет выполнять в силу не хватки времени, и не ставились задачи которые не относятся к его специализации на данном производстве.

3. Этап анализа.

На данном этапе происходят подсчёты затрат, себестоимости полученной продукции и предполагаемой прибыли. В данном случае основной проблемой может являться неточность входных для анализа данных, методов вычисления результатов, и погрешность ЭВМ [6], что в свою очередь может привести к значительным затратам, как например при неправильных расчётах себестоимости продукции и продажи её по более низкой, чем требуется цене.

На основе проведённого анализа можно сказать, что современные технологии позволили существенно упростить работу на фермерском хозяйстве, но всё же ещё требуют дальнейших доработок,

для более рационального распределения всех ресурсов хозяйства. Для устранения данных проблем необходимо разработать программный комплекс имеющий модульную структуру [7] представленную на рисунке, каждый из которых будет отвечать за определённый этап производства.



Модульная структура программы

Литература

1. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. - 336 с.
2. Орлов С.А. Технология разработки программного обеспечения - СПб.: Питер, 2012 - 608 с.

Воронежский государственный технический университет

УДК 681.3.053

А.В. Гримута, В.И. Шевченко

СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСТАНЦИОННОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

В статье рассматривается концептуальная модель системы исследования успеваемости студентов, реализуемой с целью оптимизации метрик качества учебного процесса. Приводятся результаты проектирования системы в виде структурно-функциональных диаграмм IDEF0, полученных с помощью CASE-средства проектирования RAMUS

На сегодняшний день, одним из доминирующих трендов, является информатизация различных сфер общества, в том числе и

образовательных процессов высших учебных заведений. Применение технологий дистанционной поддержки обучения обеспечивает академическую, виртуальную мобильность студентов, позволяет вырабатывать персональные образовательные траектории развития, тем самым повышая эффективность обучения студентов.

Проблемы оптимизации дистанционного образования активно исследуются на уровне моделей и классификаторов моделей, этим вопросом посвящен ряд исследований, в частности работы: Т.П. Ворониной, В.П. Кашицина, О.П. Молчановой [1]; А.А. Андреева [2]; Е.С. Полата [3]; R.S.J. Tuninga и I.B.J.Seinen [4], М.Б. Лебедева [5]. В представленной работе авторы базируются на классификационной модели R.S.J. Tuninga и I.B.J.Seinen, изложенной в [6]. Согласно данной классификации можно выделить три модели: консультационная модель, в основе которой лежит посещение обучающими консультационных центров; модель корреспонденции, отличие которой является отсутствие личного взаимодействия с преподавателями; модель регулируемого самообучения, которая подразумевает полностью самостоятельным обучением.

В связи с тем, что наш университет принял решение на переход к смешенной системе обучения, включающей элементы дистанционных форм, то в данной работе рассматривается модель системы, которая объединяет традиционную очную форму образования с дистанционной. На текущем этапе, это идеализированная модель процесса, которая по мере адаптации к реальным бизнес-процессам ВУЗа будет модифицироваться.

Согласно поставленной задачи, студенты могут обучаться по следующим формам обучения:

- Очная;
- Очно-дистанционная;
- Дистанционная;

В работе рассматривается циклическая модель, согласно которой студент очной формы обучения автоматически переходит на очно-дистанционную форму в случае, если показывает недостаточный уровень компетенций по результатам промежуточного оценивания и возвращается обратно по улучшению соответствующих показателей. Планируемый процесс обучения регламентируется длительностью обучения и количеством занятий. По результатам обучения студенты получают диплом (сертификат) об успешном прохождении курса очной или дистанционной формы обучения. На рисунках 1-4

приведена декомпозированная концептуальная модель системы «Исследование успеваемости студентов» в виде IDEF0-диаграмм, которая получена с использованием CASE-средства RAMUS [7].

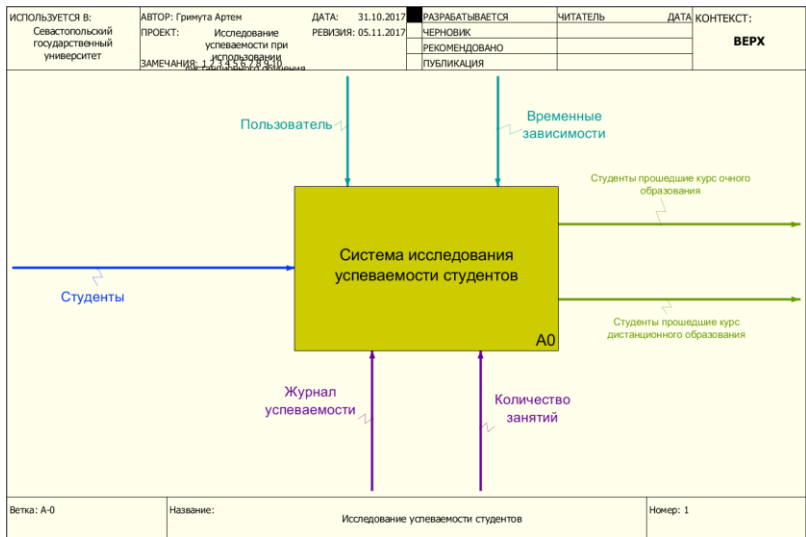


Рис.1. Контекстная диаграмма модели системы «Исследование успеваемости студентов» в нотации IDEF0

Диаграмма, представленная на рис. 2, отражает распределение потоков студентов при моделировании в системе смешанного обучения, а также подсистемы из которых состоит разрабатываемая система. На вход системы поступают потоки заявок, имитирующих потоки обучающихся. Эти потоки распределяются на очную и дистанционную формы обучения, условия распределения адаптивно настраиваемы в модели. Выходящие после распределения студенты переходят в соответствующие подсистемы: «Очная форма обучения» и «Дистанционная форма обучения», откуда в последствии они и покидают систему.

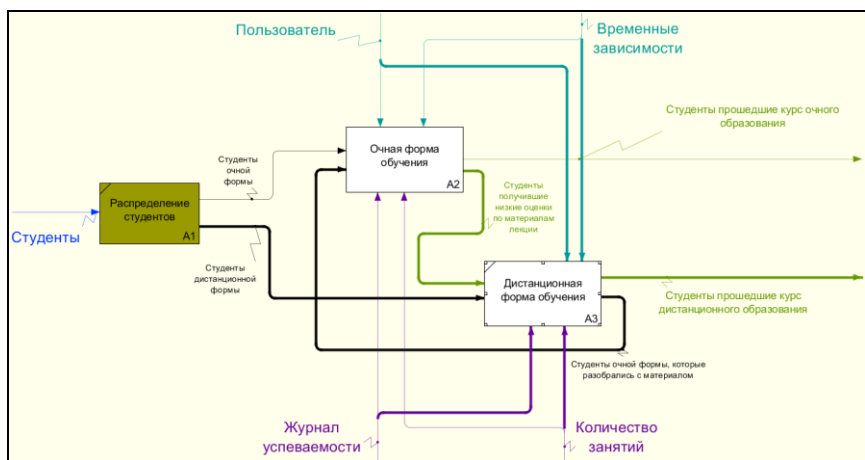


Рис. 2. Диаграмма потоков студентов в подсистеме «Исследование успеваемости студентов»

В данной статье планируется рассмотреть только подсистему очной формы обучения, это связано с тем, что подсистема дистанционной формы имеет схожую структуру и свойства блоков. На входе подсистемы очной формы обучения, отображенной на рис.3, находятся: студенты очной формы, студенты, вернувшиеся после дистанционного освоения занятия и студенты, которые успешно разобрались с занятием после посещения очного занятия. Все потоки студентов проверяются на потребность их дальнейшего обучения. В случае если студент успешно освоил материал всего курса и закончил все занятия, тогда он выходит из системы полностью, в обратном же случае он отправляется на прослушивание необходимой ему лекции с последующим тестированием и необходимыми для него консультациями. Как говорилось ранее, студенты, которые не смогли сдать рубежный контроль должны доработать занятие дистанционно, при этом стоит отметить, что в идеализированной модели количество циклов повтора и время дистанционного разбора модуля не ограничивается.



Рис.3. Диаграмма потоков студентов в подсистеме «Очная форма обучения»

Следующей рассматриваемой подсистемой является подсистема оценивания знаний и консультирования студентов (рис. 4). На вход подсистемы поступают данные о потоках студентов, которые посетили занятие очно. По успешному результату сдачи рубежного контроля, обучающиеся сразу переходят в состояние ожидания следующего занятия. Если же студент справился с оцениванием, но у него появился вопрос, тогда он обращается за помощью к консультанту (ассистенту курса), который помогает в разборе не сложных вопросов, в случае если студент понял вопрос, тогда считается, что оценивание он прошел успешно и может двигаться по курсу дальше, если же консультация не помогла, тогда студент отправляется за помощью к лектору. В дальнейшем, при построении на основе концептуальной, оптимизационно-имитационной модели этот процесс будет интерпретироваться как набор блоков обработки транзактов, очередей ожидания и блоков передачи управления. На входе подсистемы «Помощь лектора» приходят студенты, которые либо не справились с входным контролем, либо у которых остались вопросы после общения с консультантом, при этом на выходе данной подсистемы студентам рекомендуется пройти занятие повторно, но дистанционно. Таким образом, результатом подсистемы «Оценивание знаний и консультации» будут обработанные заявки (студенты, которые успешно прошли тестирование и полностью освоили

материал), а также частично обработанные заявки (студенты у которых остались какие-либо то вопросы).

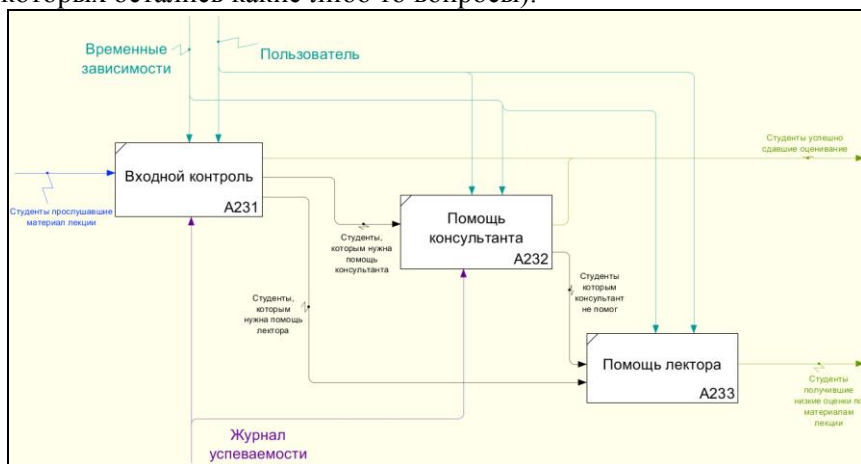


Рис. 4. Диаграмма потоков студентов в подсистеме «Оценивание знаний и консультации»

На основании данной концептуальной модели была разработана оптимизационно-имитационная модель в системе Anylogic, представленная на рисунках 5, 6. Модель построена на основе дискретно-событийного подхода.

Входные данные для модели: времена между поступлениями заявок (студентов) в систему на курс обучения; средние времена обработки заявок на каждом из этапов курса. Времена поступления и обработки – случайные величины, распределенные по экспоненциальному закону. Среднее время может быть настроено пользователем модели вручную.

В модели исследуется среднее время освоения курса по видам занятий, среднее число студентов, получивших отличный и хороший рейтинг в результате освоения курса, максимизируется коэффициент успешности обучения, соответствующий отношению числа студентов, получивших высокий рейтинг, к общему числу обучающихся на курсе.

Проиллюстрированный в данной статье фрагмент является лишь небольшим этапом исследования использования дистанционной формы обучения в университетах.

Перспективой дальнейших исследований является проведение ряда параметрических экспериментов с имитационной моделью, на основе чего определение эффективных стратегий проведения смешанного обучения.

Литература

1. Воронина Т.П., Кашицин В.П., Молчанова О.П. Образование в эпоху новых информационных технологий. М.: АМО, 1995. – С. 220.
2. Андреев А.А, Солдаткин В.И. Дистанционное обучение: сущность, технология, организация. М.: Издательство МЭСИ, 1999. – С. 196.
3. Теория и практика дистанционного обучения: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / Под ред. Е.С. Полат. М.: Академия, 2004. – С. 416.
4. Tuninga R.S.J, Seinen I.B.J. The Supply and Demand of Distance Education in Russia / The World Bank, Bureau Cross, 1995. – P. 110.
5. Дистанционные образовательные технологии: проектирование и реализация учебных курсов / Под общ. ред. М.Б. Лебедевой. СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 336 с.
6. Галяев В.С., Гасанова З. А. О классификации моделей дистанционного обучения // Высшее образование в России. 2012. №4. –С. 103-108.
7. Кроссплатформенная система моделирования и анализа бизнес-процессов Ramus [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ramussoftware.com/> (дата обращения: 10.03.2017)

Севастопольский государственный университет

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Материалы сборника отражают результаты научных исследований, проводимых авторами в различных регионах России. В публикациях содержится анализ современного состояния методологии проектирования сложных систем, их алгоритмического и программного обеспечения. Рассмотрены актуальные проблемы применения теории оптимизации, дискретной математики, исследования операций к вопросам автоматизации проектирования. Статьи объединены общей идеологией научных решений, большинство из них имеет практическую направленность.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Нефедов Д.И.	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧНОСТИ АНАЛИТИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ ОБЛАСТИ РАЗРЕШЕННЫХ КОНФИГУРАЦИЙ И БЕЗОПАСНОГО РАССТОЯНИЯ ДО ЗАПРЕТНЫХ ЗОН.....	4
Журавлев Д.С., Колесенков А.Н.	
ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ВЫСШИМИ УЧЕБНЫМИ ЗАВЕДЕНИЯМИ....	10
Львович И.Я., Преображенский А.П., Чопоров О.Н.	
ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОРПОРАТИВНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ.....	16
Коваленко А.С., Ченгарь О.В.	
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.....	20
Питолин А.В.	
ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВЕВОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ.....	26
Борзова А.С.	
ВЫЧИСЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТРУДОЁМКОСТИ ВАРИАТИВНОЙ СТРУКТУРЫ УЧЕБНОГО КУРСА.....	31
Дямина Э.И., Хасанов Р.И., Филиппова А.С.	
МАТРИЧНАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ОРТОГОНАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	37
Белецкая С.Ю., Аль Саеди Моханад Ридха Ганим	
ТЕХНОЛОГИЯ СОКРАЩЕНИЯ РАЗМЕРНОСТИ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ.....	44
Пашуева И.М.	
ПРИНЯТИЕ ОПЕРАТИВНЫХ РЕШЕНИЙ В ЭКСТРЕННОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЦЕНТРОМ ДОГОСПИТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ.....	47

Швиндт А.Н. ЭКСПЕРТНАЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ВУЗОВ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ФОРМИРОВАНИЕМ УСЛОВИЙ КАЧЕСТВЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ.....	51
Атнабаева А.Р. ОБЪЕКТНОЕ И ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В СЛОЖНОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ.....	54
Мозговая В.В., Машенко Е.Н. АНАЛИЗ МЕТОДОВ МАКСИМИЗАЦИИ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ.....	58
Рябов В.В., Румянцев А.В., Магазинник И.А. МНОГОСЛОЙНЫЙ ПОДХОД К АВТОМАТИЗАЦИИ ДЕСКТОПНОГО GUI В OPEN-SOURCE ПРОЕКТЕ НА PYTHON.....	62
Макрецов Н.А., Комаристый Д.П. ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ АНТЕННЫ НА ОСНОВЕ МНОГОАЛЬТЕРНАТИВНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ.....	68
Горячко В.В. ОПТИМИЗАЦИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО ОЦЕНИВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИ РЕЙТИНГОВАНИИ ВУЗОВ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	75
Богатенкова Д.В. РЕИНЖИНИРИНГ КАК РАДИКАЛЬНОЕ СРЕДСТВО ПЕРЕОСМЫСЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ.....	79
Аббясов И.В., Шаров И.В. ИССЛЕДОВАНИЕ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА САМОЛЕТА С ПОМОЩЬЮ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СРЕДЕ SIMULINK.....	84
Петухов С.П., Ланцов В.Н. ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ SEO- ССЫЛОК.....	89
Скворцов Ю.С., Львович Я.Е. МОДЕЛЬ РАЗРАБОТКИ СППР НА АЛГОРИТМА ПЕРВИЧНОЙ ПРОПАГАЦИИ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ С/Х НАЗНАЧЕНИЯ.....	93

Щербатых С.С.	
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАССЕЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН НА МАГНИТО-ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ОБЪЕКТЕ.....	96
Белецкая С.Ю., Королев Д.И.	
АВТОМАТИЗАЦИЯ КОРПОРАТИВНЫХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА ПЛАТФОРМЕ MICROSOFT SHAREPOINT.....	99
Львович И.Я., Преображенский А.П., Чопоров О.Н.	
ВОЗМОЖНОСТИ ЗАЩИТЫ КОРПОРАТИВНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ.....	104
Моисеев Д.В.	
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ВЕРОЯТНОСТНОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОЖИДАНИЯ И ДИСПЕРСИОМЕТРА.....	107
Фирюлина М.А.	
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ....	114
Хафизов А.Р.	
ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФИНАНСОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	121
Преображенский Ю.П.	
ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ПРОИЗВОДСТВЕ.....	127
Вдовин Д.А., Крюков Д.Б., Александров А.О., Петрухнова Г.В.	
АППАРАТНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫХ СИСТЕМ.....	131
Воробьев Э.И.	
РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ.....	134
Тишуков Б.Н., Текутьев А.А.	
ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ.....	138
Родионов А.В.	
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАЯТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТНОГО УПРАВЛЕНИЯ.....	142

Иванов Д.В. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СОЦИОТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ТЕОРЕТИКО-ИГРОВЫХ МЕТОДОВ И МУЛЬТИАГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	150
Минаева Ю.В., Чернышов В.Д. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАНОНИЧЕСКОГО МЕТОДА РОЯ ЧАСТИЦ И ЕГО FIPS-МОДИФИКАЦИИ.....	155
Батюченко И.А. МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ОБУЧАЮЩИХСЯ НА УРОКАХ ФИЗИКИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ....	159
Попова В.В., Сафонова Н.В. СОЗДАНИЕ РЕЛЯЦИОННОЙ СУБД И ЕЕ ИНТЕГРАЦИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННУЮ СИСТЕМУ ПО ВЕДЕНИЮ УСПЕВАЕМОСТИ В ВУЗЕ.....	162
Корчагин С.Г., Яскевич О.Г., Короткевич С.И. НМВС ПАТТЕРН ПРОГРАММИРОВАНИЯ КАК ПАТТЕРН ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОПТИМИЗИРОВАННЫХ И СЛАБО СВЯЗНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ.....	165
Вольхин Д.И. СОСТАВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПИСАНИЯ ЗАНЯТИЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ДОШКОЛЬНЫМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ УЧРЕЖДЕНИЕМ.....	168
Серикова И.Ю., Тишуков Б.Н., Короткевич С.И. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОСТАВЛЕНИЯ ОТЧЁТНОСТИ И СОЗДАНИЯ СТАТИСТИКИ РЕГРЕССИОННОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ SAP ERP.....	171
Мясников А.А., Воробьев Э.И. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ В ФЕРМЕРСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....	176
Гримута А.В., Шевченко В.И. СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСТАНЦИОННОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ.....	179
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	187

Научное издание

ОПТИМИЗАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ
В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ

МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ МОЛОДЕЖНОЙ НАУЧНОЙ
ШКОЛЫ

(г. Воронеж, 13 декабря 2017 г.)
Часть 1

В авторской редакции

Подписано в печать 24.11.2017.
Формат 60х84/16. Бумага писчая.
Усл. печ. л.12,0. Уч.-изд. л.11,3. Тираж 350 экз.
Зак. №

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»

394026 Воронеж, Московский просп., 14

Отдел оперативной полиграфии ВГТУ
394006, Воронеж, ул.20 лет Октября, 84