

Автоматизация и Современные Технологии

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ МЕЖОТРАСЛЕВОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ИЗДАЁТСЯ С 1947 ГОДА

Главный редактор
В.Л. Белоусов

РЕДАКЦИОННАЯ
КОЛЛЕГИЯ:
Бучаченко А.Л.
Гусев А.А.
Дегтярев Ю.И.
Елисеев В.А.
Иванов А.П.
Мальцева С.В.
Нефедов Е.И.
Шебалин И.Ю.
(заместитель главного редактора)

7
—
2011

УЧРЕДИТЕЛИ:
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
НАУЧНО-КОНСУЛЬТАЦИОННЫЙ
ЦЕНТР ЭКСПЕРТИЗЫ

Журнал зарегистрирован 9 апреля
1999 г. за № 018684 в Комитете
Российской Федерации по печати

Журнал входит в перечень
утверждённых ВАК РФ изданий
для публикации трудов соискателей
учёных степеней

ООО «Издательство Машиностроение»

РЕДАКЦИЯ:

Шебалин И.Ю. — зам.главного редактора
Гончарова Л.К. — научный редактор
Осипова В.Г. — научный редактор
Богус С.В. — секретарь

Адрес редакции:
107076, Москва,
Стромынский пер., 4
Тел.: (499) 748 0290,
E-mail: ast@mashin.ru; http://www.mashin.ru

Адрес издательства:
107076, Москва,
Стромынский пер., 4
Тел.: (499) 268 3858,
факс: (499) 269 4897

СОДЕРЖАНИЕ

АВТОМАТИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Садыков С.С., Савичева С.В. Алгоритм идентификации плоских объектов с использованием минимального числа признаков	3
Панченко Е.В., Алексеев П.А. Конечно-элементный подход к решению технологических задач сверхпластической формовки	7

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Неусыпин К.А., Федорова В.А. Разработка алгоритмов прогноза для информационной системы электроснабжения железной дороги	10
Дегтярев Ю.И., Фахурдинов О.В. Управление автоматизированными информационными системами при нерегулярных внешних воздействиях	14
Васин В.А., Ивашов Е.Н., Степанчиков С.В. Автоматизация нанесения тонкоплёночных покрытий в современных вакуумных технологиях	19
Артиюхов М.Ю. Быстрый алгоритм оценки смещения кадров для решения задачи локальной навигации подводных аппаратов	25
Пушкилина Ю.Н. Применение современных информационных технологий в экологии	28

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНОЙ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Крапивин В.С. Инвестиционная деятельность предприятий на разных фазах развития кризисного цикла	31
Песков В.В. Система экономического управления как элемент обеспечения экономической безопасности промышленных предприятий	36
Ходяев А.В. Автоматизация учёта рабочего времени сотрудников на предприятии при распределенных системах контроля доступом	41

ВЫСТАВКИ И ПРЕЗЕНТАЦИИ

Названы победители конкурса «Премия инноваций «Сколково» при поддержке Cisco I-PRIZE»	47
---	----

ОБЗОР ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПЕЧАТИ

По страницам журналов	48
-----------------------------	----

Журнал распространяется по подписке, которую можно оформить в любом почтовом отделении (индекс по каталогу «Роспечать» — 70537, по каталогу «Пресса России» — 27838, по «Каталогу российской прессы «Почта России» — 60267) или непосредственно в издательстве по факсу (499) 269 4897, по e-mail realiz@mashin.ru, на сайте www.mashin.ru (без почтовых наценок, с любого месяца, со своего рабочего места); телефон для справок (499) 269 6600, 269 5298

Художественный редактор Галицина Т.Н.
Компьютерный набор Путинов В.Н.
Компьютерная верстка Тугаринов А.А.

Набрано в ФГУ “Научно-исследовательский институт –
Республиканский исследовательский
научно-консультационный центр экспертизы”
123995, Москва, ул. Антонова-Овсеенко, 13. Тел.: (499) 795 1789

**Перепечатка материалов из журнала «Автоматизация и современные технологии» возможна
при обязательном письменном согласии редакции журнала. При перепечатке материалов ссылка
на журнал «Автоматизация и современные технологии» обязательна.
За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель**

CONTENTS

AUTOMATION OF SCIENTIFIC-RESEARCH AND PRODUCTION

Sadykov S.S., Savichev S.V. Flat objects identification algorithm through the use of the minimum indications	3
Panchenko E.V., Alekseev P.A. Finite-element approach to solution of the superplasticity forming technological tasks	7

MODERN TECHNOLOGIES

Neusyupkin K.A., Fedorova V.A. Forecast algorithm development for the information system of the railway power supply	10
Degtyarev Y.I., Fakhurdinov O.V. Automatic information systems management by external influence occasional	14
Vasin V.A., Ivashov E.N., Stepanchikov S.V. Thin-film coating deposition automation for modern vacuum technology	19
Artyukhov M.Yu. Quick algorithm of the frames shift valuation for task decision of the underwater devices of local navigation	25
Pushilina Yu.N. Contemporary informational technology application in the ecology	28

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF SCIENTIFIC AND ECONOMIC ACTIVITIES

Krapivin V.S. Enterprises investment activity on the different stages of the crisis cycle progress	31
Peskov V.V. Economic management system as guaranteeing component of the industrial enterprise economic safety	36
Khodyaev A.V. Automation of the officials working time calculation on the enterprise at distributed control systems for access management	41

EXHIBITION AND PRESENTATIONS

Competition conqueror «Innovation bonus «Skolkovo» while supporting Cisco I-PRIZE»	47
--	----

SURVEY OF PERIODICALS

Periodicals review	48
--------------------------	----

Сдано в набор 28.04.11. Подписано в печать 27.06.11.
Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 5,88. Уч. изд. л. 7,0. Заказ 448. Цена свободная

Отпечатано в ООО «Подольская Периодика»
142110, Московская обл., г. Подольск,
ул. Кирова, 15



УДК 004.932.2

С.С. Садыков, д-р техн. наук, проф., С.В. Савичева
 (Муромский институт – филиал Владимирского университета)

savicheva-svetlana2010@yandex.ru

АЛГОРИТМ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПЛОСКИХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИНИМАЛЬНОГО ЧИСЛА ПРИЗНАКОВ

Предложен алгоритм, позволяющий идентифицировать плоские объекты только на основе значений кривизны точек их внешних контуров.

Ключевые слова: алгоритм идентификации плоских объектов, кривизна точек.

Algorithm permitting to identify of the flat objects only from a curvature value of the external outline spots is proposed.

Key words: flat objects identification algorithm, external outline spots curvature.

Автоматизация таких операций, как кассетирование, сортировка деталей, комплектация компонент для сборки, собственно сама сборка и других требует использования системы технического зрения (СТЗ) (в промышленных роботах), позволяющих в реальном масштабе времени определять местоположение, ориентацию и идентификацию объектов на основе обработки и анализа их изображений [1].

Для выполнения упомянутых выше и аналогичных им операций достаточно осуществить анализ бинарных изображений объектов. Значительное время при этом затрачивается на этап идентификации, поскольку на существующих СТЗ используется значительное число признаков объектов и достаточно сложные алгоритмы. Затраты времени СТЗ на данном этапе можно существенно сократить путём выбора малого числа наиболее информативных признаков объектов и упрощения алгоритма идентификации. Экспериментальные исследования подтверждают это. Наиболее информативным признаком для идентификации пространственно-разделённых простых объектов являются значения кривизны точек их внешних контуров. Данный признак инвариантен относительно перемещения и поворота объектов в поле зрения СТЗ, на его основе можно сформировать множество производных (дополнительных) признаков.

Предлагаемый алгоритм идентификации плоских объектов, основанный на одном признаке – значении кривизны точек внешнего контура, – состоит из следующих шагов:

1. Приведение бинарных изображений объектов к исходному (стандартному) положению. При

этом определяются координаты центров тяжести, вычисляются длины, углы наклонов ф объектов к горизонту и, наконец, осуществляется поворот (вращение) объектов вокруг центров тяжести таким образом, чтобы углы ф стали равны нулю.

2. Выделение одноточечных безразрывных контуров изображений объектов.

3. Вычисление значения кривизны α в каждой точке контуров объектов.

4. Формирование α -функции каждого объекта.

5. Идентификация объектов путём сравнения их α -функций.

Шаги 1 и 2 реализуются с помощью алгоритмов, приведённых в работах [1 и 2].

Вычисление значения кривизны α в каждой точке контура объекта. Значения кривизны α в каждой точке дискретного одноточечного контура изображения объекта вычисляют следующим образом. Пусть отрезок непрерывной линии l (рис. 1) представлен в памяти машины дискретными точками A, B, C, D, E, F . Нужно определить значение кривизны в точке C . Значение кривизны непрерывной линии в точке C пропорционально углу α , образованному линией CC_1 и стороной CD [1].

Длины сторон треугольника вычисляют из выражений [3]

$$BC = a = \sqrt{(x_B - x_C)^2 + (y_B - y_C)^2};$$

$$CD = b = \sqrt{(x_C - x_D)^2 + (y_C - y_D)^2};$$

$$BD = c = \sqrt{(x_B - x_D)^2 + (y_B - y_D)^2},$$

где $(x_B, y_B), (x_C, y_C), (x_D, y_D)$ – координаты вершин B, C, D .

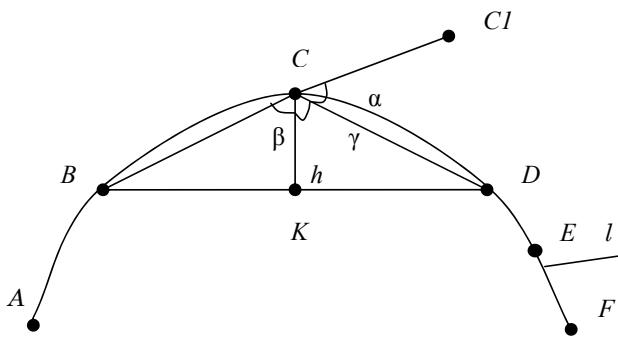


Рис. 1. Вычисление кривизны α точки дискретного одноточечного контура

Высота треугольника h определяется как

$$h = 2 \frac{\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}}{c},$$

где $p = \frac{a+b+c}{2}$.

В этом случае

$$\beta = \arccos \frac{h}{a}; \gamma = \arccos \frac{h}{b},$$

где β и γ – углы, образованные сторонами BC и CK , CD и CK соответственно.

Отсюда $\alpha = 180^\circ - (\beta + \gamma)$.

Далее последовательно по ходу обхода заданной дискретной кривой вычисляем согласно рассмотренному выше алгоритму значения кривизны α в точках D, E, F и т. д. до первоначальной точки обхода (в данном случае это точка C).

Формирование α -функции каждого объекта. Поскольку контуры объектов представляют собой замкнутые дискретные кривые, то во всех их точках будут определены значения кривизны. Обычно точки замкнутого контура (в процессе его обхода и вычисления кривизны линии в этих точках) нумеруются и соответствующие им значения кривизны заносятся в табл. 1.

Последовательность значений кривизны во всех точках дискретного контура (дискретной линии)

Таблица 1

Результаты расчёта значений кривизны во всех точках дискретной линии

№ точки контура	Объект 1	Объект 2	...	Объект N
1	α_{11}	α_{12}	...	α_{1N}
2	α_{21}	α_{22}	...	α_{2N}
3	α_{31}	α_{32}	...	α_{3N}
4	α_{41}	α_{42}	...	α_{4N}
5	α_{51}	α_{52}	...	α_{5N}
...
M	α_{M1}	α_{M2}	...	α_{MN}

ния) бинарного изображения объекта, расположенная в каждом столбце табл. 1, называется α -функцией объекта.

Идентификация объектов. В процессе обучения в память СТЗ заносят α -функции эталонов. На пятом шаге алгоритма для идентификации сравнивают α -функцию экзаменационного (неизвестного) объекта со всеми α -функциями эталонов на основе формулы

$$Z_{kl} = \sum_{i=1}^M (\alpha_{ik} - \alpha_{il})^2,$$

где M – число точек контура объекта, т. е. количество значений кривизны объекта ($k = 1, 2, \dots, N$); l – номер экзаменационного объекта ($l = 1, 2, \dots, P$); i – номера точек эталонного и экзаменационного объектов, разность значений кривизны которых определяется в текущем шаге вычисления ($i = 1, 2, \dots, M$); Z_{kl} – сумма квадрата абсолютных величин отклонений значений кривизны точек контура эталонного и неизвестного объектов (аналог суммарного среднеквадратичного отклонения), назовём её суммарным отклонением.

При некоторых заданных множествах эталонов и экзаменационных объектов идентификация неизвестного объекта l по α -функциям, заданным в табл. 2, осуществляется на основе следующего выражения:

$$\min Z_{kl} = \min_k \{ \min_l Z_{kl} \},$$

где $\min_k Z_{kl}$ – выбор минимального значения Z_{kl} среди всех Z_{kl} при $k = 1, 2, \dots, N$ и постоянном значении l ; $\min_l Z_{kl}$ – выбор минимального значения Z_{kl} среди всех Z_{kl} при $l = 1, 2, \dots, P$ и постоянном значении k .

Экспериментальные исследования. Для экспериментальных исследований были использованы генерированные бинарные изображения 16 объектов (рис. 2).

Часть результатов расчётов значений кривизны объектов № 7 и № 15 (см. рис. 2) приведена в табл. 3.

В качестве экзаменационного объекта брался любой из исходных и проводилась его идентификация (рис. 3). Часть расчётов значений функции Z_{kl} приведена в табл. 4.

Таблица 2
Результаты расчёта суммарных отклонений

Неизвестный объект	Эталон 1	Эталон 2	...	Эталон N
1	Z_{11}	Z_{12}	...	Z_{1N}
2	Z_{21}	Z_{22}	...	Z_{2N}
...
P	Z_{P1}	Z_{P2}	...	Z_{PN}

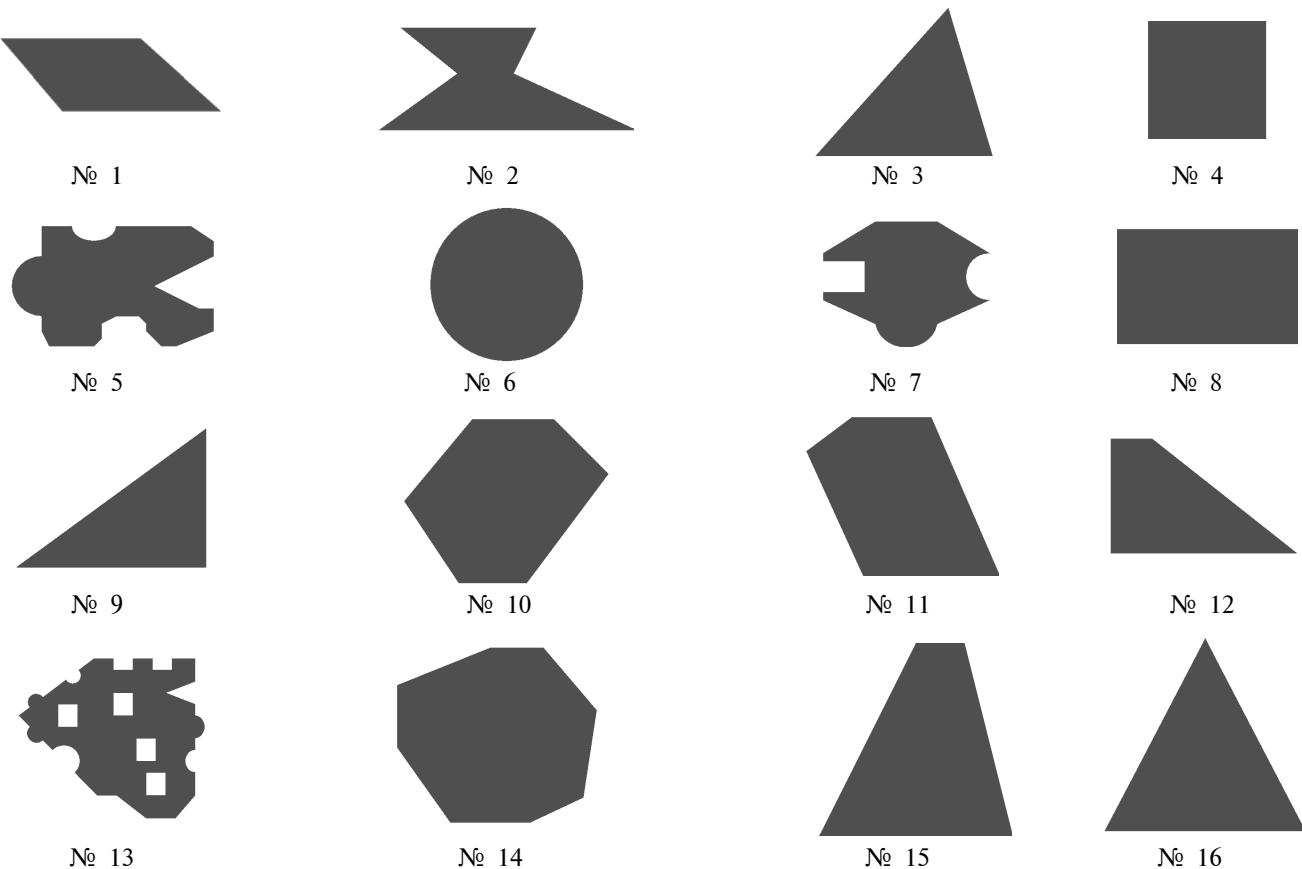


Рис. 2. Тестовые объекты с № 1 по № 16

Таблица 3

Результаты расчётов значений кривизны объектов

Номер объекта	Номер точки контура						
	1	2	3	4	...	1603	1604
1	89,99	89,99	0	44,99	...	—	—
2	89,99	44,99	44,99	44,99	...	—	—
3	44,99	89,99	0	0	...	—	—
4	44,99	89,99	44,99	0	...	—	—
5	44,99	0	44,99	89,99	...	0	44,99
6	44,99	44,99	44,99	0	...	—	—
7	44,99	0	0	0	...	—	—
8	49,99	44,99	44,99	44,99	...	—	—
9	44,99	0	89,99	0	...	—	—
10	44,99	44,99	0	44,99	...	—	—
11	134,99	0	0	0	...	—	—
12	44,99	0	0	44,99	...	—	—
13	134,99	44,99	0	0	...	—	—
14	44,99	0	44,99	44,99	...	—	—
15	44,99	89,99	44,99	44,99	...	—	—
16	44,99	89,99	0	0	...	—	—

Таблица 4

Расчёт суммарных отклонений при идентификации объектов № 7 и № 15

Номер эталона	Объект № 7	Объект № 15
1	6286,080	3815,674
2	8098,824	7446,824
3	9368,532	6668,922
4	8588,863	6029,336
5	6073,879	5830,505
6	6171,034	5099,294
7	0,00053	6352,360
8	7030,821	10122,813
9	10122,33	7687,850
10	3738,219	6245,881
11	4041,934	7592,896
12	8097,868	6784,400
13	4875,843	7225,696
14	7265,222	3763,552
15	6559,822	0,000253
16	0,000535	2655,338

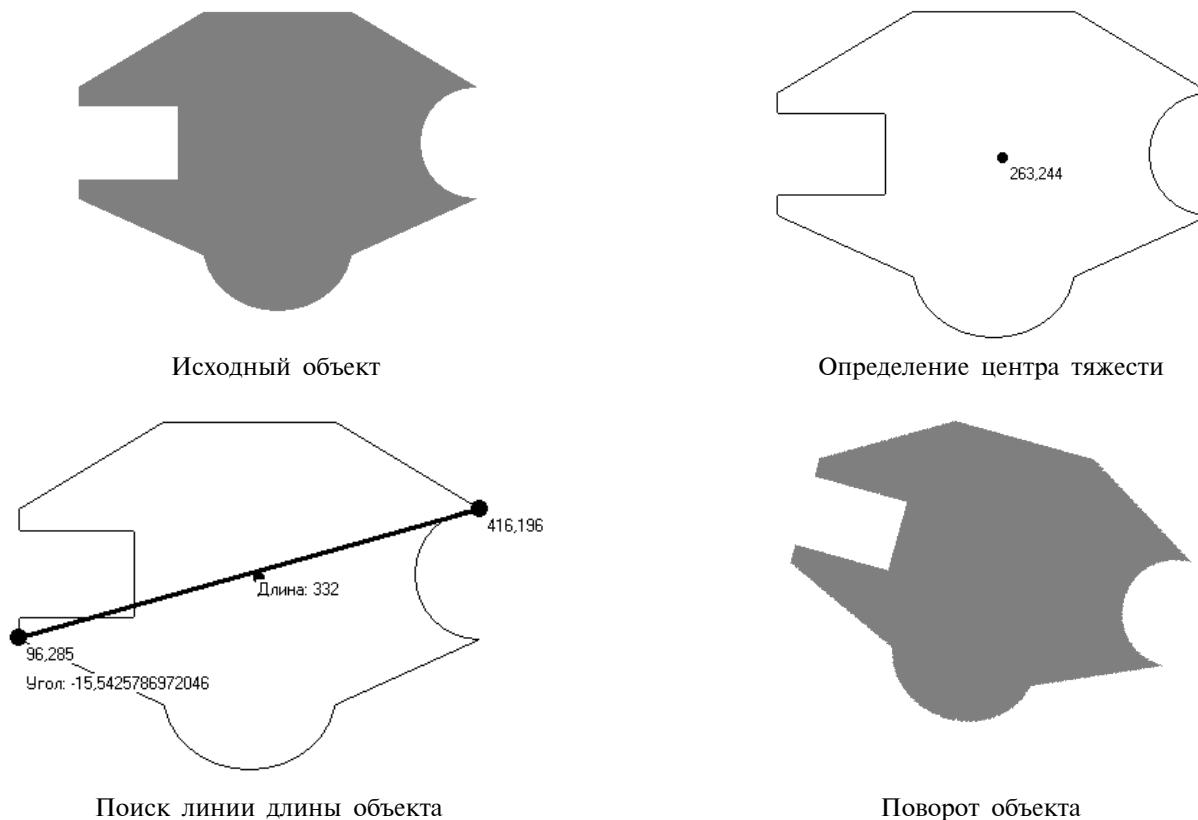


Рис. 3. Пример обработки Теста № 7

Из табл. 4 видно, что при сравнении α -функций объектов № 7 и № 15 с эталонными α -функциями всех объектов, суммарные отклонения $\min Z_{kl}$ имеют минимальные значения при $k = 7$ и $l = 7$ ($Z_{7,7} = 0,00053$), а также при $k = 15$ и $l = 15$ ($Z_{15,15} = 0,000253$). Таким образом, произошла идентификация экзаменационных объектов № 7 и № 15.

Выводы. Показана возможность создания алгоритма идентификации плоских реальных объектов на основе единственного признака – кривизны точек их бинарных контуров. Достоинства данного алгоритма – это простота реализации, инвариантность к перемещению и повороту объекта на дискретной плоскости. Недостаток алгоритма – это неинвариантность к изменению

масштаба на дискретной плоскости. Алгоритм совершенствуется с целью его использования для идентификации реальных плоских объектов на основе их полутоновых изображений, а также сокращения временных затрат на его выполнение.

Библиографические ссылки

1. Садыков С.С., Стулов Н.Н. Методы и алгоритмы выделения признаков объектов в системах технического зрения. М.: Горячая линия – Телеком, 2005. 204 с.
2. Садыков С.С., Стародубов Д.Н. Алгоритмы определения длины и ширины дискретных площадных объектов // Автоматизация и современные технологии. 2007, №10. С. 10–15.
3. Выгодский М.Я. Справочник по элементарной математике. М.: Наука, 1975. 416 с.

Вниманию авторов!

Требования к оформлению статей, присыпаемых для публикации, можно найти на сайте www.mashin.ru

УДК 621.983: 539.374

Е.В. Панченко, д-р техн. наук, проф., П.А. Алексеев
(Тульский государственный университет)

AlexeevPA@yandex.ru

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ СВЕРХПЛАСТИЧЕСКОЙ ФОРМОВКИ

Представлена математическая модель деформирования заготовки газовой средой в режиме сверхпластичности. Модель описывает трёхмерное течение вязкопластических сред с учётом их структурных изменений.

Ключевые слова: метод конечных элементов, эквивалентное напряжение, сверхпластическая формовка, давление газовой среды, скорость объёмной деформации, кинетика роста зёрен.

The mathematical model of the billet deformation by means of gas medium under superplasticity conditions is presented. The model describes a three-dimensional flow of viscousplasticity media by taking into account their structural changes.

Key words: finite element method, equivalent stress, superplasticity forming, gas medium pressure, three-dimensional strain rate, grain growth kinetics.

В авиастроении и машиностроении широко применяют тонкостенные сложнопрофильные оболочки, которые изготавливают из труднодеформируемых сплавов. Одним из эффективных методов изготовления этих оболочек является сверхпластическая формовка [1].

Для успешного внедрения новых технологий сверхпластической формовки в производство необходимо использовать теоретический анализ применяемых процессов.

Математическую модель деформирования газовой средой заготовки из нелинейно-вязкого материала будем основывать на конечно-элементной аппроксимации вязкопластической области и основных соотношениях теории течения:

$$\begin{aligned} S_{ij} &= 2\mu\xi_{ij}; \mu = \frac{\sigma_e}{3\xi_e}; \sigma_e = \sigma_e(\xi_e); \\ \xi_e &= \sqrt{\frac{2}{3}}(\xi_{ij}\xi_{ij})^{0.5}; \quad \xi_{ij} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right); \\ \epsilon_e &= \int_0^t \xi_{ij}(t) dt; \quad \xi_v = 0, \end{aligned} \quad (1)$$

где S_{ij} – компоненты девиатора напряжений; μ – коэффициент вязкости; σ_e – эквивалентное напряжение; ξ_e – эквивалентная скорость деформации; ξ_{ij} – компоненты тензора скоростей деформации; ξ_v – скорость объёмной деформации; ϵ_e – накопленная степень деформации; t – время деформирования; u_i – компоненты вектора скорости перемещения.

Решение задачи о формоизменении вязкопластической среды будем основывать на вариационном соотношении [2]

$$\delta\pi = \int_W \sigma_e \delta\xi_e dW + K \int_W \xi_v \delta\xi_v dW - \int_{S_p} p_i \delta u_i dS = 0, \quad (2)$$

где K – коэффициент, необходимый для поиска решения среди класса функций, приближенно удовлетворяющих условию несжимаемости; $\delta\xi_e$, $\delta\xi_v$, δu_i – вариации эквивалентной скорости деформации, скорости объёмной деформации и скорости перемещения соответственно; p_i – составляющие внешней нагрузки; W – объём вязкопластической области; S_p – поверхность, на которой задана внешняя нагрузка.

Использование выражений (1), (2) совместно с основными соотношениями метода конечных элементов (МКЭ) [3] позволяет получить систему алгебраических уравнений для одного конечного элемента

$$(\mathbf{K}_1 + \mathbf{K}_2)\mathbf{V}_e = \mathbf{F}_e, \quad (3)$$

$$\text{где } \mathbf{K}_1 = \int_{W_e} 2\mu \mathbf{B}^T \mathbf{D} \mathbf{B} dW;$$

$$\mathbf{K}_2 = K \int_{W_e} (\mathbf{B}^T \mathbf{E}) (\mathbf{E}^T \mathbf{B}) dW; \quad \mathbf{F}_e = \int_{S_p} \mathbf{C}^T \mathbf{p} dS; \quad \mathbf{B} – \text{матрица}$$

дифференциального оператора; \mathbf{C} – матрица интерполяционных функций; \mathbf{V}_e – вектор скоростей перемещения узлов конечного элемента; \mathbf{p} – вектор внешних сил; $\mathbf{D} = \text{diag}\{1 \ 1 \ 1 \ 0,5 \ 0,5 \ 0,5\}$; $\mathbf{E}^T = \{1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0\}$; T – коэффициент транспонирования.

Вектор внешней нагрузки \mathbf{p} в матричном уравнении (3) будем определять как

$$\mathbf{p} = \pm p \mathbf{n}, \quad (4)$$

где p — приложенное давление газовой среды; \mathbf{n} — вектор единичной нормали.

В соотношении (4), при направлении вектора единичной нормали \mathbf{n} в тело конечного элемента, перед p ставится знак плюс, в противном случае — минус.

При рассмотрении расчётной области как совокупности конечных элементов система алгебраических уравнений будет иметь вид

$$\sum_e (\mathbf{K}_1 + \mathbf{K}_2) \mathbf{V} = \sum_e \mathbf{F}_e, \quad (5)$$

где \mathbf{V} — вектор скоростей перемещения узлов расчётной области.

Система алгебраических уравнений (5) является нелинейной, поэтому её необходимо решать итерационным методом. При этом также будем контролировать выполнение условия несжимаемости. Тогда в качестве критерия окончания процесса поиска решения предлагается использовать условия вида

$$\frac{\|\mathbf{V}^{(i)} - \mathbf{V}^{(i-1)}\|_2}{\|\mathbf{V}^{(i)}\|_2} \leq \Delta V; \|\xi_v^{(i)}\|_\infty \leq \Delta \xi_v,$$

где i — номер итерации; ξ_v — одномерный массив (вектор) скоростей объёмной деформации; $\Delta V = 0,05, \dots, 0,0005$; $\Delta \xi_v = 10^{-6}, \dots, 10^{-8} \text{ с}^{-1}$.

При моделировании технологических операций сверхпластической формовки процесс деформирования необходимо разбивать на ряд шагов таким образом, чтобы деформации в пределах каждого временного шага были достаточно малы. При этом в процессе расчёта необходимо пересчитывать координаты узлов конечно-элементной сетки:

$$\begin{cases} X(t + \Delta t) = X(t) + \Delta t V_x(t + \Delta t); \\ Y(t + \Delta t) = Y(t) + \Delta t V_y(t + \Delta t); \\ Z(t + \Delta t) = Z(t) + \Delta t V_z(t + \Delta t), \end{cases}$$

где X, Y, Z — координаты узлов конечно-элементной сетки; V_x, V_y, V_z — проекции вектора скорости узлов на оси координат; Δt — конечный отрезок времени.

Одной из главных проблем при решении технологических задач сверхпластической формовки является моделирование контактного взаимодействия деформируемой заготовки и формообразующей матрицы. Для решения проблемы контактного взаимодействия примем, что поверхность формообразующего инструмента состоит из треугольных элементов. Тогда в качестве условия возникновения контакта узла конечно-элементной сетки и инструмента будем использовать соотношение

$$\Delta S = (S_{\Delta PBA} + S_{\Delta PCB} + S_{\Delta PCA}) - S_{\Delta ABC} = 0, \quad (6)$$

где $S_{\Delta PBA}, S_{\Delta PCB}, S_{\Delta PCA}, S_{\Delta ABC}$ — площади треугольников $\Delta PBA, \Delta PCB, \Delta PCA$ (рис. 1).

Так как при конечно-элементном моделировании задача решается пошагово, то выполнить условие (6) практически невозможно. Тогда для поиска контакта узла конечно-элементной сетки с инструментом будем использовать следующий алгоритм:

из всех треугольных элементов инструмента отыскивается тот, для которого величина ΔS минимальна;

если для треугольного элемента $\Delta S \leq [\Delta S]$, где $[\Delta S]$ — допуск величины ΔS , то считаем, что для найденного треугольного элемента возможен контакт с рассматриваемым узлом конечно-элементной сетки;

проверяем, произошёл ли контакт узла конечно-элементной сетки с найденным треугольным элементом инструмента. Для этого переходим в систему координат, у которой ось Z' совпадает с направлением вектора единичной нормали \mathbf{n}_e , причём вектор \mathbf{n}_e и ось Z' должны быть направлены не в тело инструмента. После того как перешли в новую систему координат, проверяем, произошёл ли контакт узла P конечно-элементной сетки с инструментом. При координате Z'_P узла P , равной z' координате любой точки треугольного элемента ABC , узел будет лежать в плоскости рассматриваемого треугольника. При выполнении условия $Z'_P > z'$ узел не будет контактировать с инструментом. Так как задача при применении МКЭ решается пошагово, то возможен случай проникновения узла P в тело инструмента, который будет определяться условием $Z'_P < z'$ (рис. 2). В этом случае предлагается провести корректировку его положения, которая заключается в перемещении узла по нормали на поверхность треугольного элемента. Тогда координаты узла P необходимо рассчитать по формулам

$$\begin{cases} X_{P'} = X_P + (z' - Z'_P)(n_x)_e; \\ Y_{P'} = Y_P + (z' - Z'_P)(n_y)_e; \\ Z_{P'} = Z_P + (z' - Z'_P)(n_z)_e, \end{cases}$$

где $(n_x)_e, (n_y)_e, (n_z)_e$ — направляющие косинусы вектора единичной нормали треугольного элемента.

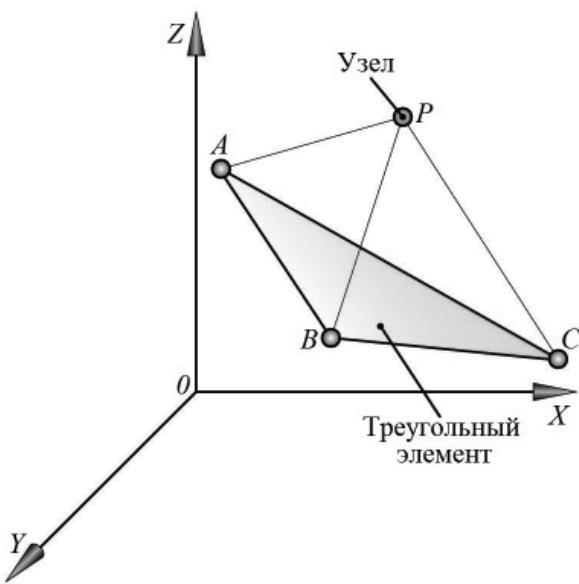


Рис. 1. Расчётная схема для поиска контакта

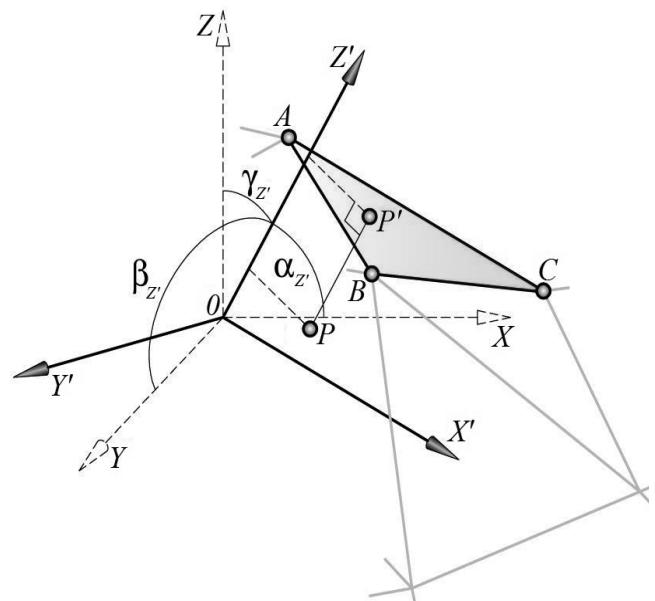


Рис. 2. Расчётная схема для корректировки положения узла конечно-элементной сетки:

$\alpha_{z'}$, $\beta_{z'}$, $\gamma_{z'}$ – углы между осью Z' и осями X , Y , Z соответственно

После того как найдены контактирующие узлы, необходимо наложить ограничения:

в случае прилипания

$$V_x = V_y = V_z = 0;$$

при скольжении узла

$$(\mathbf{V}_k)^T \cdot \mathbf{n}_e = 0,$$

где $(\mathbf{V}_k)^T = \{V_x \ V_y \ V_z\}$ – вектор скорости перемещения k -го узла конечно-элементной сетки; V_x , V_y , V_z – проекции вектора скорости узла.

Для описания механических свойств сверхпластичного материала целесообразно использовать модель вязкопластической среды в виде [4]

$$\begin{cases} \sigma_e = \sigma_0 + \frac{K_T \xi_e^m}{\Omega^P}; \\ \dot{\Omega} = \frac{\omega(1 + A\xi_e^b)}{\Omega^d}, \end{cases}$$

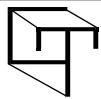
где σ_0 – пороговое напряжение; Ω – обобщённый структурный параметр; для однофазной равнотенсивной структуры под параметром Ω понимают средний размер зерна деформируемого материала; ω , A , P , d , b , K_T , m – обобщённые реологические параметры.

Необходимо отметить, что учёт кинетики роста зёрен является важным аспектом, так как наблюдаемый при деформации рост зёрен приводит к локальному снижению формируемости материала, ухудшению эксплуатационных характеристик получаемых изделий. В некоторых случаях рост зёрен может привести к выходу из режима сверхпластичности.

Таким образом, представленная математическая модель деформирования заготовки газовой средой в режиме сверхпластичности позволяет описывать трёхмерное течение вязкопластических материалов с учётом их структурных изменений, что является важным условием создания новых ресурсосберегающих технологий получения сложнопрофильных тонкостенных изделий ответственного назначения.

Библиографические ссылки

- Смирнов О.М. Сверхпластичность материалов: от реологии к технологиям // Кузнецко-штамповочное производство. 1998. № 2. С. 18–23.
- Kobayashi S., Oh S., Altan T. Metal Forming and the Finite Element Method. New York: Oxford University Press, 1989. 377 р.
- Клованич С.Ф. Метод конечных элементов в нелинейных задачах инженерной механики / Библиотека журнала «Світ геотехніки», 9-й вып. З.: ООО «ІПО «Запорожье», 2009. 400 с.
- Чумаченко Е.Н., Смирнов О.М., Цепин М.А. Сверхпластичность: материалы, теория, технологии. М.: КомКнига, 2005. 320 с.



УДК 621.382.82-181.2

К.А. Неусыпин, д-р техн. наук, В.А. Федорова, канд. техн. наук, Д.О. Шолохов
(Московский государственный технический университет им.Н.Э. Баумана)

neusipin@mail.ru

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ПРОГНОЗА ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Разработаны алгоритмы построения прогнозирующих моделей для информационной системы электроснабжения железной дороги. Алгоритмы основаны на использовании генетического подхода и теории самоорганизации.

Ключевые слова: система электроснабжения железной дороги, самоорганизация, генетический алгоритм.

Prediction models building algorithms for the information system of the railway power supply are developed. Algorithms are based through the use of the genetic approach and self-organization theory.

Key words: railway power supply system, self-organization, genetic algorithm.

Системы управления сложными техническими системами позволяют обрабатывать большое количество разнообразной информации для принятия необходимых управленческих решений, эффективность которых зависит от своевременной и качественной обработки исходной информации. Анализ и обработка информации в сложных технических системах обусловлены необходимостью повысить их эффективность и надёжность. В таких системах большое значение имеют алгоритмы прогнозирования, оценки эффективности, качества и надёжности функционирования и эксплуатации.

Эффективность системы управления динамическими объектами можно повысить с помощью разработки новой элементной базы и синтезом нового, более совершенного алгоритмического обеспечения, включающего алгоритмы обработки измерительной информации, в частности алгоритмы прогнозирования. В практических приложениях использование алгоритмического обеспечения системы управления сопряжено с рядом особенностей, связанных со спецификой объекта приложения управляющих воздействий, в частности не явно выраженной связью элементов. Обработка информации, прогнозирование и контроль основных параметров технического объекта являются важной и дорогостоящей задачей. В статье рассмотрены разработка и применение современных алгоритмов в системе электроснабжения железной дороги (СЭЖД).

Для эффективного решения обозначенного комплекса задач предлагается применить алгоритмы самоорганизации, а также генетические алгоритмы построения прогнозирующих моделей.

Прогнозирование и контроль основных параметров технического объекта являются важной и дорогостоящей задачей, решение которой достигается системным подходом, с помощью теории оптимального управления, теории самоорганизации, генетическими подходами, аналитическими и численными методами, статистическими методами обработки информации и математическими методами обработки оцифрованных данных на ПЭВМ.

Исследование изложенных проблемных вопросов в части разработки методов, алгоритмов и программ, позволяющих прогнозировать появление отказов и накопление остаточных деформаций технических объектов, является важным и актуальным при разработке современных и перспективных систем управления СЭЖД.

Методические основы моделирования СЭЖД. На этапе исследования и проектирования систем при построении и реализации моделей (аналитических и имитационных) применяется метод статистического моделирования (Монте-Карло), который базируется на использовании случайных чисел, т.е. возможных значений некоторой случайной величины с заданным распределением вероятностей [1]. Статистическое моделирование представляет собой метод полу-

чения с помощью ЭВМ статистических данных о процессах, происходящих в моделируемой системе «участок железной дороги – земляное полотно – контактная сеть». Для получения представляющих интерес оценок характеристик моделируемой СЭЖД (значение отклонений параметров контактной сети и положения железнодорожного пути) с учётом воздействий внешней среды статистическая информация обычно обрабатывается методами математической статистики.

В результате статистического моделирования СЭЖД с помощью программного комплекса получают серию частных значений искомых величин или функций, статистическая обработка которых позволяет получить сведения о поведении реального объекта. Если количество измерений достаточно велико, то полученные результаты моделирования системы приобретают статистическую устойчивость и с достаточной точностью могут быть приняты в качестве оценок искомых характеристик системы.

Для решения задач методом Монте-Карло необходимо на ЭВМ получить последовательность выборочных значений случайной величины с заданным распределением. Законы распределения случайных величин обычно моделируют с помощью преобразований одного или нескольких независимых значений равномерно распределённой случайной величины [1, 2].

Метод самоорганизации. В практических приложениях прогнозирование состояния динамического объекта с использованием априорных математических моделей не представляется возможным, поэтому модели необходимо строить в процессе функционирования объекта.

При функционировании динамического объекта в стохастических условиях объём априорной информации о нём, как правило, минимален. Поэтому для экстраполяции целесообразно применять подход самоорганизации [3].

В качестве алгоритмов построения модели объекта предлагаются модификации алгоритма самоорганизации и генетического алгоритма.

Подход самоорганизации характеризуется минимальным объёмом априорной информации, а также возможностью построения моделей без учёта ряда факторов. Подход самоорганизации позволяет строить модель в условиях, когда помеха может превышать полезный сигнал в несколько раз [3].

Методологической основой применения самоорганизации является допущение о том, что вся информация о структуре и функциях системы содержится в таблице наблюдений моделируемой системы, а также в задаваемых критериях выбора модели.

При самоорганизации моделей применяется некоторый генератор моделей-претендентов. Генератор задаёт структуры решений различной сложности. С помощью ансамбля критериев отбираются математические модели – происходит постепенное усложнение моделей с оценкой посредством критериев, минимум которых определяет модель оптимальной сложности. Одним из способов реализации подхода самоорганизации является метод группового учёта аргументов (МГУА) [3].

Алгоритмы самоорганизации отличаются по способу генерации моделей различной сложности. В частности в комбинированных алгоритмах с занулением коэффициентов задаётся некоторое «полное описание» системы, содержащее все переменные состояния. Частные описания получаются из полного при приравнивании нулю коэффициентов полной модели. В многорядном (пороговом) алгоритме МГУА первый ряд моделей состоит из переменных состояния. В следующий ряд проходят модели, являющиеся комбинациями моделей из предыдущего [3].

Генерация множества моделей-претендентов может быть основана на принципах полной и неполной математической индукции. Полная индукция предполагает перебор всех возможных элементарных моделей, а неполная характеризуется тем, что число моделей остаётся выбранной комбинацией опорных функций.

Алгоритмы самоорганизации отличаются также и по используемым ансамблем критериев отбора (иначе – критерии селекции). Многокритериальный выбор модели необходим для того, чтобы повысить помехоустойчивость алгоритмов самоорганизации. Подход самоорганизации основывается на таких понятиях, как теория множественности моделей, геделевские системы, внешнее дополнение и гипотеза селекции [3].

Внешнее дополнение – это требование, предъявляемое одной частью неоднородной системы к другой. Если вторая часть обладает достаточной изменчивостью, то она преобразуется согласно этому требованию. В этом и состоит процесс её самоорганизации. Критерии отбора моделей следует разделить на внутренние и внешние. Если значение критерия вычисляется по тем же данным, которые используются для получения самой модели, то критерий называется внутренним. Наиболее часто используемым внутренним критерием является критерий среднеквадратичного отклонения и наибольшего правдоподобия [3].

Если значение критерия вычисляется на точках, не участвовавших в образовании модели, то такой критерий называется внешним. Минимум внешнего критерия соответствует структуре модели оптимальной сложности.

Для выбора структуры модели следует использовать только внешние критерии, так как в противном случае исследователь попадает в ситуацию: «чем сложнее модель, тем она точнее», что приводит к генерации неоправданно переусложнённых моделей.

Только внешние критерии могут привести к единственной модели оптимальной сложности, причём глубина минимума внешнего критерия может служить мерой достоверности модели.

В алгоритмах самоорганизации используется разделение исходных данных на две части (обучающую и проверочную последовательности). При этом на одной из них строятся модели и рассчитываются значения внутренних критериев, а другая служит для образования внешнего дополнения. Для того чтобы провести такое деление оптимальным способом, необходимо ещё одно внешнее дополнение и т. д. [3].

Наиболее часто применяются такие внешние дополнения, как указание структуры модели, выбор модели по доверительному интервалу, метод псевдоподобных матриц и т. п.

Гипотеза селекции основана на законах эволюции видов в природе, в частности на принципах искусственной селекции растений и животных.

Гипотеза селекции в детерминированной постановке утверждает, что воздействия, не прошедшие порогового самоотбора (при оптимальном его значении) в предыдущем ряду, не участвуют в образовании самого лучшего результата в следующем ряду.

В общем случае гипотеза селекции имеет вероятностный характер. Чем больше величина данной переменной превышает порог, тем больше вероятность того, что именно она несёт в себе информацию о самом лучшем (оптимальном) решении. Каждый порог имеет единственную оптимальную настройку, соответствующую максимуму точности результата [4]. Определим систему (или программу) самоорганизации, которая имеет многорядную или иерархическую структуру алгоритма, в каждом ряду которой используются пороговые самоотборы полезной информации. Чтобы сделать самоотборы эффективными, применяется один или несколько генераторов случайных комбинаций. Вследствие этого сложность моделей с каждым рядом увеличивается. Если комбинаций не очень много, то осуществляется полный их перебор [3,4].

Принцип самоорганизации моделей определяется следующим образом: при постепенном усложнении моделей (например, увеличении степени полинома) значение внутренних критериев (при наличии шума) монотонно убывает. В тех же условиях все внешние критерии проходят через свои минимумы (экстремумы), что и позволяет определить модель оптимальной сложности, единственную для каждого критерия [3].

В алгоритме предложено использовать редуцированный набор базисных функций, который определяется из практических соображений на основе анализа характера изменения исследуемых параметров, полученных в процессе полунатурального эксперимента.

Таким образом, разработан простой алгоритм самоорганизации. Результаты математического моделирования классического алгоритма самоорганизации и алгоритма с резервированием трендов подтвердили работоспособность и достаточно высокую точность при упрощении алгоритма за счёт выбора адекватных базисных функций, использования более простых моделей-претендентов с предыдущих рядов селекции и сокращения объёма вычислений.

Генетический алгоритм. Для решения поставленных задач можно использовать также генетические алгоритмы построения моделей [4]. В основу системы прогнозирования могут быть положены генетические алгоритмы многопараметрического поиска решений, адекватно описывающих значения технологических параметров СЭЖД в координатном пространстве, которые позволяют находить отклонения параметров от номинальных значений без излишних вычислительных затрат.

Генетические алгоритмы оперируют с популяцией оценок потенциальных решений (индивидуумов), используя принцип «выживает наиболее приспособленный». На каждом шаге алгоритма образуется новое множество приближений, создаваемое с помощью процесса отбора индивидуумов согласно уровню их пригодности. Операндом генетического алгоритма является ген G (закодированная оценка того или иного осложнения технологического режима), объединённый в «хромосому» n -мерный вектор \bar{S} .

На предварительном этапе выявляются отклонения, подлежащие оценке, из которых формируется структура хромосомы. Учитывая естественное ограничение (дискретность пространства диагностического поиска не может превышать физического, которое обусловлено наличием датчиков по длине $l < c$), каждому участку сети между замерными пунктами поставлен в соответствие геном $\{P, T, U, K, N\}$, состоящий из пяти генов:

U – скорость; P – состояние полотна; T – тоннаж; K – климатические условия; N – накопление повреждений.

Область всех значений генов G унифицирована, что обеспечивает возможность применения операторов генетических алгоритмов между ними. Размерность кода зависит от требуемой точности оценки прогнозируемых параметров. Значение кода генов G определяет количественную оценку осложнения, которая может быть пропорциональной или прогрессивной. Пропорциональное

кодирование целесообразно применять для тоннажных и климатических воздействий. Прогрессивное кодирование более предпочтительно для скоростных, грунтовых сдвигов, деформаций пути и пр. По накоплениям отклонений формируется структура хромосомы. После чего для каждого участка КС оценивается максимально возможный уровень отклонения, которому ставится в соответствие максимальное значение кода: для тоннажных – это длина всех участков пути; для скоростных – длина всех участков КС; для накопления повреждений рекомендовано принять предельную оценку отклонения параметров железнодорожного полотна; для климатических условий целесообразно брать значения статистических данных.

В качестве алгоритма построения прогнозирующей модели выбран генетический алгоритм с резервированием удачных моделей. Используемый генетический алгоритм представляет собой алгоритм с высоким коэффициентом жёсткости отбора. Для повышения точности алгоритма используется резервирование нескольких самых удачных моделей на каждом ряду селекции. Зарезервированные модели участвуют в кроссинговере на каждом следующем ряду селекции. Подобная модификация позволяет синтезировать компактный генетический алгоритм, незначительно теряющий в точности построения модели и выигрывающий в быстродействии по сравнению с классической схемой реализации генетического алгоритма [4, 5].

Результаты математического моделирования классического алгоритма самоорганизации и алгоритма с резервированием трендов подтвердили

работоспособность и достаточно высокую точность при упрощении алгоритма за счёт выбора адекватных базисных функций, использования более простых моделей-претендентов с предыдущих рядов селекции и сокращения объёма вычислений.

Применение генетического алгоритма позволяет получить более высокую точность, но приводит к увеличению вычислительных затрат.

Генетические алгоритмы оперируют с популяцией оценок потенциальных решений (индивидуумов), используя принцип «выживает наиболее приспособленный». На каждом шаге алгоритма образуется новое множество приближений, создаваемое с помощью процесса отбора индивидуумов согласно их уровню пригодности.

Результаты математического моделирования, так же как в случае моделирования алгоритмов самоорганизации, подтвердили высокую эффективность выбранного генетического алгоритма.

Библиографические ссылки

1. Неймарк Ю.И., Коган Н.Я., Савельев В.П. Динамические модели теории управления. М.: Наука, 1985. 400 с.
2. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. М.: Статистика, 1975. 352 с.
3. Ивахненко А.Г., Мюллер Й.Я. Самоорганизация прогнозирующих моделей. Киев: Техника, 1985. 375 с.
4. Сергеев С. А., Махотило К.В. Генетические алгоритмы в синтезе прямолинейных нейронных сетей. Новые информационные технологии в науке, образовании и бизнесе // Труды тридцатой междунар. конф. Ялта, 1996. С. 338–342.
5. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. М.: Наука, 1994. 236 с.



ЭНЦИКЛОПЕДИЯ “МАШИНОСТРОЕНИЕ”

ТОМ IV-23. "ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ".

П.С. Анисимов, В.А. Винокуров, В.И. Воробьев и др.

Под ред. Б.А. Левина, П.С. Анисимова

2008. – 656 с.: ил ISBN: 978-5-217-03384-3

Цена 1000 р.

Приведены особенности проектирования и конструкций подвижного состава железных дорог мира: тепловозов, электровозов, электропоездов различных типов, перспективных локомотивов, грузовых и пассажирских вагонов, их несущих конструкций, ходовых частей, тормозов, тягового и электрического оборудования, систем управления, транспортных систем с магнитным подвешиванием и линейным электроприводом.

Рассмотрены тенденции и перспективы развития железнодорожного транспорта, в том числе высокоскоростного.

Приобрести книгу по цене издателя можно, прислав заявку в отдел продаж, маркетинга и рекламы:
по почте: 107076, г. Москва, Стромынский пер., 4; по факсу: (499) 269-48-97; по e-mail: realiz@mashin.ru

Дополнительную информацию можно получить по телефонам: (499) 269-66-00, 269-52-98 и на сайте WWW.MASHIN.RU

УДК 681.5.013, 621.7-52, 681.518

Ю.И. Дегтярев, д-р техн. наук, проф. (Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы, г.Москва), **О.В. Фахурдинов** (Московский авиационный институт (государственный технический университет))

olegator2k@gmail.com

УПРАВЛЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ ПРИ НЕРЕГУЛЯРНЫХ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Рассмотрена задача управления автоматизированными информационными системами (АИС), выделены особенности управления этими системами, изучена возможность применения классических подходов теории управления к АИС.

Ключевые слова: автоматизированная информационная система, управление, внешние воздействия, событийный подход.

Automatic information systems (AIS) management task is considered, these systems management features are distinguished, the application possibility of the management theory classical approaches for AIS is studied.

Key words: automatic information system, management, external influence, event-trigger approach.

Теория и практика управления процессами и объектами материального мира прошли развитие от простейших схем автоматического регулирования до сложных автоматизированных систем обеспечения различных видов деятельности.

Многие базовые понятия сформировались в период ускоренного развития авиационно-космической техники. Оставаясь неизменными в своей основе, они расширялись и дополнялись элементами, отражавшими суть новых запросов практики, меняющегося понимания управленческих задач и способов их исследования.

В последнее время своеобразным (и весьма распространённым) объектом управления становятся автоматизированные информационные системы (АИС) различного назначения, позволяющие оперативно собирать нужную информацию, обеспечивать удобный и быстрый доступ к ней, проводить её обработку, анализировать получаемые результаты, а также осуществлять другие функции. В целом, всё более широкое использование АИС может рассматриваться как одна из главных современных тенденций.

Одновременно с этим возрастает и сложность АИС. Поэтому требуется создание специализированных средств управления для осуществления как контрольных функций, так и подстройки под изменяющиеся условия внешней среды. Такого рода управление включает не только решение проблем на программно-техническом уровне, но и организационно-методические действия по разработке новых регламентов пользования информационной системой, подготовке персонала, аналитической оценке качества функционирования системы и способов его улучшения. Всё это указывает на необходимость определения принципов

организации управления информационными системами на современном этапе их развития.

Существует «установленное» определение общего понятия «информационная система» (ИС). Так, в тексте Федерального закона Российской Федерации от 27 июля 2006 г. N 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» говорится следующее: «информационная система — совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих её обработку информационных технологий и технических средств».

Исходя из того, что в любом случае основной задачей ИС является удовлетворение информационных потребностей отдельных лиц или коллективов (в частности, административных органов), что современные ИС де-факто немыслимы без использования баз данных (БД) и систем управления (СУБД) и что ИС неотделимы от соответствующих программно-технических комплексов (ПТК), реализующих выбранные (разработанные) информационные технологии (ИТ) при непосредственном участии квалифицированного персонала, можно дать научно-практическое понимание АИС как систем, объединяющих всё это и нацеленных на выполнение разнообразных функций информационного и организационного плана в автоматизированном (с участием человека) режиме.

Управление информационными системами, включая АИС, должно быть организовано в соответствии со сложившимися представлениями о состояниях управляемого объекта, входных и выходных величинах, возможных возмущающих воздействиях, обратных связях и других атрибутах классических схем (рис. 1), но в то же время

отражать специфику АИС и учитывать природу процессов, происходящих как в системе, так и в окружающей среде.

В первую очередь следует сказать о том, что применительно к АИС управляющие воздействия и реакции на них объекта управления являются некоторыми информационными сообщениями, а не аналоговыми или цифровыми сигналами. Формализация таких сообщений (приведение их к предикативной форме) практически невозможна (особенно, когда речь идёт об административной деятельности), поэтому необходимо включение групп специалистов (квалифицированного персонала) в процессы передачи и преобразования информации, циркулирующей в контурах управления, что накладывает отпечаток на все элементы схемы (см. рис. 1). Если учесть ещё и присутствие пользователей АИС, для которых важно уменьшить неопределенности (энтропию) своих состояний за счёт взаимодействия с АИС, то преобразованная (расширенная) схема управления АИС принимает более полный (обобщённый) вид (рис. 2), сохраняя все характерные детали и особенности понятийного аппарата теории управления. С этой точки зрения полезно обратиться к часто используемому понятию «состояние объекта», вводимому на интуитивном уровне и отождествляемому с его внутренней характеристикой, которая необходима для оценки текущих и будущих реакций на предполагаемые воздействия. Подобная трактовка представляется важной для дальнейшего обсуждения концептуальных вопросов организации управления информационными системами.

Отмеченные выше обстоятельства влияют на результаты работы АИС и на возможные подходы к их оценке (а следовательно, и к оценке качества функционирования АИС). В общем случае можно говорить о предоставлении некой комплексной информационной услуги пользователям АИС, включающей такие составляющие, как полнота, точность, актуальность выходной информации, модифицируемость системы, её быстродействие и т.п. Отправной точкой оценки качества (эффективности) АИС может служить ГОСТ 24.104–85 «Автоматизированные системы управления. Общие требования».

Важную роль в изучении рассматриваемого объекта управления (АИС) играет описание внешних воздействий (см. рис. 2). В данном случае таковыми являются различные материалы, предписания и указания, приходящие извне. Эти воздействия порождаются как неконтролируемыми внешними силами (действиями конкурентов, изменениями нормативных документов, ведомственными установками и т. п.), так и внутренними усилиями, направленными на повышение эффективности работы системы и отражаемыми в соответствующих мероприятиях, инструкциях, практических действиях. Очевидно, вопрос о том, каким образом формируются и откуда приходят внешние воздействия, неактуален, интерес представляет природа и непосредственное содержание того или иного воздействия.

Применительно к общей схеме управления (см. рис. 2) можно предложить несколько вариантов развития событий. В ответ на внешнее воздействие управляющая система вносит изменения в

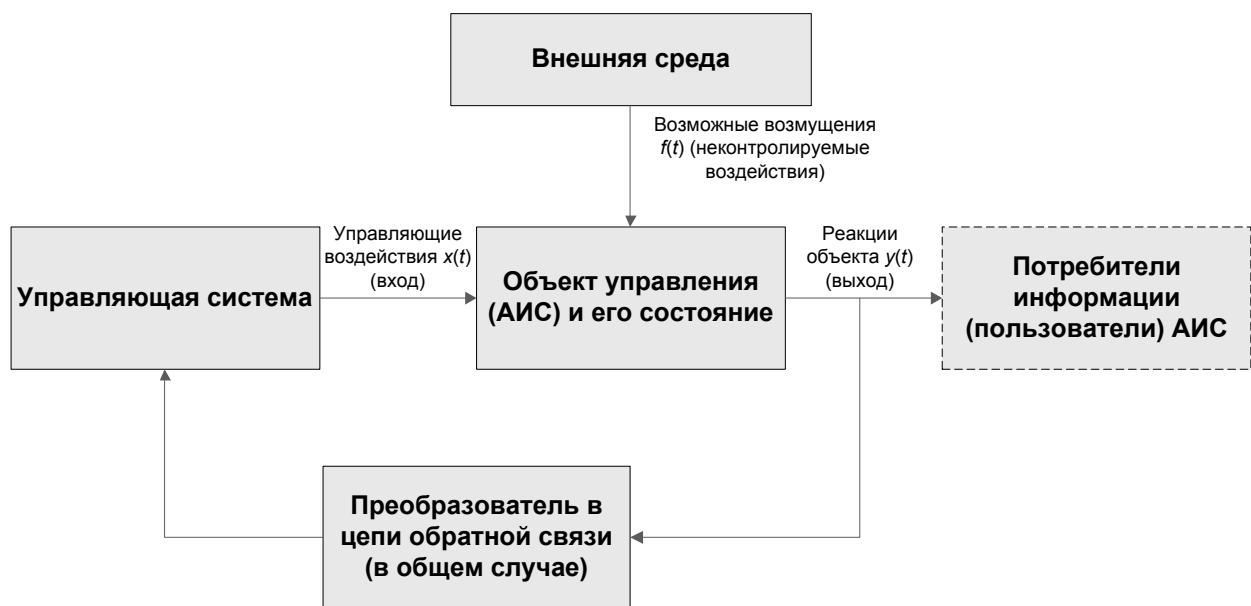


Рис. 1. Классическая схема управления по возмущению применительно к автоматизированным информационным системам

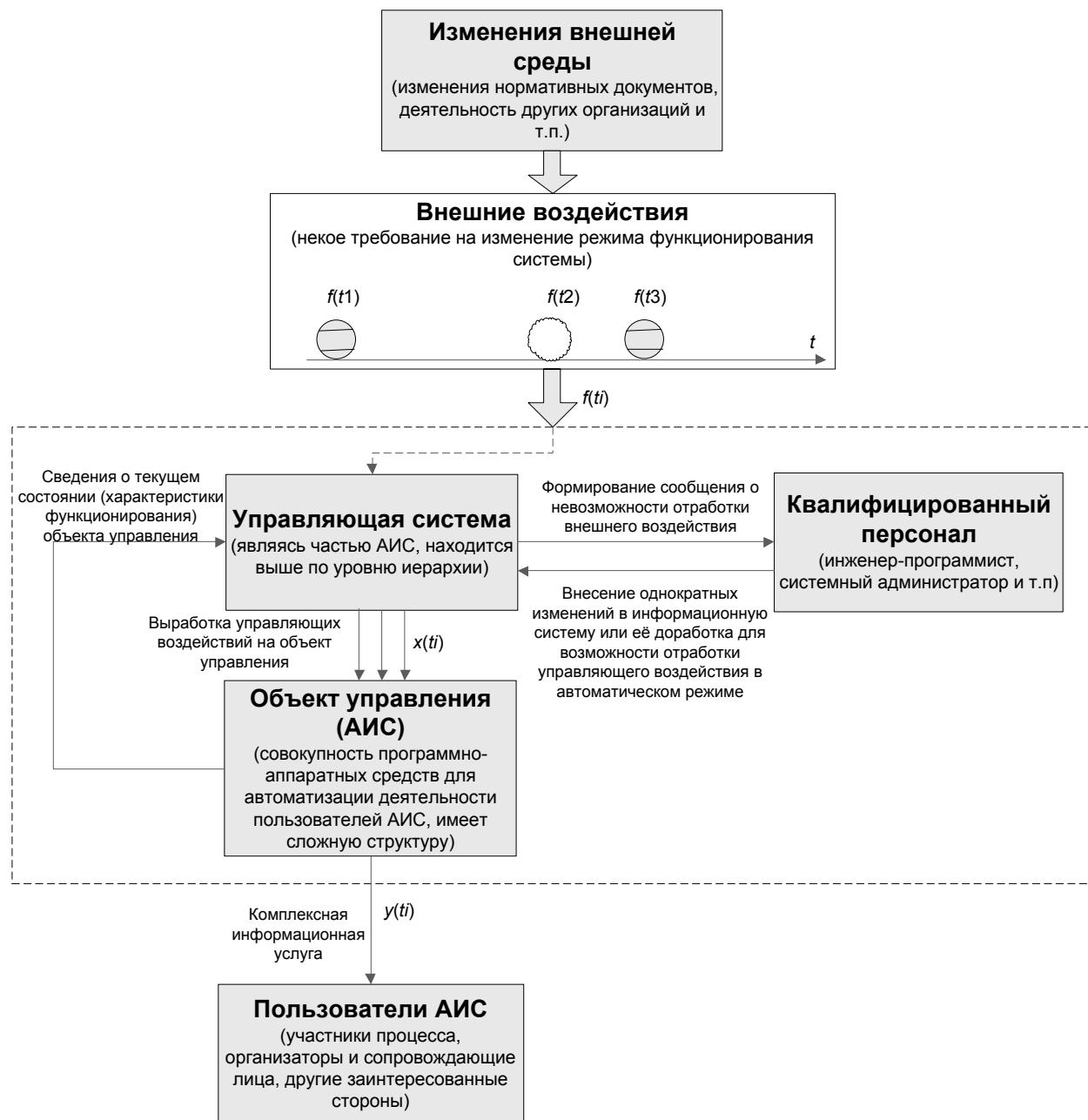


Рис. 2. Обобщённая схема управления автоматизированными информационными системами

параметры функционирования объекта управления, а возможно и меняет его структуру. Также может возникать ситуация, когда управляющая система не способна сформировать (выбрать) реакцию. Это вполне нормально для случаев быстро и сильно меняющейся реальности, и тогда в действие вступает обслуживающий персонал (специализированная «команда») для проведения анализа ситуации и внесения либо однократных изменений в параметры системы (когда происходит утрата структурированности воздействия), либо изменений алгоритмов управления для дальнейшей отработки подобных внешних воздействий в автоматическом режиме. Таким образом,

выделяются по крайней мере два типа внешних воздействий в соответствии с возможностью их автоматической отработки системой управления:

структурированные внешние воздействия – такие, которые «понятны» системе управления и для которых определён способ ответной реакции; они практически равнозначны непосредственно управляющим воздействиям, потому что допускают формализованные преобразования в нужных направлениях, будучи представленными в некотором установленном для них формате;

неструктурированные внешние воздействия – такие, которые не могут быть отработаны в автоматическом режиме и требуют вмешательства

квалифицированного персонала для формирования управляющих воздействий; в результате отработки неструктурированных воздействий может возникать новый параметр системы (то, что ранее считалось константой) или новая процедура изменения структуры системы; тем самым постепенно неструктурированные воздействия приводятся к структурированной форме, и этот процесс можно назвать эволюцией структуры управляющей системы в сторону расширения возможностей автоматизированного управления.

Отметим, что появление принципиально новых внешних воздействий должно вызывать изменение именно параметров системы, а не её структуры. Однако если эти воздействия приобретают систематический характер, то более эффективной может быть перестройка структуры управляющей системы.

Структурные изменения чаще всего требуются для подготовки платформы к внесению дальнейших ручных изменений в соответствии с новым технологическим процессом обработки информации в системе. Например, как показано на рис. 3, в результате отработки внешних воздействий $f(t1)$ и $f(t2)$ технологический процесс изменяется с начального $S(t0)$ на $S(t2)$.

Таким образом, внешние воздействия по их влиянию на систему можно разделить на

параметрические – когда изменяются лишь определённые параметры управляемой системы;

структурные – когда изменения вносятся в технологический процесс обработки информации, что требует изменения структуры управляемой системы;

специализированные – когда изменения однократные и не могут быть formalизованы для дальнейшей автоматической обработки.

Структурированные внешние воздействия всегда являются параметрическими или структурными, неструктурированные могут относиться к любому из предложенных типов.

Одним из вариантов организации управления информационными системами в условиях отмеченной специфики внешних и управляющих воздействий стал событийный подход. Событием в данном случае является запись в базе данных о внешнем изменении (воздействии) – с указанием его параметров. Событие – это некоторый прообраз управляющего воздействия, потому что включает информацию о дате происхождения и сути изменений в системе в соответствии с возмущениями внешней среды.

В общем виде запись события в базе данных содержит следующие поля:

идентификатор события;

тип события;

дату наступления события;

дату окончания события (необязательно).

В качестве примера на рис. 4 приведено общее описание события для системы управления конкурсным процессом (конкурсы проходят ежегодно или один раз в несколько лет).

От того, наступило или ещё не закончилось то или иное событие, зависят отображение и характер поведения различных функциональных блоков системы, возможность включения тех или иных её функций, получение определённых видов статистики, значения параметров системы.

Применение событийного подхода достаточно эффективно при циклическом или хорошо предсказуемом характере управляемого процесса, так как заранее известен список событий и способы реакции системы. В частности, при применении этого подхода к управлению конкурсным процес-

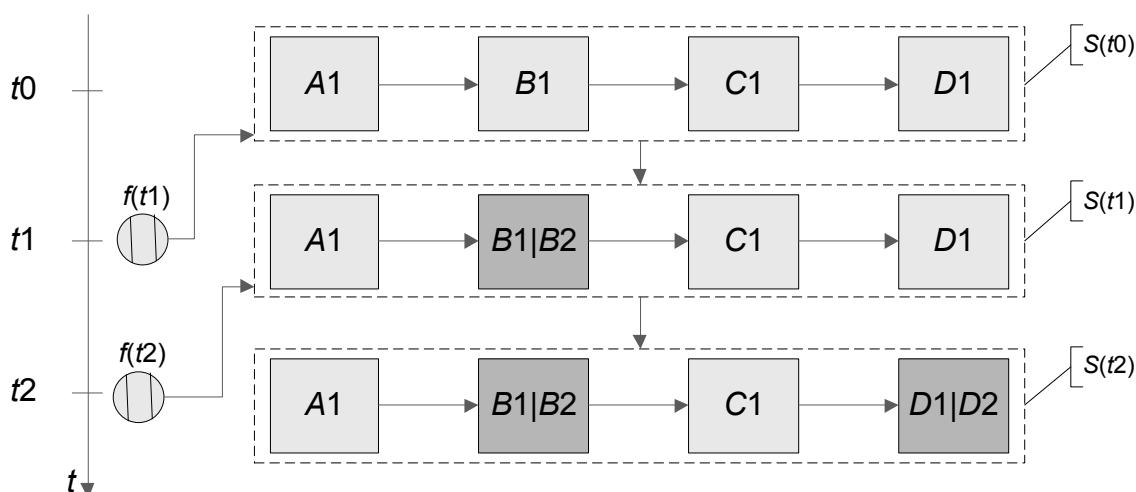


Рис. 3. Изменение технологического процесса обработки информации в результате отработки внешних воздействий

Идентификатор события	Тип события	Год события	Вид конкурса	Дата наступления события	Дата окончания события	Дополнительные параметры события
-----------------------	-------------	-------------	--------------	--------------------------	------------------------	----------------------------------

Рис. 4. Структура записи события для системы управления конкурсным процессом

сом можно выделить такую циклическую последовательность событий, как «заявочная кампания» – «экспертиза заявок» – «объявление результатов конкурса» – «заключение договоров на финансирование» – «финансирование» – «сбор годовых отчётов» – «экспертиза годовых отчётов» – «объявление результатов экспертизы годовых отчётов».

Событийный подход достаточно универсален за счёт использования произвольных дополнительных атрибутов события и в целом показал себя удобным и эффективным способом управления, хорошо отражающим принятую модель управления информационными системами.

Описанная система во многом укладывается в представления классической теории управления. В частности, в ней можно выделить объект управления, внешние и управляющие воздействия, определить некоторые выходные параметры. Однако существует ряд особенностей, не позволяющих применять хорошо известные математические методы. К числу таких особенностей относится невозможность представить в функциональном или числовом виде воздействия на систему и её выходные параметры (и, как следствие, необходимость обязательного участия человека в преобразовании этих воздействий к виду, пригодному для обработки системой). Кроме того, следует отметить и нестационарность внешних воздействий (они приходят в произвольные моменты времени, и невозможно заранее предугадать ни момент появления, ни содержимое и форму воздействия). Соответствен-

но, качество функционирования системы оценивается не регулярно, а после отработки внешних воздействий. С учётом сказанного можно сделать вывод, что к рассматриваемой системе невозможно напрямую применить формализованные методы классической теории управления, а необходимо подбирать индивидуальные способы организации управления (эмпирические), которые могут включать элементы методов классической теории управления на определенных этапах управления.

Таким образом, информационные системы в настоящее время – это основное средство работы с информацией. Их состав и структура, а также выполняемые ими функции непрерывно расширяются, поэтому необходимо иметь возможность эффективного управления подобными системами с учётом изменения воздействий внешней среды. Это достаточно сложная задача, не в полной мере укладывающаяся в рамки классической теории в силу сложности приведения к формализованному виду как входных воздействий, так и выходных результатов функционирования системы. Поэтому для её решения требуется формирование некоторого гибридного подхода, предполагающего обязательное участие в протекающих процессах человека с постепенной формализацией решаемых задач управления. Одним из подходов к такой постепенной формализации является событийный подход за счёт хорошего отражения модели функционирования информационной системы при нестационарном потоке событий.



ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕМНЫХ ГИДРОПРИВОДОВ

(Библиотека конструктора).

М.Е. Гайдо

300 с. ISBN: 978-5-94275-427-3

Цена 440 р.

Приведены классификация объемных гидроприводов; правила выполнения их схем; математическое описание процессов, происходящих при работе гидроприводов; типовые схемные решения, используемые при проектировании объемных гидроприводов; выбор параметров и исследование характеристики работы объемных гидроприводов различного назначения и исполнения при разных условиях нагружения; применение САПР при проектировании гидроприводов.

Для инженеров-конструкторов, изготавителей, а также обслуживающего персонала гидрооборудования, может быть полезна преподавателям и студентам вузов.

Приобрести книгу по цене издателя можно, прислав заявку в отдел продаж, маркетинга и рекламы:

по почте: 107076, г. Москва, Строгинский пер., 4; по факсу: (499) 269-48-97; по e-mail: realiz@mashin.ru

Дополнительную информацию можно получить по телефонам: (499) 269-66-00, 269-52-98 и на сайте WWW.MASHIN.RU

УДК 621.382

В.А. Васин, канд. техн. наук, **Е.Н. Ивашов**, д-р техн. наук, проф., **С.В. Степанчиков**, канд. техн. наук, доц. (Московский государственный институт электроники и математики (технический университет))

vacuumWa@list.ru

АВТОМАТИЗАЦИЯ НАНЕСЕНИЯ ТОНКОПЛЁНОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ В СОВРЕМЕННЫХ ВАКУУМНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Представлена математическая модель сложных перемещений исполнительного устройства автоматизированного вакуумного технологического оборудования, позволяющая управлять равномерностью нанесения тонкоплёночных покрытий с целью её повышения. Показаны технологические преимущества ℓ -координатных исполнительных устройств в сравнении с планетарными компоновками и основные пути управления и повышения равномерности нанесения тонкоплёночных покрытий в современных вакуумных технологиях.

Ключевые слова: современные вакуумные технологии, автоматизированное оборудование, тонкоплёночные покрытия, ℓ -координатные исполнительные устройства, испаритель для вакуумных установок.

Mathematical model of the executor complex movements for the automatic vacuum technological equipment is introduced. The model permits to control of the thin-film coating deposition uniformity meant to uniformity increase. Technological features of the ℓ -coordinate executors in comparison with planetary arranging and basic ways of the control and the thin-film coating deposition uniformity increase for modern vacuum technology are shown.

Key words: modern vacuum technology, automatic equipment, thin-film coating, ℓ -coordinate executors, evaporator for vacuum equipment.

Получение высококачественных и воспроизводимых по электрофизическим параметрам тонкоплёночных покрытий является одним из важнейших технологических процессов формирования структур элементов интегральных микросхем. При выполнении технологических операций брак особенно экономически ощутим и должен быть сведён к минимуму.

Для реализации вакуумных технологий нанесения тонкоплёночных покрытий разрабатывается специальное вакуумное оборудование периодического полунепрерывного и непрерывного действия, на котором можно наносить несколько различных по составу и свойствам слоёв из различных источников в едином технологическом цикле [1].

Существенное повышение эксплуатационных характеристик оборудования для производства приборов электронной техники достигается за счёт применения ℓ -координатных исполнительных устройств [2].

Кинематические и функциональные возможности ℓ -координатных исполнительных устройств на шесть степеней подвижности позволяют эффективно использовать их для автоматизации процесса нанесения тонкоплёночных покрытий в современных вакуумных технологиях [3].

Исходными предпосылками при разработке математической модели сложных перемещений ℓ -координатного исполнительного устройства для автоматизированного процесса нанесения тонкоплёночных покрытий в вакууме являются:

поток испаряемого вещества и связанная с ним толщина нанесённого тонкоплёночного покрытия на поверхности неподвижной подложки подчиняются закону Кнудсена;

временная нестабильность испарителя достаточно мала и поэтому скорость осаждения вещества в любой точке подложки считается постоянной во времени.

миграция атомов на поверхности подложки и вторичное их испарение с поверхности подложки незначительно.

С учётом приведённых предпосылок рассмотрим движение исполнительного устройства для процесса нанесения тонкоплёночных покрытий, изображённого на рис. 1. Введём две системы координат – неподвижную $O\xi\eta\zeta$ и подвижную систему координат $O_1x_uy_z$, связанную с подложкой M . Точка O_1 совпадает с центром тяжести подложки M .

В точке $O_1(\xi_i, \eta_i, \zeta_i)$ находится испаритель, при работе которого вещество осаждается на подложку со скоростью

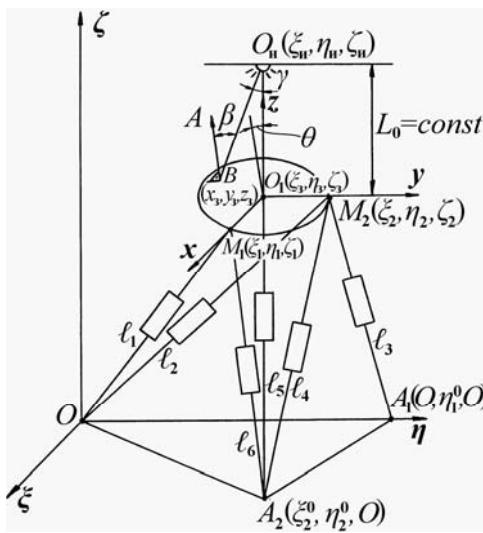


Рис. 1. Схема исполнительного устройства для автоматизированного оборудования нанесения тонкоплёночных покрытий

$$V = \frac{\mu \cos \beta \cdot \cos \gamma}{\pi j L^2} \text{ см/с,}$$

где μ – поток вещества, г/с; β – угол между направлением луча испарителя, соединяющего точку O_i и элементарную площадку и нормалью к поверхности элементарной подложки; γ – угол между направлением луча испарителя, соединяющего точку O_i и элементарную площадку нормально к поверхности испарения; j – плотность осаждаемого вещества, г/см³; L – расстояние от испарителя до элементарной площадки, см.

Толщина слоя нанесённого тонкоплёночного покрытия на подложке в точке с координатами x_B , y_B , z_B в зависимости от промежутка времени Δt определяется по формуле:

$$\Delta \delta(x_B, y_B, z_B, t) = V(L, \beta, \gamma) \Delta t.$$

В целом, за время τ толщина слоя составит

$$\begin{aligned} \delta(x_i, y_j, z_k, t) &= \\ &= \frac{\mu}{4\pi \cdot j} \int_0^\tau \frac{\cos \beta(x_i, y_j, z_k, t) \cos \gamma(x_i, y_j, z_k, t)}{L^2(x_i, y_j, z_k, t)} dt. \end{aligned}$$

Координаты точки x_i , y_j , z_k подложки в неподвижной системе координат можно записать:

$$\begin{aligned} \xi_B &= \xi_3 + x_B(\cos \psi \cdot \cos \phi - \cos \theta \cdot \sin \psi \cdot \sin \phi) + \\ &+ y_B(-\cos \psi \cdot \sin \phi - \cos \theta \cdot \sin \psi \cdot \cos \phi) + z_B j \sin \theta \cdot \sin \psi; \\ \eta_B &= \eta_3 + x_B(\sin \psi \cdot \cos \phi + \cos \theta \cdot \cos \psi \cdot \sin \phi) + \\ &+ y_B(-\sin \psi \cdot \sin \phi + \cos \theta \cdot \cos \psi \cdot \cos \phi) - z_B j \sin \theta \cdot \cos \psi; \\ \zeta_B &= \zeta_3 + x_B j \sin \theta \cdot \sin \phi + y_B j \sin \theta \cdot \cos \phi + z_B j \cos \theta. \end{aligned}$$

Добавим к этим трём выражениям кинематические уравнения Эйлера, определяющие зависимость между проекциями угловой скорости на соответствующие оси подвижной системы координат x , y , z , углами Эйлера ϕ , ψ , θ и их производными во времени:

$$w_x = \dot{\psi} \sin \theta \sin \phi + \dot{\theta} \cos \phi;$$

$$w_y = \dot{\psi} \sin \theta \cos \phi - \dot{\theta} \sin \phi;$$

$$w_z = \dot{\psi} \cos \theta + \dot{\phi}.$$

При этом угол β определяется из скалярного произведения двух векторов

$$\bar{n}(\xi_A - \xi_B, \eta_A - \eta_B, \zeta_A - \zeta_B)$$

$$\bar{L}(\xi_i - \xi_B, \eta_i - \eta_B, \zeta_i - \zeta_B);$$

$$\begin{aligned} \cos \beta &= \frac{\bar{n} \cdot \bar{L}}{|\bar{n}| \cdot |\bar{L}|} = (\xi_A - \xi_B)(\xi_i - \xi_B) + \\ &+ (\eta_A - \eta_B)(\eta_i - \eta_B) + (\zeta_A - \zeta_B)(\zeta_i - \zeta_B) / \\ &/ \sqrt{(\xi_A - \xi_B)^2 + (\eta_A - \eta_B)^2 + (\zeta_A - \zeta_B)^2} \times \\ &\times \sqrt{(\xi_i - \xi_B)^2 + (\eta_i - \eta_B)^2 + (\zeta_i - \zeta_B)^2}. \end{aligned}$$

Угол γ определяется через

$$\cos \gamma = \frac{\zeta_i - \zeta_B}{L},$$

$$\text{где } L = \sqrt{(\xi_i - \xi_B)^2 + (\eta_i - \eta_B)^2 + (\zeta_i - \zeta_B)^2}.$$

Текущие значения длин тяг (см. рис. 1) определяются по формулам:

$$\ell_1 = \sqrt{\xi_1^2 + \eta_1^2 + \zeta_1^2};$$

$$\ell_2 = \sqrt{\xi_2^2 + \eta_2^2 + \zeta_2^2};$$

$$\ell_3 = \sqrt{\xi_3^2 + (\eta_2 - \eta_1^0)^2 + \zeta_2^2};$$

$$\ell_4 = \sqrt{(\xi_2 - \xi_2^0)^2 + (\eta_2 - \eta_2^0)^2 + \zeta_2^2};$$

$$\ell_5 = \sqrt{(\xi_3 - \xi_2^0)^2 + (\eta_3 - \eta_2^0)^2 + \zeta_3^2};$$

$$\ell_6 = \sqrt{(\xi_1 - \xi_2^0)^2 + (\eta_1 - \eta_2^0)^2 + \zeta_1^2}.$$

Решая последнее уравнение компьютерным методом получим циклограмму изменения ℓ_i .

Характер распределения нанесённого тонкоплёночного покрытия на поверхности подложки представлен на рис. 2 (для случая неизменности угла нутации j и при его изменении). При выборе правильного закона распределения разнотолщина не превышает 7 %.

На рис. 3 представлена схема автоматизированной вакуумной технологической установки нанесения тонкоплёночных покрытий, на которой реализована математическая модель сложных перемещений. Основными функциями ℓ -координатного исполнительного устройства являются:

захват подложки с передающего манипулятора;

перенос подложки в зону нанесения тонкоплёночного покрытия (эпитетаксиального роста);

выполнение сложного движения с целью повышения равномерности тонкоплёночного покрытия.

С учётом того, что толщина осаждённого вещества на подложке в любой точке подложки с координатами x, y, z должна быть величиной постоянной, получим выражения для текущих значений ℓ_i .

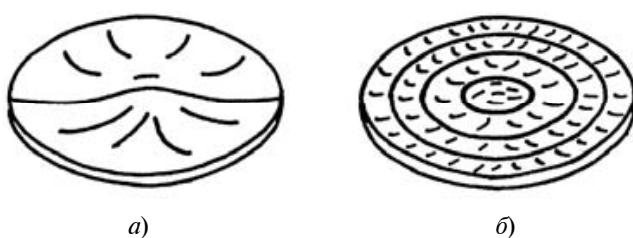


Рис. 2. Характер распределения тонкоплёночного покрытия на поверхности подложки:

а – без изменения угла нутации;
б – при изменении угла нутации

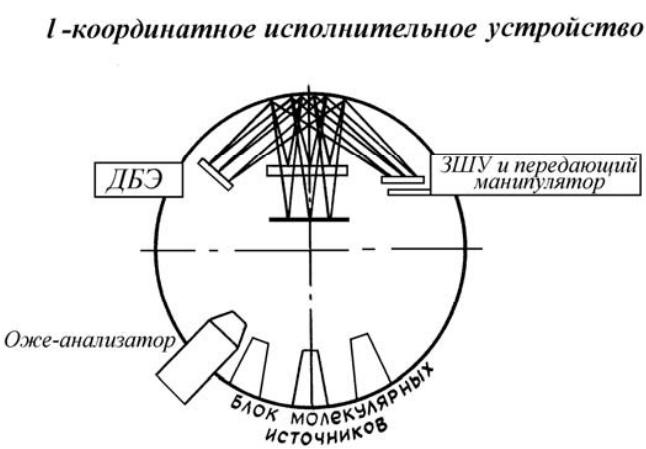


Рис. 3. Схема автоматизированной вакуумной технологической установки

В относительных единицах, текущие значения длин тяг ℓ_i при заданном угле нутации θ и угле прецессии $0 \leq \psi \leq 2\pi$ имеют вид, показанный на рис. 4–6.

Для создания такого сложного движения используются шаговые двигатели с автоматизированной системой управления временными интервалами между шагами.

Технологические преимущества ℓ -координатных исполнительных устройств по сравнению с обычными планетарными компоновками представлены в табл. 1.

Таким образом, с помощью ℓ -координатных исполнительных устройств можно воспроизвести любой закон движения с любой заданной толщиной нанесённого покрытия, исходя из заданного закона распределения толщины нанесённого покрытия.

Наряду с перемещением подложкодержателя возможно также перемещение источника испаряемого материала по заданному закону движения, что также обеспечивается применением ℓ -координатных исполнительных устройств.

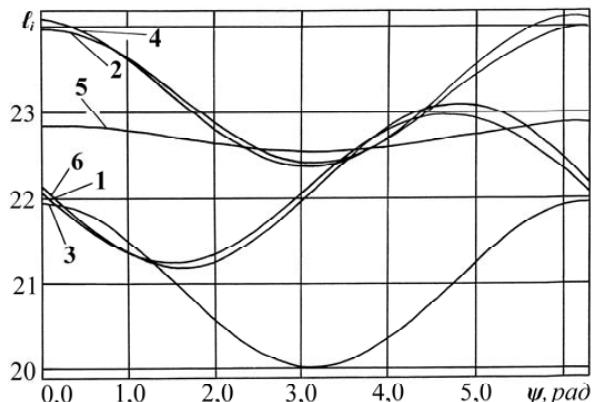


Рис. 4. Текущие значения длин тяг ℓ_i при угле нутации $\theta = \pi/16$

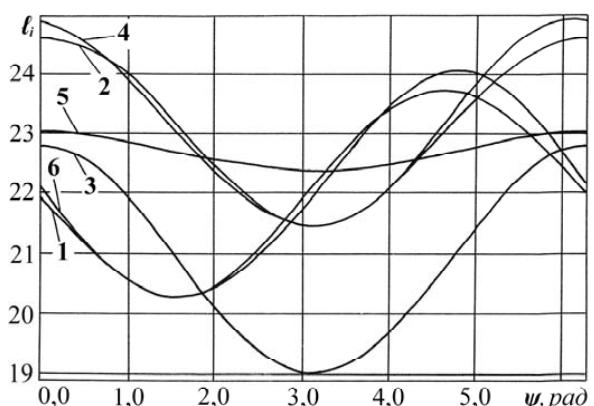


Рис. 5. Текущие значения длин тяг ℓ_i при угле нутации $\theta = \pi/8$

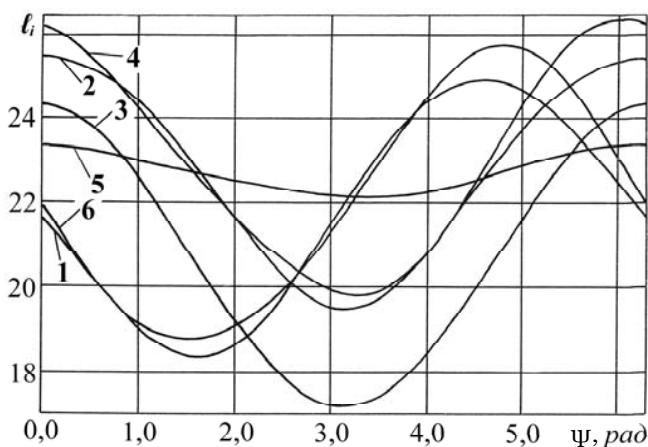


Рис. 6. Текущие значения длин тяг l_i при угле нутации $\theta = \pi/4$

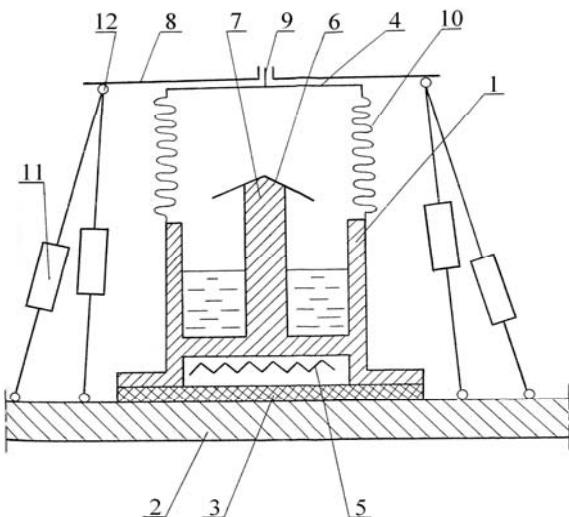


Рис. 7. ℓ -координатный испаритель для вакуумных установок.

Таблица 1

Технологические преимущества ℓ -координатных исполнительных устройств автоматизированного вакуумного оборудования нанесения тонкоплёночных покрытий

№ п/п	Основные показатели	Схемы компоновок	
		Планетарные	ℓ -координатные
1	Закон движения	Жесткий	Любой
2	Возможность управления технологическим процессом	Отсутствует	Существует
3	Основное назначение	Технологическая обработка	Транспортировка, технологическая обработка, аналитические исследования
4	Количество одновременно загружаемых и обрабатываемых подложек	6–16	6–16
5	Основные источники привносящей дефектности в вакуумном объеме	Зубчатые пары, подшипники качения	Отсутствуют
6	Основное применение	Для быстротекущих процессов нанесения тонкопленочных покрытий	Для любых процессов нанесения тонкопленочных покрытий
7	Неравномерность по толщине	10%	7%

Таблица 2

Основные пути автоматизации управления и повышения равномерности нанесения тонкопленочных покрытий

Способ	Управление потоком		Конструктивное исполнение
	массы	энергии	
			Планетарное вращение подложек
			Изменение положения испарителя
			Введение корректирующей диафрагмы
			Изменение расстояния испаритель – подложка
			Сканирование первичным потоком энергии
			Изменение диаметра, фокусного пятна, плотности первичного тока
			Движение подложкодержателя по заданному закону посредством ℓ -координатного исполнительного устройства
			Движение испарителя по заданному закону посредством ℓ -координатного исполнительного устройства

– есть, – нет

На рис. 7 представлен испаритель для вакуумных установок, построенный по структуре ℓ -координат. Испаритель содержит металлический контейнер 1, установленный на основании 2 через теплоизолатор 3, перфорированную крышку 4, нагреватель 5, отражательный экран 6 смонтированный на теплопроводе 7, перфорированную диафрагму 8, установленную параллельно крышке 4 на опоре 9 с возможностью вращения. Перфорированная крышка 4 связана с контейнером 1 посредством сильфона 10, а перфорированная диафрагма 8 – с основанием 2 посредством шести приводов 11 таким образом, что образуется геометрически неизменяемая структура – структура ℓ -координат. Приводы 11 связаны с основанием 2 и перфорированной диафрагмой 8 посредством шарниров 12.

Испаритель для вакуумных установок работает следующим образом. При одновременном или последовательном перемещении шести приводов 11 происходит деформация сильфона 10 и перемещение перфорированной диафрагмы 8 в пространстве по всем шести степеням подвижности. При этом за счёт того, что сильфон 10 не имеет возможности вращения вдоль своей продольной оси, перфорированная крышка 4 имеет только пять степеней подвижности. В результате происходит вращение диафрагмы 8 относительно крышки 4 в опоре 9 при любом положении диафрагмы 8. Поток испаряемого вещества имеет, таким образом, целевую направленность за счёт частичного или полного совмещения перфорации на крышке 4 и диафрагме 8, чем и обеспечивается управление потоком испаряемого вещества.

Автоматизированное управление процессом осаждения вещества, как указывается в работе [4], можно осуществлять изменением простран-

ственно-временных характеристик потока массы, изменением пространственно-временных характеристик первичного энергопотока, изменением функции распределения температуры по поверхности испарения, изменением закона сканирования первичным потоком энергии по поверхности испарения, изменением закона перемещения приёмной поверхности относительно поверхности испарения.

Основные пути реализации этих возможностей представлены в табл. 2.

На основании проведённых исследований сделан вывод о целесообразности применения ℓ -координатных исполнительных устройств для автоматизации управления и повышения равномерности нанесения тонкоплёночных покрытий в современных вакуумных технологиях.

Библиографические ссылки

1. Технология полупроводниковых приборов и изделий микроэлектроники. В 10 кн. Кн. 6. Нанесение плёнок в вакууме / В.Е. Минайчев. М.: Высшая школа, 1989. 110 с.
2. Ивашов Е.Н., Ляпин В.М., Некрасов М.И., Степанчиков С.В. Исполнительные устройства на основе ℓ -координат для работы в условиях вакуума и чистых технологических средах / Технология материалов и средства автоматизации в производстве изделий электронной техники М.: МИЭМ, 1989. С. 50–53.
3. Ивашов Е.Н. Применение ℓ -координатных исполнительных устройств в напылительном оборудовании / Автоматическое оборудование и технология производства изделий электронной техники М.: МИЭМ, 1991. С. 33–37.
4. Производство тонкоплёночных структур в электронном машиностроении: учеб. для вузов в 2-х томах. Т.1 / А.Т. Александрова, Е.Н. Ивашов, С.В. Степанчиков и др. М.: Машиностроение, 2006. 462 с.

Уважаемые авторы и читатели журнала!

В соответствии с решениями президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России журнал «Автоматизация и современные технологии» включён в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёных степеней кандидата и доктора наук.

УДК 551.46.077:629.584

М.Ю. Артюхов (Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана)
michael.artuerhof@gmail.com

БЫСТРЫЙ АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ СМЕЩЕНИЯ КАДРОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ЛОКАЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

Рассмотрен быстрый алгоритм нахождения соответствия между двумя последовательными кадрами, полученными со стереопары. Предложена процедура улучшения изображений камеры с помощью радиально-базисных сетей. Описан алгоритм и результат его тестирования.

Ключевые слова: локальная навигация, подводные аппараты, калибровка камер, радиально-базисная сеть.

A quick algorithm of the correspondence finding between two successive stereomate pictures is considered. Camera imagery improvement procedure by means of radial-basic networks is proposed. Algorithm and its testing result are described.

Key words: local navigation, underwater devices, camera calibration, radial-basic network.

Введение. Осуществление точной локальной навигации вблизи объектов подводных работ является чрезвычайно важной задачей для глубоководного аппарата. Под водой нет возможности применять современные средства навигации, хорошо зарекомендовавшие себя на суше (например, основанные на показаниях GPS-приёмников), при этом системы навигации применяются в условиях плохой для человека видимости, при воздействии возмущений течений, волнений моря. Точность навигационных комплексов, использующих в качестве измерителя доплеровские лаги, с течением времени значительно падает из-за применения процедуры интегрирования скорости по времени. Навигационным системам, основанным на обработке видеозображений, такой недостаток не свойствен, при этом они обладают большей прецизионностью и имеют более низкую стоимость.

Для определения параметров движения на основе данных, полученных с видеокамеры, принято выделять два подхода. Первый подход основан на использовании так называемого оптического потока [1], второй – на оценивании перемещения характеристических точек, выделенных на изображениях [2, 3]. В данной статье из-за чрезвычайной неустойчивости подхода, основанного на оценке оптического потока при работе в подводных условиях, был использован второй подход. Алгоритм оценки параметров движения можно условно разбить на две части: определение смещения кадров относительно друг друга и расчёт угловых и линейных перемещений камер на основании пиксельных смещений кадров.

В первой части статьи описана быстрая процедура оценки смещений кадров относительно друг друга, во второй части – процедура улуч-

шения точности данной системы благодаря устранению искажений камер с помощью сетей на основе радиально-базисных функций (РБФ-сетей). В третьей части показаны результаты тестирования алгоритма с применением коррекции и без неё.

Определение межкадрового смещения. Для определения экранных смещений изображения традиционно применяют методы, основанные на анализе функции взаимной корреляции исходного (эталона) и смещённого изображений. Координата главного максимума корреляционной функции определяет смещение изображения. Однако непосредственное вычисление функции взаимной корреляции является ресурсоёмкой задачей. Поэтому на практике часто используют приближения корреляционной функции, требующие меньшего числа вычислений. Поскольку эти приближения не являются корреляционной функцией в строгом смысле, представляется логичным называть их функционалами схожести исходного и смещённого изображения, так как основным требованием к этим функционалам является наличие экстремума в точке, соответствующей смещению изображения. В этой точке этalon и текущее изображение в наибольшей степени схожи. Математическая формализация понятия «схожесть» зависит от вида соответствующего функционала. Для случая корреляционной функции это понятие соответствует положению её главного максимума.

Аналогичная ситуация имеет место и с самим алгоритмом поиска максимума корреляционной функции. Вместо расчёта корреляционной функции для всего множества интересующих точек с последующим поиском среди них максимума часто используют итерационные алгоритмы.

Можно сформулировать общие требования к алгоритмам поиска экстремума функционала схожести с точки зрения быстрого и точного определения экранных смещений: минимальное число вычислений функционала схожести, максимальная возможная область сходимости, отсутствие у алгоритма особых точек и численная устойчивость, высокая разрешающая способность.

Разобьём изображение на рабочие области ячейки (размером $csize$ на $csize$), вдоль которых рассчитывают функционал вида

$$F(a, b) = \sum_{x-n}^{x+n} \sum_{y-m}^{y+m} f(x, y, a, b), \quad (1)$$

$$f(x, y, a, b) = |Video(x+a, y+b) - Sample(x, y)|,$$

где $Video(x, y)$ – яркость изображения в точке (x, y) ; $Sample(x, y)$ – яркость эталонного изображения в точке (x, y) ; $m, n = csize/2$ – половина размера ячейки по соответствующей координате, пиксели.

На рис. 1 показан функционал (1) при изменении одной координаты $x = a$, с учётом влияния шумов ($namp = 0\text{--}50\%$ от уровня сигнала).

Форма функционала схожести вблизи экстремума может достаточно хорошо аппроксимироваться конусом, даже в случае нецелого x и в условиях шумов. На основании этого важного свойства функционала схожести удалось синтезировать простой итерационный алгоритм поиска координаты его экстремума.

В основе алгоритма лежит предположение о допустимости аппроксимации функционала схожести вблизи главного максимума эллиптическим (в двумерном случае) конусом. Задача алгоритма –

найти параметры аппроксимирующего конуса (координаты его вершины) по измерениям функционала схожести.

Как видно из рис. 1, аппроксимирующий конус должен менять свой наклон и ординату вершины в зависимости от амплитуды полезного сигнала и текущей шумовой обстановки. В одномерном случае конус с вершиной в точке x_0 задаётся системой уравнений

$$Z(x) = \begin{cases} k(x-x_0) + Z_0, & x < x_0; \\ -k(x-x_0) + Z_0, & x \geq x_0, \end{cases} \quad (2)$$

где Z_0 – ордината вершины; k – тангенс угла наклона образующей.

В общем случае эта система уравнений имеет три неизвестных – Z_0 , k , x_0 . Для нахождения параметров аппроксимирующего конуса необходимо измерить функционал схожести по крайней мере в трёх точках. Особенностью системы (2) является изменение вида функции $Z(x)$ в точке x_0 , что затрудняет решение. Для нахождения вершины конуса на каждом шаге итерации в текущей точке определяют направление на вершину конуса и наклон его образующей. Затем делают предположение о нахождении вершины и вычисляют значения, находящиеся на одинаковых расстояниях от предполагаемой вершины: если две точки находятся на двух разных образующих конуса, то вершина найдена, если нет, то новой пробной точкой выбирается текущая вершина, и процедура повторяется. Подобную процедуру выполняют для каждой выделенной ячейки изображения, результат нахождения экстремума усредняют.

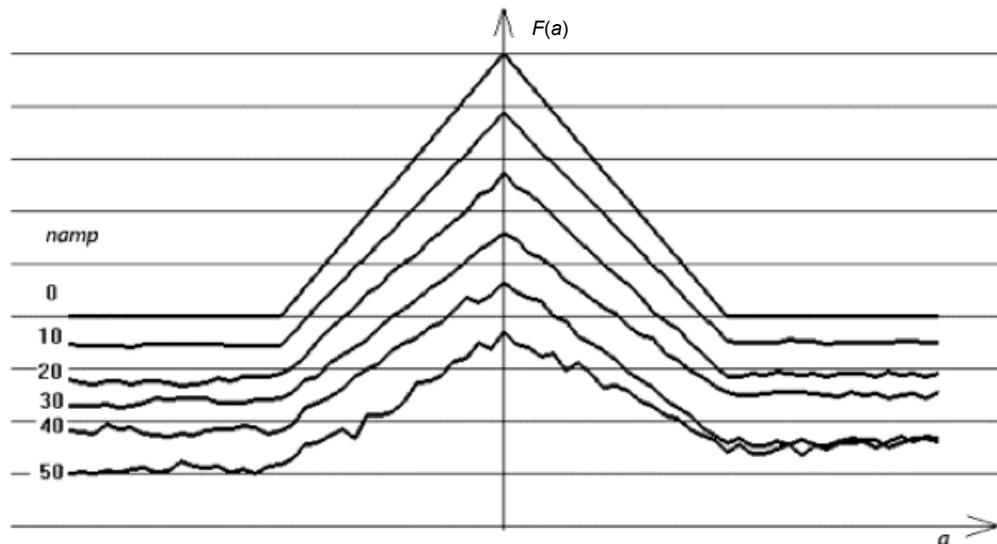


Рис. 1. Влияние шумов на функционал схожести

Калибровка камер с помощью РБФ-сети. В реальных камерах присутствуют искажения, вызванные несовершенством линз. Для устранения подобных искажений применяют множество способов, например, показанных в работе [4]. В этой работе была предпринята попытка устранения неточностей камер с помощью нейронной РБФ-сети. На вход сети подают искажённые локальные координаты точки, на выходе она формирует неискажённые координаты.

В качестве активационной функции использовалась функция Гаусса вида

$$f(\bar{X}, \bar{c}) = e^{-\sum_{j=1}^m \frac{[X_j - c_j]^2}{\sigma_j^2}}, \quad (3)$$

где c_j — j -я координата центра активационной функции нейрона; σ_j — ширина окна активационной функции j -го нейрона; X_j — j -й вход нейрона; m — число нейронов скрытого слоя.

Для точного определения структуры РБФ-сети необходимо вычислить:

весовые коэффициенты выхода нейронной сети $\{w_j\}_{j=1}^m$;

параметры активационной функции Гаусса $\{(\sigma_j, c_j)\}_{j=1}^m$.

Для нахождения весовых коэффициентов используется простое уравнение

$$\phi w^T = D \Leftrightarrow w^T = \phi^{-1} D,$$

где $\phi = \{f_{ij}\}$; $i = 1 \div H$; $j = 1 \div H$ — интерполяционная матрица; $D = \{D_{ij}\}$, $i = 1 \div H$; $j = 1 \div H$ — матрица выходных шаблонов.

Для нахождения параметров активационной функции (3) используется генетический алгоритм [5].

Результаты эксперимента. Целью испытаний алгоритма была проверка точности определения с его помощью скоростей и перемещений камеры как с использованием процедуры калибровки (коррекции), так и без неё. Предложенный алгоритм сравнивался с широко известным алгоритмом Лукаса–Канаде [6]. В качестве оборудования использовался вычислитель класса Pentium-M (тактовая частота 1,6 ГГц), частота работы алгоритма (разрешение кадров 320×240) при этом составила чуть более 7 Гц. Точность определения координат с помощью алгоритма оценивалась в бассейне ЦАГИ (Центральный аэрогидродинамический институт), г. Москва. Длина бассейна составляет 250 м, глубина 6 м. Вдоль бассейна установлены направляющие рельсы, на которых расположена передвижная конструкция — тележка, вмещающая персонал и оборудование для крепления испытываемых изделий. Для тестирования алгоритма, видеодатчик закреплялся на тележке и перемещался вдоль бассейна с разными скоростями.

На рис. 2 приведены кривые ошибок системы с использованием процедуры коррекции камеры и без использования этой процедуры, слева на рисунке показаны ошибки определения перемещений, справа — скоростей.

Процедура коррекции искажений камеры позволила уменьшить ошибку системы в несколько раз. Финальная ошибка составляет около 1,25 м на дистанции 120 м против 19 м без процедуры коррекции. Следует отметить, что для измерения глубины использовался стереоканал, именно этим объясняется низкая точность без коррекции изображений камер. Кроме того, видно, что точность определения перемещений с использованием предложенного алгоритма на порядок выше точности, полученной с помощью алгоритма Лу-

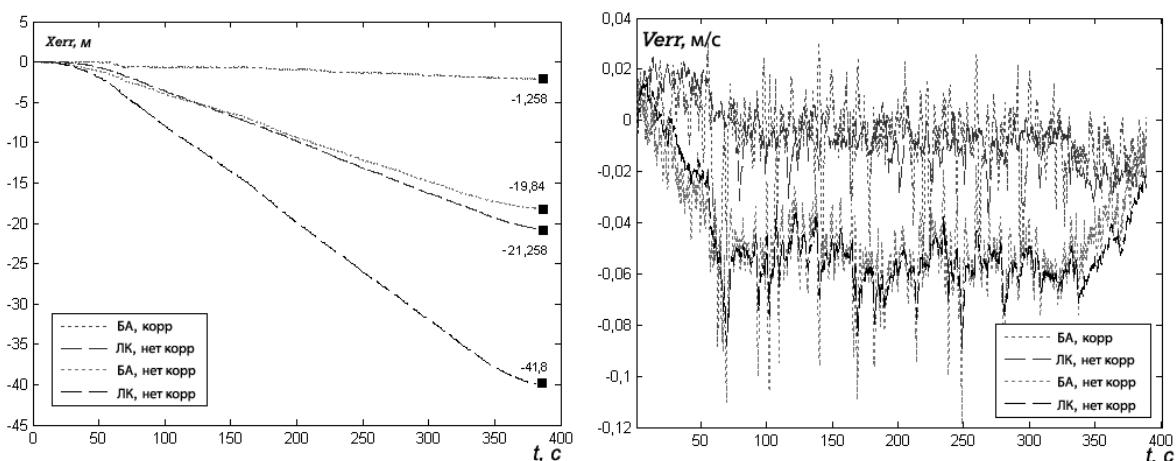


Рис. 2. Погрешности измерений перемещений и скоростей:

БА — быстрый алгоритм; ЛК — Лукаса–Канаде; корр. — использовалась коррекция РБФ; нет корр. — коррекция не применялась

каса—Канаде. Здесь показаны усреднённые значения для одной скорости перемещения тележки бассейна — 0,3 м/с, остальные результаты для других скоростей имеют похожий вид.

Заключение. Системы, предназначенные для высокоточного позиционирования и применяемые на коротких дистанциях, демонстрируют точность, соответствующую нескольким сантиметрам [7], т. е. около 2–5 %. Таким образом, по этому показателю данную систему также можно отнести к классу высокоточных.

Библиографические ссылки

1. Gracias N.R., Zwaan S., Bernardino A., Santos-Victor J. Mosaic based navigation for autonomous underwater vehicles // IEEE J. Oceanic Eng. 2003. Vol. 28. P. 609–624.
2. Eustice R., Pizarro O., Singh H. Visually Augmented Navigation for Autonomous Underwater Vehicles // IEEE J. Oceanic Eng. 2008. Vol. 33, No. 2. P. 103–122.
3. Maki T., Kondo H., Ura T., Sakamaki T. Navigation of an autonomous underwater vehicle for photo mosaicing

of shallow vent areas // Proc. IEEE OCEANS'06 Asia Pacific. 2006. P. 123–132.

4. Armangue X., Salvi J., Battle J. A Comparative Review of Camera Calibrating Methods with Accuracy Evaluation. In Proceedings of the 5th Ibero-American Symposium on Pattern Recognition, Lisboa, Portugal, September 11–13, 2000. P. 116–125.

5. Artuerhof M., Demenkov N. The Use of Genetic Algorithms in Building's Heating Systems. Proceedings of The 13th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing, Moscow, Russia, June 2009. P. 112–115.

6. Serradilla F., Kumpel D. Robot Navigation in a Partially Known Factory Avoiding Unexpected Obstacles, in T. Kanade, F. Groen, L. Hertz-berger (Eds.), Intelligent Autonomous Systems 2, Stichting International Congress of Intelligent Autonomous Systems, Amsterdam, 1990. P. 972–980.

7. Allen B., Austin T. Autonomous Docking Demonstrations with Enhanced REMUS Technology // Proc. of the OCEANS 2006 MTS/IEEE Conference, September 18–21, 2006, Boston, USA. P. 672–680.

УДК 504.064

Ю.Н. Пушилина (Тульский государственный университет)

Pyshilina@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭКОЛОГИИ

Описаны расчётные методики, используемые при решении экологических задач. Рассмотрены геоинформационные системы и программные продукты, созданные специально для картографического обеспечения экологических исследований. Приведено моделирование загрязнения атмосферного воздуха г. Тулы выбросами промышленных предприятий.

Ключевые слова: загрязнение атмосферы, геоинформационные системы, картография, метеорологические параметры, промышленные выбросы, моделирование, мониторинг.

Calculating methodologies utilized for ecology tasks decision are described. Geographic information systems and program products especially created for cartographical support of the ecological research are considered. Modeling of the Tula's atmospheric air contamination in accordance with industrial enterprises emissions is adduced.

Key words: atmospheric contamination, geographic information systems, cartography, meteorological characteristics, industrial emissions, modeling, monitoring.

Экологическое состояние многих районов нашей страны вызывает тревогу общественности. Загрязнение среды обитания вредно отражается на здоровье людей, охрана которого является первостепенной задачей современной науки. В сложившейся ситуации цель экологов как учёных заключается в получении знаний о законах природы, управляющих поведением объектов окружающего мира, приобретении умений прогнозировать и управлять окружающей средой. Для дос-

тижения этих целей широко применяется моделирование. В настоящее время проводятся работы по моделированию загрязнений атмосферного воздуха как отдельных промышленных предприятий, так и всего региона.

Прогнозирование загрязнения атмосферного воздуха неразрывно связано с разработкой средств контроля и управления качеством окружающей среды. Целью такого прогнозирования является выявление скопления в атмосфере массы загряз-

няющих веществ (ЗВ) с указанием адреса управляющего воздействия, определением источников, выбросы которых необходимо регулировать в конкретный момент времени для уменьшения загрязнения, предупреждения его критического уровня [1].

Для долгосрочного прогнозирования наиболее часто применяются расчётные (аналитические, аппроксимационные) модели, полученные на основе решения уравнений турбулентной диффузии. Эти модели положены в основу Методики расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, реализованной в ряде программных комплексов для определения загрязнения атмосферного воздуха [2].

В настоящее время разработано много геоинформационных систем (ГИС), предусмотренных для решения различных экологических задач и проблем промышленной безопасности [3]. В Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова создали ряд эколого-гидрологических карт с помощью средств компьютерной графики, позволяющих проводить анализ аварийных ситуаций.

Для картографического обеспечения экологических исследований существует множество программных продуктов. Использование программных компьютерных средств позволяет поднять картографическое изображение на более высокий технический и художественный уровень оформления, существенно улучшить наглядность и читаемость.

С применением современных информационных технологий было проведено моделирование загрязнения атмосферного воздуха г. Тулы. Моделирование проводилось с помощью компьютерной программы «Призма–регион».

Программные комплексы серии «Призма» («Призма – предприятие» и «Призма – регион») предназначены для проведения расчётов количественных показателей загрязнения атмосферного воздуха для предприятий, городов, регионов. По своим функциональным возможностям они являются автоматизированной системой для подготовки принятия решений по управлению качеством (загрязнением) атмосферного воздуха на уровне предприятий и территорий.

Программный комплекс «Призма» выполняет следующие основные функции:

расчёт полей приземных концентраций ЗВ в атмосферном воздухе с перебором скоростей и направлений ветра, с учётом фоновых концентраций загрязнения;

создание и хранение базы данных «Инвентаризация», в которой размещается информация об источниках выброса и о ЗВ;

расчёт оптимальных нормативов выбросов ЗВ; построение нормативных и расчётных санитарно-защитных зон (СЗЗ) и их объединение; формирование разделов и таблиц предельно допустимых выбросов (ПДВ) для предприятия; вывод результатов расчёта на дисплей компьютера и принтер в графическом и табличном представлении в произвольном масштабе.

Отличает программный комплекс «Призма» от других аналогичных программных продуктов возможность решения обратной задачи, а именно, возможность нормирования выбросов для каждого источника любого типа.

Для проведения моделирования атмосферного воздуха г. Тулы были собраны и проанализированы данные метеорологических наблюдений с указанием особенностей климатических характеристик и розой ветров, проявляющихся на территории города.

Основными источниками загрязнения атмосферы являются крупные и средние промышленные предприятия, на долю которых приходится около 90 % выбросов. По данным за 2008 г., количество ПДВ ЗВ ОАО «Тулачермет» составляет 93572,2 т в год (87 % от общего количества ЗВ, выбрасываемых в атмосферу города промышленными предприятиями), ОАО «Косогорский металлургический завод» – 9486,2 т (9 %), ОАО «Тульский комбайновый завод» – 1593,8 т (2 %), ООО «Теплон» – 1215,3 т (1 %), ОАО «Ванадий–Тула» – 1156,9 т (менее 1 %).

Промышленные предприятия при разработке томов ПДВ использовали локальные системы координат, начальные координаты которых не уточнены в общей схеме. Использование программного комплекса AutoCad Map 2000i позволило точно расположить источники ЗВ и сформировать общую систему координат г. Тулы [4].

Расчёт рассеяния был проведён для 148 ЗВ, основными из которых являются оксид углерода, диоксид серы, диоксид азота, взвешенные вещества, оксид железа, соединения свинца, фенол, неорганическая пыль и др.

Результаты моделирования в картографическом виде позволяют наглядно определять уровень загрязнения по любому веществу при заданных координатах на карте города. На рисунке изображена карта-схема рассеяния диоксида серы.

Результаты расчёта рассеивания ЗВ в приземном слое атмосферы показывают, что максимальная концентрация ЗВ в воздушной среде промышленного центра составляет для оксида углерода 9,2 ПДК, для 3,4 бенз(а)пирена – 2,2 ПДК, для золы углей – 3,0 ПДК, для диоксида азота – 2,8 ПДК, для диоксида серы – 3,3 ПДК.

Анализ полученных результатов показал, что наибольшие значения ПДК ЗВ наблюдаются в не-



Карта-схема полей концентрации диоксида серы

посредственной близости крупных промышленных предприятий, таких как ОАО «Тулачермет» и ОАО «Косогорский металлургический завод», а при неблагоприятных метеорологических условиях концентрации увеличиваются в черте города.

В заключение необходимо отметить, что проводятся работы по моделированию загрязнений атмосферного воздуха как отдельных промышленных предприятий, так и всего региона. Разработка средств контроля и управления качеством окружающей среды позволяет прогнозировать загрязнение атмосферного воздуха. Использование современных информационных технологий для обеспечения доступа к сведениям о техногенном загрязнении способствует взаимодействию органов управления, общественности и руководства промышленных предприятий в решении экологических задач промышленно развитого региона.

Библиографические ссылки

1. Ветренко Т.Г., Свечин А.С. Система информационного обеспечения экологического менеджмента // Экология и промышленность России. 1997. № 10. С. 38–40.
2. Пушкилина Ю.Н., Цветкова Ю.В. Основные математические модели атмосферной диффузии загрязняющих веществ и их характеристики // Современные научёмкие технологии: теория, эксперимент и практические результаты. Тула, 2009. С. 44–60.
3. Пушкилина Ю.Н. Географические информационные системы в экологии // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики. Матер. 5-й междунар. конф. по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. Тула, 2009. Т.1. С. 499–504.
4. Модели оценки и прогноза загрязнения атмосферы промышленными выбросами / Э.М. Соколов, В.М. Панарин, А.А. Зуйкова, В.С. Павлова. Тула: Изд-во ТулГУ, 2007. С. 155.

Уважаемые читатели!

Перепечатка материалов из журнала «Автоматизация и современные технологии» возможна при обязательном письменном согласии редакции журнала. При этом ссылка на журнал обязательна.



УДК 330.33.012

В.С. Крапивин (УРАН Институт экономики РАН, г. Москва)

v-krapivin@yandex.ru

ИНВЕСТИЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ НА РАЗНЫХ ФАЗАХ РАЗВИТИЯ КРИЗИСНОГО ЦИКЛА

Приведено исследование финансовых кризисных циклов и инвестиционного проекта. Предложен расчёт жизненного цикла инвестиционного проекта на основе метода дисконтированного чистого потока платежей. Обоснованы рекомендации по выработке стратегии развития предприятий, учитывающей особенности циклов инвестиционных проектов.

Ключевые слова: кризис, цикл, инвестиционная деятельность, инвестиционный проект.

Research of the financial crisis cycles and investment plan is introduced. Investment plan vital cycle calculation from a method of the discount clear current payment is proposed. Guidelines over the development of the enterprises strategy progress taking into consideration investment plan cycles features are substantiated.

Key words: crisis, cycle, investment activity, investment plan.

Предприятия, как хозяйствующие субъекты, находятся в постоянном процессе функционально-институциональных преобразований. При этом их финансовое состояние с позиций обеспечения безопасности от рисков и угроз на разных фазах развития кризисного цикла претерпевает существенные изменения. Это обуславливает необходимость постоянной идентификации финансового состояния предприятий, особенно для выявления возможных негативных тенденций рисков и угроз на предварительных стадиях инвестиционной деятельности, когда они находятся в латентном состоянии.

Федеральной службой государственной статистики Российской Федерации по состоянию на первое января 2009 г. в 79 субъектах Российской Федерации проведено выборочное обследование инвестиционной активности 10,1 тыс. организаций промышленного сектора экономики по субъектам Российской Федерации. Было выявлено следующее процентное распределение предприятий по оценке факторов, ограничивающих инвестиционную деятельность: недостаток собственных финансовых средств – 63 %, высокий процент коммерческого кредита – 26 %, сложный механизм получения кредитов для реализации инвестиционных проектов – 15 %, инвестиционные риски – 27 %, неопределенность экономической ситуации в стране – 33 %, несовершенство нормативно-правовой базы, регулирующей инвестиционные процессы, – 10 % [1].

Очевидно, что действие перечисленных факторов усиливается в условиях мирового финансово-экономического и экономического кризиса в российской экономике, когда кризисные процессы протекают на фоне роста инфляции, сокращения и переориентации спроса, роста конкуренции на рынке со стороны зарубежных производителей, неэффективной работы финансово-экономических институтов, что способствует значительному росту неплатёжеспособных предприятий.

В 2009 г. количество банкротств выросло более чем на 16 % по сравнению с 2008 г., а число процедур по восстановлению платёжеспособности сократилось: по финансовому оздоровлению на 19 %, по внешнему управлению на 14 %. При этом в предыдущие годы наблюдалась устойчивая тенденция сокращения количества банкротств: в 2007 г. на 40 %, в 2008 г. на 28 %. Негативная динамика свидетельствует, что система антикризисного управления в изменившихся экономических условиях не соответствует ситуации и малоэффективна.

Динамика статистических данных по основным макропоказателям за период 2007–2009 гг. достаточно полно характеризует кризисный спад экономики (табл. 1).

Перечисленные выше данные характеризуют динамику кризисной ситуации, спад ВВП, рост привлечённых и бюджетных средств.

Необходимо учитывать, что большая часть антикризисных мер реализуется постепенно, по

Таблица 1

Динамика основных параметров развития экономики в 2007–2009 гг. [2]

Параметры	1999 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Объём ВВП, млрд руб.	4823	33 111	41 668	10 490
Объём ВВП в % к кредитному году	106,4	108,1	105,6	91,1
Инвестиции в основной капитал, млрд руб.	670,4	6716,2	8764,9	1986,0
Инвестиции в основной капитал организаций по источникам финансирования, всего	105,3	122,7	109,8	81,0
в том числе:				
собственные средства	304,9	2105,0	2506,7	500,3
привлечённые средства	277,2	3112,2	3765,5	915,4
из них бюджетные средства	99,2	1119,0	1319,5	311,6
индекс промышленного производства	—	106,3	102,1	89,0

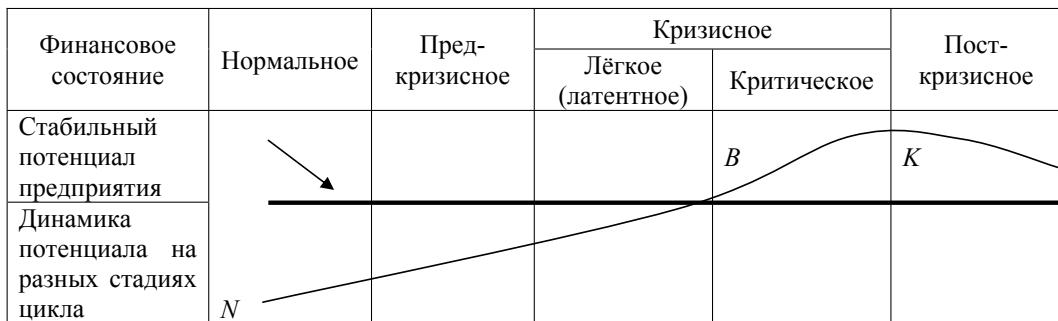


Рис. 1. Принципиальная схема-график динамики финансового состояния предприятия на различных стадиях социально-экономического цикла:

N – нормальное состояние; *B* – состояние на грани банкротства; *K* – реперная точка перехода в посткризисное состояние

мере обострения кризисной ситуации. По некоторым оценкам, до 60–70 % мер имеют малый антикризисный эффект (или его проявление существенно откладывается на длительное время). Наиболее эффективны государственные гарантии по кредитам, меры таможенной политики и ряд других протекционистских мер. Однако даже эффективные меры необходимо рассматривать с учётом возможных негативных влияний в других областях деятельности предприятий.

Особенности финансового кризисного цикла. В экономической литературе, как правило, финансовое состояние предприятий классифицируется как нормальное, предкризисное, кризисное и посткризисное, которое, в свою очередь, разделяется на легкое (латентное) и катастрофическое положение. Считается, что нормальное финансовое состояние – это состояние, при котором не нарушаются основные экономические

законы производства, а экономические показатели не выходят за определённые пределы. За признак нормального финансового состояния принимаются нормативно-регулируемые параметры. Предкризисное и кризисное состояние компаний, предприятия определяют по ухудшению фактических значений индикаторов вплоть до условного банкротства (формальное соответствие индикаторов признакам банкротства).

Финансовое состояние предприятия связано прежде всего со стадиями развития кризисного процесса. Совмещение стадий кризисного процесса с другими финансовыми состояниями показывает отсутствие чётких признаков идентификации финансовых состояний предприятий (рис. 1).

Если принять развитие циклично-кризисного процесса за оценку ведущих тенденций, то точка *N* будет соответствовать началу измерений

(нормальное финансовое состояние с нормативно-плановыми значениями индикаторов), а точка *B* – концу измерений (условное банкротство, выражаемое равенством потенциалов, имеющегося у предприятия и необходимого для преодоления кризиса).

Определение критерия и параметров предприятий в обеспечении экономической безопасности, финансовой неустойчивости, рисков и угроз связывают также либо с нормативно-плановыми значениями показателей, либо с признаками условного банкротства.

Сущность цикла инвестиционного проекта. Под циклом развития инвестиционного проекта понимается законченная во времени совокупность взаимосвязанных стадий состояния инвестиционной системы (предприятия, отрасли, региона), начиная с момента изменений до их полного завершения, обусловленная ресурсными, временными и качественными ограничениями.

Цикл инвестиционного проекта отражает особенности развития инвестиционной деятельности, в которой можно выделить две основные формы цикличности, обусловленные динамикой объёмов и продолжительностью реализации во времени; повторяемостью элементов инвестиционного процесса.

В экономике явление периодического колебания объёмов и продолжительности деятельности называется экономическим жизненным циклом. В этой связи в инвестиционном цикле необходимо различать жизненные циклы таких объектов, как процесс, виды деятельности, предприятия, отрасли, регионы и государство.

Базисные параметры корпоративного сектора экономики определяются технологическим, кадровым и финансовым потенциалом, отражающим совокупность имеющихся в распоряжении предприятий ресурсов для преодоления объективного кризисного дисбаланса.

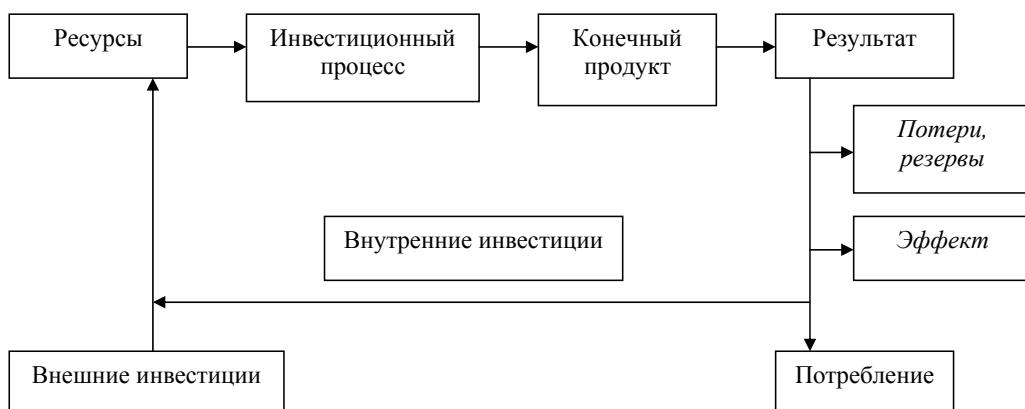


Рис. 2. Общая схема элементарного цикла инвестиционного процесса

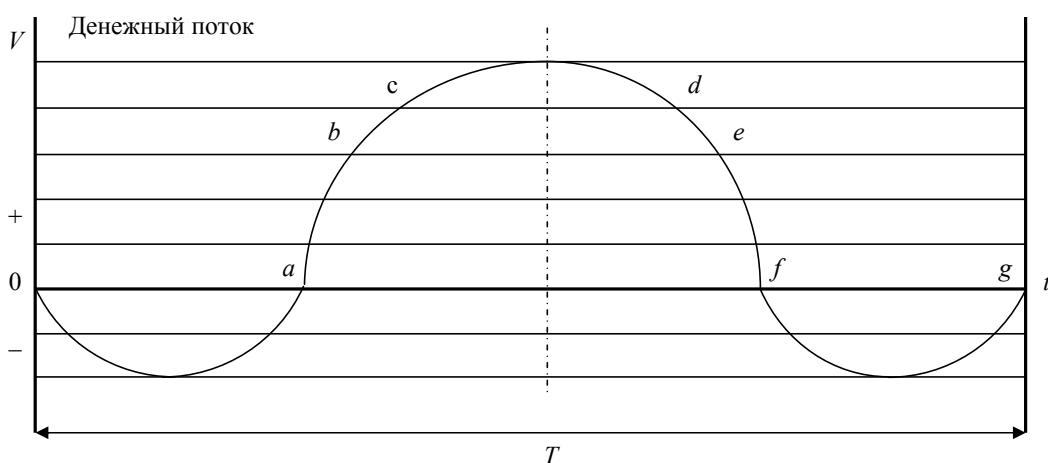


Рис. 3. Общий вид кривой жизненного цикла инвестиционного проекта

Таблица 2

Матрица систематизации кризисных проявлений и целевые действия корпораций по их нейтрализации

Проявления	Действия	Целевые результаты
Недостаток оборотных средств	Повышение степени выполнения плана по доходной части. Контроль исполнения бюджетов. Оперативное финансовое планирование. Оценка залогового потенциала. Формирование кредитного портфеля в динамике. Обеспечение доступа к денежным финансовым ресурсам. Выполнение платёжных обязательств по срокам оплаты. Сокращение цикла «заказ → производство → доставка»	Чёткое исполнение бюджетов, повышение качества финансового планирования. Гибкое управление кредитным портфелем, оптимизация цены заёмного капитала. Своевременное исполнение обязательств перед контрагентами
Опоздание в доставке товара по причинам организационного характера	Повышение качества ассортиментного планирования. Своевременное выполнение условий финансового плана. Контроль работы логистической схемы. Мониторинг рынка. Своевременное принятие решений о смене партнёров. Корректировка решений по способу доставки конечного продукта	Формирование полного ассортиментного ряда. Экономия таможенных расходов и расходов на доставку товара
Несоблюдение календарных сроков заключения договоров с поставщиками	Отладка временного аспекта бизнес-процесса по созданию продукта. Формирование систем стимулирования логистики и закупки с использованием временного критерия эффективности оценки деятельности. Обеспечение контроля на местах производства	Выполнение планового графика по подписанию спецификаций. Своевременная доставка товара
Неправильно выбранные цели в рамках программы развития	Оценка целей программы развития в зависимости от рыночной конъюнктуры. Оценка экономического потенциала предприятия. Корректировка программы развития на основе полученных выводов	Обоснованная программа развития предприятия
Нестабильность качества сырья и материалов	Контроль качества закупаемого сырья и материалов, комплектующих с использованием услуг представителей. Поиск новых поставщиков ресурсов	Достижение стратегической цели – безупречного качества продукции
Рост себестоимости товара (цены закупки)	Поиск новых поставщиков. Выход на новые рынки. Контроль себестоимости материалов и комплектующих на этапе создания продукта	Снижение себестоимости товара при сохранении приемлемого уровня качества
Неправильный прогноз тенденций	Мониторинг тенденций. Определение оптимальных соотношений в структуре ассортимента. Увеличение бюджета закупки образцов. Формирование механизма получения информации о прогнозируемых тенденциях и статьи бюджета под эти цели	Повышение вероятности формирования актуального ассортимента с минимальным уровнем риска в ошибке прогноза тенденций
Нарастание отставания от конкурентов	Формирование бюджета на продвижение фирменной сети. Мониторинг конкурентов. Разработка концепции развития сети	Выход на позиции лидера фирменной сети
Несоблюдение календарных сроков поставки	Повышение качества ассортиментного планирования. Повышение качества финансового планирования	Выполнение графика поступления. Сохранение потребительских свойств конечного продукта

Жизненный цикл является базисом инвестиционного проекта и отражает развитие совокупности функционально взаимосвязанных действий (управленческих, технологических, организационных) с одним или несколькими объектами (конечный продукт).

В общем цикл можно рассматривать как экономический рост, когда капитал воспроизводится в инвестиционном процессе для приращения в последующем цикле (рис. 2).

Структурно цикл представляет собой кривую из семи последовательных стадий s_n (рис. 3):
начальный (затратный) период $0 \leq s_i < a$;
рост $a \leq s_i < b$;
замедление роста $b \leq s_i < c$;
зрелость $c \leq s_i < d$;
начало спада $d \leq s_i < e$;
спад $e \leq s_i < f$;
завершающая латентная стадия $f \leq s_i < h$.

В общеэкономическом смысле инвестиционный проект представляет собой оборот капитала: из хозяйственной деятельности отчуждается определённый объём капитала для осуществления определённой деятельности, который возвращается обратно в приращённой форме. При этом периодическое колебание денежных потоков отражает цикл инвестиционного проекта.

В основе расчёта жизненного цикла инвестиционного проекта предлагается метод исчисления дисконтированного чистого потока платежей. В целом кривая жизненного цикла инвестиционного проекта (*CP*) может быть выражена в виде

$$CP = T \left(\sum_{i=1}^t R \sum_{i+1}^t Z \right),$$

где *R* – результат инвестиционной деятельности в период *t*; *Z* – затраты на инвестиционную деятельность в период *t*; *T* – время инвестиционной деятельности.

Таким образом, жизненный цикл инвестиционного проекта имеет ряд отличительных признаков, позволяющих идентифицировать его среди разновидностей экономических циклов.

Для производственной деятельности характерны: более длительное время общего цикла; более пологая динамика роста; относительно невысокий уровень рентабельности; многообразие форм перехода на альтернативные виды конечного продукта.

При этом коммерческие организации имеют разрывной вид кривой цикла, связанный с нестабильностью конечного продукта и деятельности, крутую динамику роста. Наличие льготных условий улучшает практически все параметры инвестиционного проекта. На форму кривой и показатели цикла существенно влияют налоговая система, доступность ресурсов, социально-экономическая ситуация в регионе и др.

Для анализа жизненного цикла инвестиционного проекта необходимо учитывать следующие стратегические показатели: объём, производительность, рентабельность, удельный вес стадии жизненного цикла, динамику стадии, удельный вес производительного периода жизненного цикла, удельный вес привлечённого капитала, удельную капиталоёмкость цикла, коэффициенты равномерности, соответствие и непрерывность и др. [3].

Незапланированное изменение стратегических параметров развития предприятия можно

рассматривать как первый сигнал к переходу предприятия в предкризисное и кризисное состояние. Практически это раннее предупреждение будущих возможных негативных событий, рисков и угроз. Разделение финансовых состояний предприятия не имеет чётких, объективных и легко идентифицируемых признаков. Зачастую за предкризисное состояние принимаются различные признаки достаточно условного ухудшения положения предприятия, что не всегда является кризисной ситуацией.

Проведённый анализ позволил систематизировать основные финансовые кризисные тенденции в корпоративном секторе российской экономики и определить целенаправленную систему действий по их нейтрализации (табл. 2).

Следует отметить, что в практической деятельности предприятий вследствие влияния рисков и угроз внешней и внутренней среды, ошибок управления и нарастания кризисных явлений происходит неосознанный и неуправляемый переход направленности развития предприятия со стратегии роста или стабильности на стратегию сокращения, что характеризуется изменением направленности динамики финансовых параметров.

Таким образом, исследование особенностей циклов инвестиционных проектов представляет интерес с теоретической и практической точки зрения, так как позволяет:

расширить знание сущности инвестиционной деятельности и её взаимодействия с элементами производственной системы;

использовать знания аспектов циклического развития в процессе управления на микро- и макроуровнях.

Законоподчинённость динамики инвестиционной деятельности может быть сопряжена со структурой волн, предложенной Н.Д. Кондратьевым [4], что позволит устраниТЬ неопределённости и риски долгосрочного прогнозирования.

Библиографические ссылки

1. Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации. URL: <http://www.gks.ru>.
2. Российский статистический ежегодник 2010. М.: Росстат, 2010. 813 с.
3. Дадалко В.А., Крапивин В.С. Управление российскими корпорациями в кризисном цикле: тенденции, проблемы, решения. Минск: ИВЦ Минфина, 2010. 168 с.
4. Кондратьев Н.Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. М.: Экономика, 2002. 767 с.

УДК 334.025

В.В. Песков (Финансовый университет при Правительстве РФ, г. Москва)
green.fox@mail.ru

СИСТЕМА ЭКОНОМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Исследованы принципы использования системы экономического управления предприятием как составной части системы экономической безопасности. Проанализирована система «директ-костинг», являющаяся теоретической основой оптимизации прибыли и затрат в системе экономического управления промышленных предприятий.

Ключевые слова: предприятие, управление, экономическое управление, затраты, директ-костинг.

Utilization principles of the enterprise economic management system as constituent part of the economic safety system are researched. . "Direct-costing" system representing theoretical basis of the profit and cost optimization in the industrial enterprise economic management system is analyzed.

Key words: enterprise, management, economic management, costs, direct-costing.

Анализ мировых тенденций показывает, что уровень экономического развития государства и благосостояния населения во многом объясняется адаптацией экономики к изменениям, происходящим при научно-техническом прогрессе. Инвестиции и инновации являются самыми важными факторами, влияющими на экономику субъектов любого уровня и масштаба. Даже в период современного глобального финансово-экономического кризиса актуальность данного вопроса не ослабевает.

Стремительный рост российской деловой активности, принятие и реализация ряда федеральных программ и проектов, призванных обеспечить дальнейший рост экономики, повышение уровня жизни, создание условий для полноценной жизнедеятельности всех слоев населения требуют соответствующего уровня эффективности управления от государственных, региональных органов управления, органов местного самоуправления, предприятий всех видов собственности, сфер и масштабов производства.

Система экономического управления предприятием (СЭУ) – функциональное и организационное направление организационно-экономической деятельности на промышленном предприятии, обусловленное реализацией финансово-экономической функции при принятии стратегических и оперативных управленческих решений. СЭУ является важнейшей составляющей экономической безопасности предприятия.

СЭУ в широком смысле представляет собой систему обеспечения экономической безопасности предприятия на этапах стратегического и оперативного управления.

Основными функциями СЭУ являются:

информационная (означает представление информации для принятия оперативных и стратегических решений по различным коммерческо-хозяйственным ситуациям);

аналитическая (заключается в применении данных мониторинга отклонений фактических результатов хозяйственной деятельности от ожидаемых для принятия решений на всех уровнях управления предприятием). Аналитическая функция связана также с координацией целей различных уровней, средств и методов реализации;

контрольная (заключается в контроле полученного результата деятельности предприятия и его сравнении с поставленной целью и задачами).

Алгоритм разработки СЭУ представлен на рис. 1.

Для финансово-экономического и технологического обоснования стратегических планов СЭУ необходимо исследовать их на реальность, полноту, взаимосвязь, формальную и материальную компетентность. На основании результатов проверки необходимо перейти или к разработке системы мониторинга выполнения разработанных планов, или к формированию альтернативных стратегий.

Следует помнить, что для разработки системы мониторинга выполнения стратегических целей необходимо определить такие области контроля, как:

качественные и количественные стратегические цели;

внешние и внутренние «критические» условия, заложенные в основу стратегических планов;

слабые места и «точки роста» на стратегически важных участках.

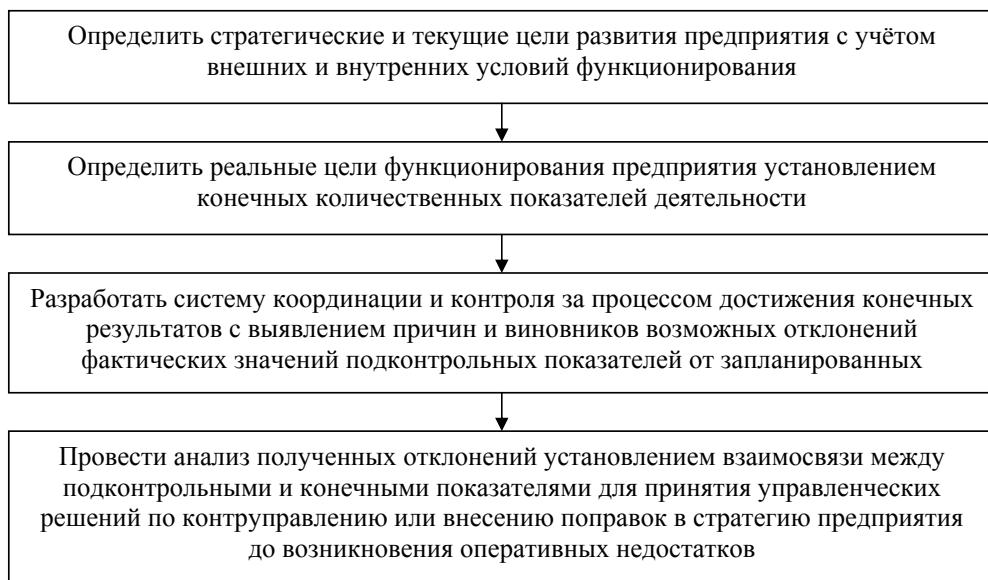


Рис. 1. Концепция разработки системы экономического управления предприятием

Анализ производственной деятельности предприятия позволяет выделить из группировки совокупности основные важнейшие подконтрольные показатели, подлежащие управлению в системе СЭУ.

Выделенная совокупность подконтрольных показателей в общей системе экономических показателей промышленного предприятия должна соответствовать установленным требованиям:

ограниченный объём наиболее значимых показателей;

многофункциональность, т. е. показатели должны охватывать все данные промышленного предприятия, а также данные по ключевым центрам ответственности;

динамизация и перспективность, причём для исследования динамики развития предприятия временное сопоставление должно составлять минимум пятилетний период;

возможность раннего предупреждения опасности;

сопоставимый характер. Причём при отборе подконтрольных показателей необходимо учитывать возможность их сравнения во времени и пространстве, по отраслям, регионам и предприятиям.

Подконтрольными показателями могут быть статистика сбыта, заявки на заказ, отчёты филиалов, сообщения о потере клиентов, статистика оборота, сообщения о завозе товаров, кадровая статистика, сравнение производительности, отчёты о спросе, статистика складских запасов, показатели из системы расчёта баланса, прибыли-убытки и др. [1].

При принятии решений об изменениях объёмов производства также необходимо учитывать и

такой показатель, как производственный леверидж, который характеризует степень влияния изменения объёма производства на изменение прибыли: чем больше эффект производственного левериджа, тем большая опасность подстерегает предприятие при свертывании производства (вследствие падения спроса на продукцию).

Система управления подконтрольными показателями включает два блока:

сравнение плановых (нормативных) и фактических значений подконтрольных показателей для выявления причин и виновников отклонений;

определение взаимосвязи и взаимозависимости между полученными отклонениями по подконтрольным показателям и конечными, результирующими показателями деятельности предприятия.

Информация об отклонениях фактических значений подконтрольных показателей от плановых с указанием причин и виновников позволяет принять управлеченческие решения по изменению управления или корректировке стратегических планов. Чтобы принимаемые решения были обоснованными, необходимо информацию об отклонениях сопроводить анализом влияния данных отклонений на результирующие показатели.

Теоретической основой оптимизации прибыли и анализа затрат в СЭУ промышленных предприятий является директ-костинг – система учёта прямых затрат, которая называется также «система управления себестоимостью» или «система управления предприятием» [2].

Необходимо выделить следующие наиболее важные аналитические возможности системы

«директ-костинг» для их реализации на этапах жизненного цикла предприятия:

оптимизацию прибыли в ассортименте выпускаемой продукции;

оценку эффективности производства;

анализ вариантов технологических изменений и изменений производственной мощности предприятия;

оценку эффективности принятия дополнительного заказа, замены технологического оборудования;

определение цены на новую продукцию и др.

Система «директ-костинг» является особенностью оперативной СЭУ предприятия. Отметим, что цель оперативной СЭУ – формирование системы управления текущих целей предприятия, а также своевременное принятие мер оптимизации соотношения «затраты↔результаты».

Решение задач СЭУ на этапе тактического управления имеет ряд отличительных особенностей по сравнению со стратегической СЭУ. Так, перечень подконтрольных показателей более обширен, детализирован и конкретен, определяется на основе текущих показателей хозяйственной деятельности предприятия (ликвидность, производительность, рентабельность и др.), анализа слабых мест и «точек роста» производства с учётом специфических особенностей предприятия.

Суть системы «директ-костинг» – деление производственных затрат в зависимости от изменений объёма производства на переменные и постоянные.

Система «директ-костинг» предусматривает планирование и учёт только ограниченной стоимости. В зависимости от специфики предприятия это могут быть либо только прямые, либо только переменные, зависящие от объёма производства, затрат, либо производственные расходы, т. е. расходы, непосредственно связанные с производством конечной продукции, независимо от того, прямые они или косвенные. Остальная часть текущих затрат не включается в калькуляции, а возмещается общей суммой без распределения по объектам затрат из выручки от реализации конечного продукта.

К переменным относятся затраты, величина которых изменяется с изменением объёма производства: заработка плата основных производственных рабочих, затраты на сырье и материалы, топливо и энергия на технологические цели и другие расходы. Переменные затраты разделяются на пропорциональные, прогрессивные и дегрессивные в зависимости от соотношения темпов роста объёма производства и различных элементов [3].

К постоянным относятся затраты, величина которых не меняется с изменением объёма производства, например начисленная амортизация основных фондов, проценты за пользование кредит-

тами, арендная плата, доплаты работникам аппарата управления предприятием и другие расходы.

Следует отметить, что разделение затрат на постоянные и переменные несколько условно, потому что многие виды затрат носят полупостоянный характер. Однако недостатки условности разделения затрат многократно перекрываются общими аналитическими преимуществами системы управления «директ-костинг».

В практике зарубежного менеджмента для повышения объективности разделения издержек на постоянные и переменные предлагается ряд достаточно эффективных практических методов: метод стратегического построения сметного уравнения; графический метод; метод высшей и низшей точки объёма производства за период и др.

Общий объём затрат на производство Z состоят из двух частей: постоянной Z_{const} и переменной Z_{var} :

$$Z = Z_{\text{const}} + Z_{\text{var}},$$

или в расчёте на одно изделие

$$Z = (C_0 + C_1)X,$$

где X – объём производства (количество единиц изделий); C_0 – постоянные затраты в расчёте на единицу изделия (продукции); C_1 – переменные затраты на единицу изделия (ставка переменных расходов на единицу).

Для построения уравнения общих затрат и разделения их на постоянную и переменную части по методу высшей и низшей точки используется алгоритм, разработанный на основе исследований А.К. Шишкина, С.С. Вартаняна, В.А. Микрюкова [4] (рис. 2).

Изменение объёма издержек производства в зависимости от объёма произведённой продукции оценивается коэффициентом реагирования затрат:

$$K = \frac{Z}{N},$$

где Z – изменения затрат за период; N – изменения объёма производства.

Для постоянных расходов коэффициент реагирования затрат равен нулю.

Важным аспектом анализа постоянных расходов является деление их на полезные и бесполезные. Это деление связано со скачкообразным изменением большинства производственных ресурсов.

Например, предприятие не может приобрести полстакана. В связи с этим затраты ресурсов будут не непрерывно, а скачкообразно. Таким образом постоянные затраты можно представить как сумму полезных и бесполезных затрат, не используемых в производственном процессе:

$$Z_{\text{const}} = Z_{\text{полез}} + Z_{\text{бесполез}}.$$



Рис. 2. Алгоритм составления уравнения общих затрат и разделения на постоянную и переменную части по методу высшей и низшей точки

Вычислить затраты можно, имея данные о максимально возможном N_{\max} и фактическом объёме производимой продукции N_{eff} .

$$Z_{\text{бесполез}} = (N_{\max} - N_{\text{eff}}) \frac{Z_{\text{const}}}{N_{\max}}.$$

Величина полезных расходов

$$Z_{\text{полез}} = N_{\text{eff}} \frac{Z_{\text{const}}}{N_{\max}}.$$

Распределение затрат на постоянные и переменные, а постоянных – на полезные и бесполезные является первой особенностью «директ-костинга». Такое разделение упрощает учёт и повышает оперативность полученных данных о прибыли.

Второй особенностью системы «директ-костинг» является совмещение принципов управленческого, финансового и производственного учёта. По системе «директ-костинг» учёт и отчётность на предприятиях должны быть организованы таким образом, чтобы появилась возможность регу-

лярного контроля текущих и стратегических параметров по схеме «затраты → объём → прибыль».

Маржинальный доход представляет собой разность между выручкой от реализации товаров, работ, услуг и переменными затратами. Маржинальный доход также представляет собой сумму постоянных расходов и чистого дохода. Данное обстоятельство позволяет составлять многоступенчатые отчёты, что важно для детализации анализа.

Третьей особенностью системы «директ-костинг» является составление отчёта о доходах в разрезе нескольких стадий. Так, если в отчёте переменные затраты разделить на производственные и непроизводственные, то отчёт станет трёхступенчатым. При этом сначала определяется производственный маржинальный доход, далее доход в целом, далее чистый, далее чистый дисkontированный.

Четвёртой особенностью системы «директ-костинг» является разработка методики экономико-математического и графического представления и анализа отчётов для прогноза чистых доходов. Строится график зависимости себестоимости (за-

трат и доходов) от количества единиц выпущенной продукции.

Аналитические возможности системы «директ-костинг» наиболее полно раскрываются при исследовании связи себестоимости с объёмом реализации продукции и прибылью.

Объём реализации или выручка N связаны с себестоимостью и прибылью соотношением

$$N = Z + R.$$

Если предприятие работает с положительным экономическим результатом, то значение $R > 0$, если с отрицательным, то значение $R < 0$. Если у предприятия нет ни прибыли, ни убытка и выручка от реализации равна затратам, то $R = 0$.

Точка перехода из одного состояния в другое (при $R = 0$) называется критической точкой.

Анализ внешних и внутренних рынков сбыта конечной продукции позволит установить требования потребителей тех или иных её видов к качественным техническим, эстетическим и экономическим показателям. Необходимость сбыта продукции и, следовательно, недопустимость кризисного состояния и банкротства потребуют от предприятия организации выпуска продукции в соответствии с требованиями рынков сбыта.

Разработка конструкции новых изделий (или новых моделей, выпускаемых предприятием изделий) и их изготовление в массовом и серийном производстве потребуют проведения комплекса работ по так называемой технической подготовке производства новых изделий (новых моделей), состоящей из конструкторской и технологической подготовки производства.

Таким образом, техническая подготовка производства представляет собой достаточно трудоёмкий процесс, требующий значительных финансовых, материальных и трудовых затрат. Исполнители работ по технической подготовке производства сталкиваются не только с большим объёмом предстоящих работ, но и с отсутствием во многих отраслях и предприятиях методологии определения стоимости и трудоёмкости подлежащих выполнению работ. В результате отсутствуют запланированные сроки и координация этапов выполнения как всего объёма, так и отдельных видов работ по технической подготовке производства исполнителями.

Разработка методологии и методик проведения работ по технической подготовке производства применительно к особенностям отдельных отраслей и предприятий машиностроения является самостоятельной темой научных исследований и разработок.

Библиографические ссылки

1. Дадалко В.А., Песков В.В. Обеспечение экономической безопасности социально-экономических систем: инновационное развитие и инвестиционная деятельность: монография. Мн.: ИВЦ Минфина, 2010. 208 с.
2. Николаева С.А. Особенности учёта затрат в условиях рынка: система «директ-костинг». М.: Финансы и статистика. 2003. 189 с.
3. Шеремет А.Д. Методика финансового анализа. М.: Инфра-М, 2006. 22 с.
4. Шишгин А.К., Вартанян С.С., Микрюков В.А. Бухгалтерский учёт и финансовый анализ на коммерческих предприятиях. М.: Инфра-М, 2006. 23 с.



ТОРЦОВЫЕ УПЛОТНЕНИЯ ВАЛОВ: справочник
(Библиотека конструктора).

В.А. Мельник

320 с.: ил. ISBN: 978-5-217-03383-6

Цена 484 р.

Приведен механизм работы торцевых уплотнений, включая процессы, протекающие в уплотняющей щели, гипотезы уплотняющей и несущей способности торцевых уплотнений и известные методы их расчета. Представлены новые сведения по исследованиям и расчетам торцевых уплотнений, управлению работой торцевого уплотнения. Показаны возможности расчетного проектирования торцевых уплотнений с заданными рабочими характеристиками. Приведены технические решения, которые могут успешно использоваться в конструкторской практике.

Впервые даны конструктивные исполнения газовых торцевых уплотнений. Описаны работы торцевых уплотнений, необходимое дополнительное оборудование, наиболее распространенные схемы и методы расчета уплотняющих пар.

Для специалистов, занимающихся разработкой и эксплуатацией узлов уплотнений валов; может быть полезен преподавателям и студентам вузов.

Приобрести книгу по цене издателя можно, прислав заявку в отдел продаж, маркетинга и рекламы:
по почте: 107076, г. Москва, Стромынский пер., 4; по факсу: (499) 269-48-97; по e-mail: realiz@mashin.ru
Дополнительную информацию можно получить по телефонам: (499) 269-66-00, 269-52-98 и на сайте WWW.MASHIN.RU

УДК 65.011.56

А.В. Ходяев

(ООО «РН-КрасноярскНИПиНефть», г. Красноярск)

khodyaevAV@kr-nipineft.ru

АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЁТА РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ СОТРУДНИКОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ ПРИ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ СИСТЕМАХ КОНТРОЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ

Представлены результаты создания информационной системы, способной консолидировать данные, полученные от различных систем контроля и управления доступом, расположенных в различных зданиях предприятия, имеющих закрытую архитектуру и независимых друг от друга. Описано информационное окружение программного обеспечения и алгоритм учёта рабочего времени сотрудников.

Ключевые слова: учёт рабочего времени, системы контроля и управлением доступом.

Results of the information system creature capable to consolidate dates received from different systems for access control and management are introduced. Systems are situated in the different enterprise buildings, have a close architecture and are independent from each other. Software informational surroundings and the officials working time calculation algorithm are described.

Key words: working time calculation, access control and management systems.

Введение. Учёт рабочего времени актуален на любом предприятии независимо от его размера. Потери, связанные с опозданиями, прогулами или нерациональными перемещениями сотрудников, обычно выливаются в суммы, значительно превосходящие те, которые требуется вложить в установку аппаратуры, обеспечивающей решение этой задачи [1]. Обычно её решают системы контроля и управления доступом (СКУД), которые сегодня могут быть смонтированы на любом предприятии, независимо от его размера и числа сотрудников [2]. Каждая из них оснащена собственной подсистемой автоматического учёта рабочего времени сотрудников.

Однако, если предприятие имеет несколько близко расположенных друг к другу зданий и в каждом здании установлена своя система учёта, то процесс получения консолидированной информации о трудовой дисциплине сотрудников затрудняется. Зачастую приходится вручную анализировать отчёты, полученные с разных систем контроля. При закрытой архитектуре реализации промышленных систем контроля доступа любые изменения в их программной логике невозможны [3].

В результате возникает задача разработки информационной системы (ИС), позволяющей синхронизировать и консолидировать данные СКУД различной архитектуры.

Проблемы при использовании распределённых систем контроля и управления доступом. В случае, когда предприятие имеет несколько зданий и в каждом здании находится собственная СКУД (рис. 1), независимая и не синхронизируемая с другими СКУД, при учёте рабочего времени сотрудников возникают проблемы из-за отсутствия

консолидированной отчётности по нескольким зданиям; возможности указания событий; синхронизации между серверами СКУД.

Отсутствие консолидированной отчётности по нескольким зданиям означает следующее. Работники отдела кадров каждый месяц получают бумажные отчёты по каждому зданию и вручную соотносят все входы и выходы сотрудников из зданий.

Отсутствие возможности указания событий означает, что если сотрудник был в отпуске или в командировке, то эта информация не отображается в отчётах СКУД. Сотрудникам отдела кадров необходимо одновременно сравнивать ещё один отчёт с двумя предыдущими.

Отсутствие синхронизации между серверами СКУД говорит о том, что при новой магнитной карте (принятие нового сотрудника или замены его магнитной карты) необходимо вносить изменения в базу данных каждой СКУД.

Разработка информационной системы. Одним из решений является разработка собственной ИС, позволяющая собирать данные с каждого сервера СКУД, проводить синхронизацию и представлять консолидированный отчёт о времени нахождения сотрудников на предприятии, независимо от того, в каком здании они находятся.

При разработке программного обеспечения были решены следующие задачи:

— проанализирована архитектура существующих СКУД;

— на основе проведённого анализа разработана архитектура собственной ИС;

— проведена разработка алгоритмов и программного обеспечения;

— проведено тестирование ИС.

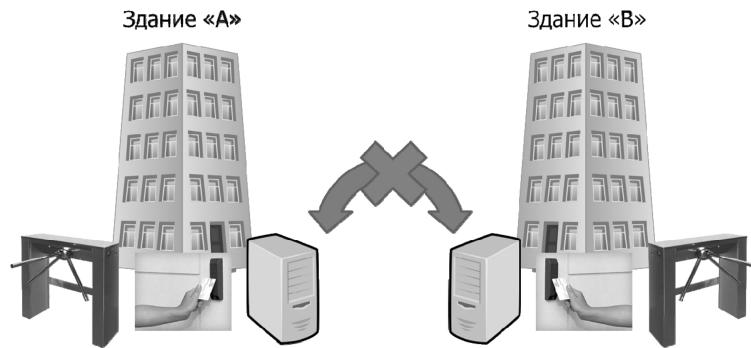


Рис. 1. Распределённая система контроля и управления доступом

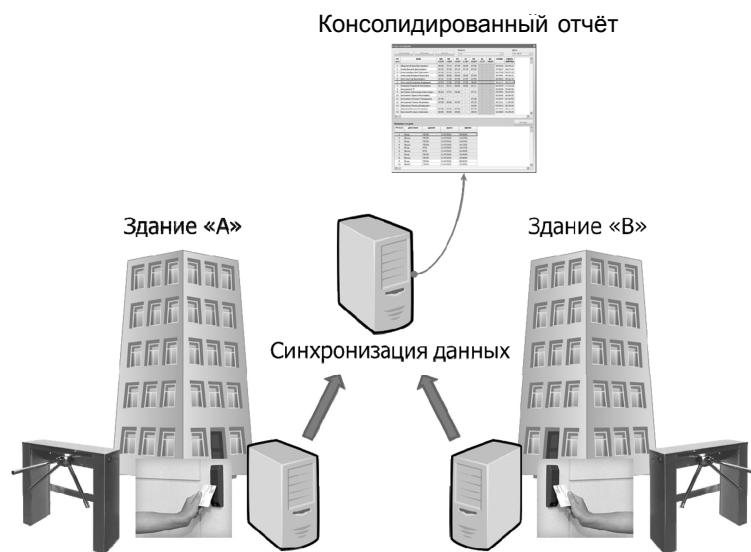


Рис. 2. Централизованная система контроля и управления доступом

На рис. 2 представлена схема распределённой системы контроля и управления доступом после разработки ИС.

Для сбора данных с различных серверов СКУД были разработаны «коннекторы» – специализированные программные модули, являющиеся универсальным шлюзом каждой СКУД.

Ниже приведено описание логической структуры базы данных, а также основного алгоритма анализа данных.

Информационное окружение разработанной ИС состоит из реляционной базы данных, содержащей данные о времени прихода и ухода персонала, информацию о причинах и времени отсутствия работника, информацию о праздниках, сокращённых рабочих днях и т. д. Логическая структура представлена на рис. 3.

Таблица «Посетитель» содержит информацию о номере карты-чипа (карта, которая прикладывается к считывателю турникета при входе на предприятие и при выходе из него), ФИО сотруд-

ника, информацию о рабочем графике и обеденном перерыве.

В таблице «Действие» находится информация о времени входа и выхода сотрудника, а также о месте входа или выхода (предприятие может иметь несколько зданий). Вариант содержания таблицы «Действие» представлен на рис. 4.

В таблице «Отсутствие» содержится информация обо всех отсутствиях сотрудника на рабочем месте. Такими отсутствиями могут быть: служебная командировка, листок нетрудоспособности, прогул, отпуск и пр.

Информация о датах праздников находится в таблице «Праздник».

При реализации алгоритма учитывались следующие нормативно-правовые аспекты:

рабочим считается время между началом и концом рабочего дня (например, начало в 9.00 ч, конец в 18.00 ч);

время нахождения работника на территории предприятия вне рабочего графика считается как

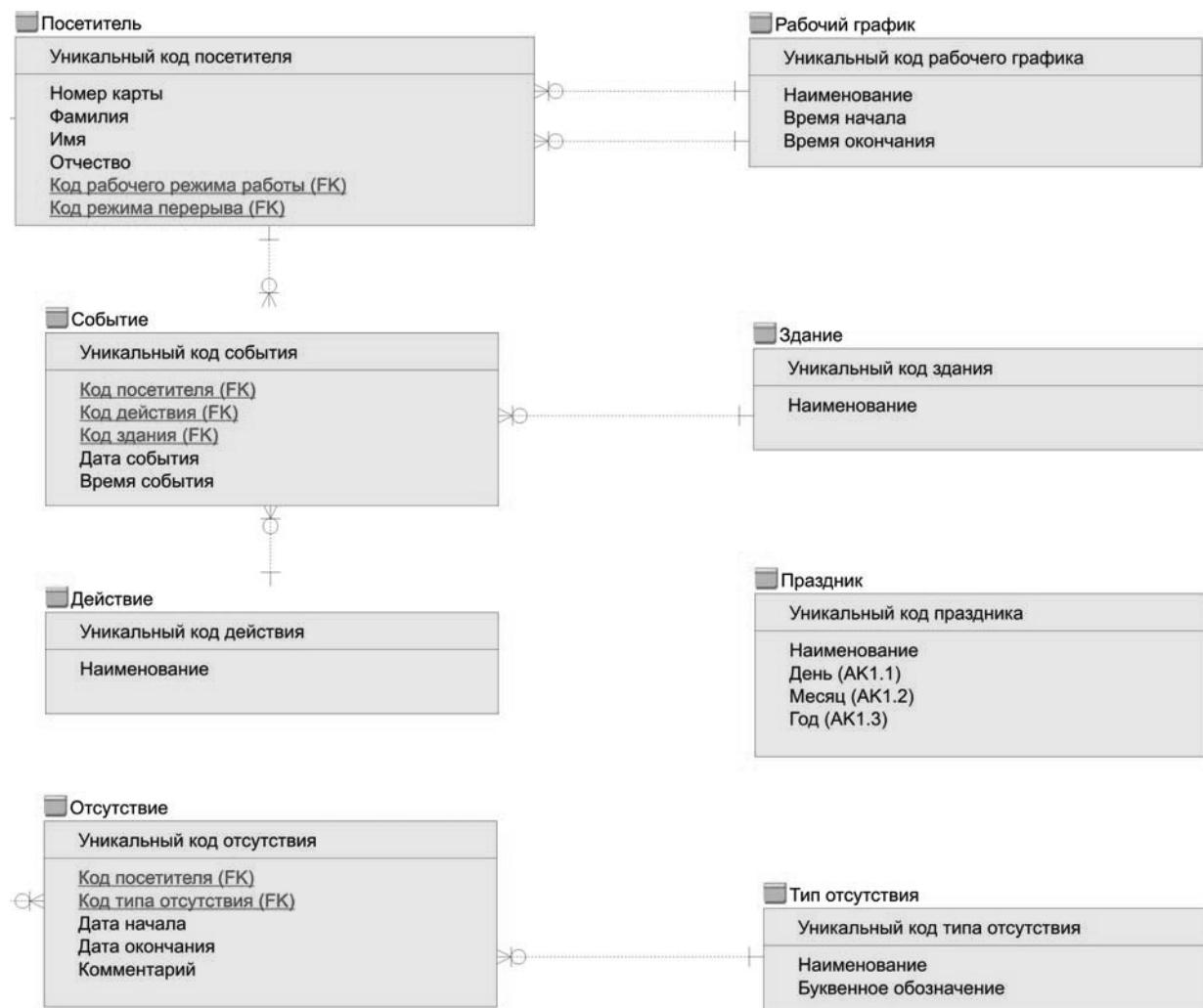


Рис. 3. Логическая структура базы данных

переработка и не учитывается в общем рабочем времени;

обеденный перерыв не входит в рабочее время, однако если сотрудник не выходил с предприятия в течение всего обеденного перерыва, то это учитывается в переработке определённым количеством времени.

Реализация алгоритма. Учёт рабочего времени сотрудников на предприятии сводится к задаче подсчёта времени, в течение которого он находился на территории предприятия. При подсчёте необходимо учитывать такие аспекты трудовой дисциплины как обеденный перерыв, переработка и опоздания.

Представим рабочий день сотрудника следующей схемой (рис. 5).

Необходимо произвести подсчёт времени нахождения сотрудника до обеденного перерыва и после, т. е. подсчёт времени на отрезках AB и CD .

Подсчёт времени на отрезке AB :

находим время последнего входа при условии $t \leq B$;

находим время последнего выхода при условии $t \leq B$;

если время выхода больше времени входа, то за временную метку (t') принимаем время выхода, иначе выбираем первый выход при условии $t > B$;

рассчитываем суммы входов и выходов при условии $t \leq t'$;

рассчитываем разницу между суммами выходов и входов (t_{AB}).

Теперь необходимо учесть следующее:

первый вход мог быть осуществлён либо раньше момента времени A , либо позже;

последний выход мог быть осуществлён также либо раньше, либо позже момента времени B .

Для учёта момента времени A необходимо найти время первого входа и рассчитать разницу между этим временем и временем A . Если разница положительна (первый вход был раньше A), то вычитаем из t_{AB} эту разницу.

ID	VISITOR_ID	ACTION_ID	BUILDING_ID	EVENT_DATE	EVENT_TIME
1	12136	593	2	1 17.02.10	17.02.10 10:41:09,0000000000
2	12137	361	2	1 17.02.10	17.02.10 10:40:50,0000000000
3	12138	578	1	1 17.02.10	17.02.10 10:40:15,0000000000
4	12139	512	1	1 17.02.10	17.02.10 10:40:03,0000000000
5	12140	578	2	1 17.02.10	17.02.10 10:39:55,0000000000
6	12141	499	2	1 17.02.10	17.02.10 10:39:31,0000000000
7	12142	544	2	1 17.02.10	17.02.10 10:39:27,0000000000
8	12143	542	2	1 17.02.10	17.02.10 10:38:23,0000000000
9	12144	505	2	1 17.02.10	17.02.10 10:38:19,0000000000
10	12145	549	2	1 17.02.10	17.02.10 10:36:46,0000000000
11	12146	529	2	1 17.02.10	17.02.10 10:34:07,0000000000
12	12147	512	2	1 17.02.10	17.02.10 10:30:26,0000000000
13	12148	669	1	1 17.02.10	17.02.10 10:29:55,0000000000
14	12149	539	1	1 17.02.10	17.02.10 10:29:01,0000000000
15	12150	640	1	1 17.02.10	17.02.10 10:27:59,0000000000
16	12151	613	1	1 17.02.10	17.02.10 10:27:52,0000000000
17	12152	613	2	1 17.02.10	17.02.10 10:24:59,0000000000
18	12153	669	2	1 17.02.10	17.02.10 10:22:36,0000000000
19	12154	640	2	1 17.02.10	17.02.10 10:22:15,0000000000
20	12155	661	1	1 17.02.10	17.02.10 10:20:57,0000000000
21	12156	383	1	1 17.02.10	17.02.10 10:19:44,0000000000
22	12157	661	2	1 17.02.10	17.02.10 10:17:48,0000000000
23	12158	383	2	1 17.02.10	17.02.10 10:16:21,0000000000
24	12159	529	1	1 17.02.10	17.02.10 10:11:44,0000000000
25	12160	404	1	1 17.02.10	17.02.10 10:10:12,0000000000
26	12161	522	2	1 17.02.10	17.02.10 10:08:27,0000000000
27	12162	529	2	1 17.02.10	17.02.10 10:06:19,0000000000
28	12163	365	2	1 17.02.10	17.02.10 10:05:45,0000000000
29	12164	517	1	2 17.02.10	17.02.10 12:10:40,0000000000

Рис. 4. Фрагмент содержания таблицы «Действие»

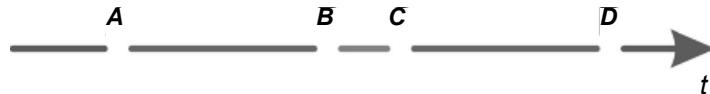


Рис. 5. Схема рабочего дня:

A — начало рабочего дня; *D* — окончание рабочего дня; *B* — начало обеденного перерыва;
C — окончание обеденного перерыва

Для учёта момента времени *B* необходимо рассчитать разницу между временем *B* и величиной t' . В случае отрицательного значения прибавляем к t_{AB} эту разницу.

Подсчёт времени на отрезке *CD*:

находим время первого входа при условии $t \geq C$;
 находим время первого выхода при условии $t \geq C$;
 если время выхода больше времени входа, то за

первую временную метку (t'_1) принимаем время входа, иначе выбираем последний вход при условии $t < C$;

находим время первого выхода при условии $t \geq t'_1$ и $t \leq D(t'_2)$;

если такого времени не найдено, то в качестве второй метки выбираем последний выход при условии $t \geq t'_1$ и $t \leq D(t'_2)$;

рассчитываем суммы всех входов и всех выходов при условии $t \geq t'_1$ и $t \leq t'_2$;

рассчитываем разницу между суммами выходов и входов (t_{CD}).

Как и для отрезка AB необходимо учесть следующее:

первый вход мог быть осуществлён либо раньше момента времени C , либо позже;

последний выход мог быть осуществлён также либо раньше, либо позже момента времени D .

Для учёта момента времени C необходимо рассчитать разность между временем C и величиной t'_1 . Если она положительна, то вычитаем из t_{CD} эту разность.

Для учёта момента времени D необходимо найти время первого выхода при условии $t \geq D$. Если такого времени не найдено, то необходимо выбрать последний выход при условии $t \leq D$. После этого рассчитываем разность между этим временем и временем D . В случае отрицательного значения прибавляем к t_{CD} эту разность.

Таким образом, время нахождения работника на предприятии в течение рабочего дня рассчитывается как $t_{AB} + t_{CD}$.

Расчёт переработки сотрудника делится на три этапа:

до момента времени A ;

на промежутке BC ;

после момента времени D .

Переработка до времени A :

находим время первого выхода при условии $t \geq A (t'_O)$;

если такого времени не найдено, то находим последний выход при условии $t \leq A (t'_O)$;

рассчитываем суммы всех входов и всех выходов при условии $t \leq t'_O$;

рассчитываем разность между суммами выходов и входов (t_{O1});

учитывая, что первый вход мог быть осуществлён либо раньше, либо позже времени A , необходимо рассчитать разность между временем A и величиной t'_O . В случае отрицательного значения прибавляем её к t_{O1} .

Переработка на промежутке BC :

находим время последнего входа при условии $t \leq B (t'_1)$;

находим время первого выхода при условии $t > t'_1 (t'_2)$;

при условии $t'_2 \geq C$ добавляем к t_{O2} требуемое время.

Переработка после момента времени D :

находим время последнего входа при условии $t \leq D (t'_O)$;

если такого времени нет, то находим первый вход при условии $t \geq D (t'_O)$;

рассчитываем суммы всех входов и всех выходов при условии $t \geq t'_O$;

рассчитываем разность между суммами выходов и входов (t_{O3});

учитывая, что первый вход мог быть осуществлён либо раньше, либо позже времени D , необходимо рассчитать разность между временем D и величиной t'_O . Если она положительна, то вычитаем её из t_{O3} .

Время переработки работника в течение рабочего дня рассчитывается как $t_{O1} + t_{O2} + t_{O3}$.

Выделим следующие виды опозданий:

опоздание к началу рабочего дня;

ранний уход на обеденный перерыв;

опоздание к концу обеденного перерыва;

ранний уход с предприятия.

Для определения опоздания к началу рабочего дня необходимо:

найти время последнего входа при условии $t \leq A (t'_{d1})$;

если такого времени не было найдено, то опоздание было, иначе находим время первого выхода при условии $t > t'_{d1} (t'_{d2})$;

если $t'_{d2} < A$, то опоздание было.

Для определения раннего ухода на обеденный перерыв необходимо:

найти время последнего входа при условии $t \leq B (t'_{d1})$;

если такого времени не было найдено, то опоздание было, иначе находим время первого выхода при условии $t > t'_{d1} (t'_{d2})$;

если $t'_{d2} < B$, то опоздание было.

Определение опоздания к концу обеденного перерыва происходит следующим образом:

находим время последнего входа при условии $t \leq C (t'_{d1})$;

если такого времени не было найдено, то опоздание было, иначе находим время первого выхода при условии $t > t'_{d1} (t'_{d2})$;

если $t'_{d2} < C$, то опоздание было.

Для расчёта раннего ухода до конца рабочего дня необходимо:

найти время последнего входа при условии $t \leq D (t'_{d1})$;

если такого времени не было найдено, то опоздание было, иначе находим время первого выхода при условии $t > t'_{d1} (t'_{d2})$;

если $t'_{d2} < D$, то опоздание было.

В результате произведён подсчёт рабочего времени, времени переработки и наличия разных вариантов опозданий сотрудника.

Заключение. Для решения проблемы учёта рабочего времени сотрудников предприятия в условиях распределённой системы контроля и управления доступом была разработана собственная ИС, позволяющая собирать данные с каждого сервера СКУД, проводить синхронизацию и представлять консолидированный отчёт о времени нахождения

сотрудников на предприятии, независимо от места их нахождения на территории предприятия.

Отличительные характеристики ИС:

составление отчётности по всем зданиям предприятия в режиме реального времени (период синхронизации – 15 мин);

возможность указывать любые периоды событий на сотрудника (режим работы, причины пропуска и пр.);

автоматическая управляемая синхронизация между серверами СКУД;

доступ к ИС с любого рабочего места (при наличии соответствующих привилегий).

После внедрения ИС был получен следующий эффект:

сокращено время анализа данных учёта рабочего времени сотрудников;

найдены дублирующие магнитные карты, обезличенные магнитные карты и «перепутанные» магнитные карты;

исправлена архивная статистика при смене карты.

В дальнейшем планируется разработка програмного модуля системы для объединения данных,

полученных от турникетов (СКУД), с данными системы управления бизнес-процессами Microsoft Project. Данная система позволит создавать отчётность по соответствуанию фактических трудозатрат в системе Microsoft Project и фактическому пребыванию сотрудника на рабочем месте согласно данным систем контроля и управления доступом. В свою очередь это позволит автоматизировать анализ трудозатрат предприятия по всем подразделениям и повысить производительность труда.

Библиографические ссылки

- Gutierrez Vela F.L., Isla Montes J.L., Paderewski Rodriguez P. et al.** An architecture for access control management in collaborative enterprise systems based on organization models // Science of Computer Programming, 2007. V. 66, I. 1. P. 44–59
- Chen T.-Y., Chen Y.-M., Chu H.-C. et al.** Development of an access control model, system architecture and approaches for resource sharing in virtual enterprise // Computers in Industry, 2007. V. 58, I. 1. P. 57–73.
- Ward P., Smith C.L.** The Development of Access Control Policies for Information Technology Systems // Computers & Security, 2002. V. 21, I. 4. P. 356–371.



СПРАВОЧНИК КОНСТРУКТОРА-МАШИНОСТРОИТЕЛЯ:

В 3-х томах. Продается в комплекте из 3-х томов

В.И. Анульев. Под ред. И.Н. Жестковой

2816 с. ISBN: 5-217-03342-8

Цена 12100 р.

Девятое издание (8-е изд. 2000 г.) переработано в соответствии с новыми стандартами и нормативно-технической документацией.

В первом томе приведены общетехнические сведения, справочные данные по конструкционным материалам, шероховатости поверхности, допускам и посадкам, предельным отклонениям формы и расположения поверхностей, конструктивным элементам деталей, крепежным изделиям, стандартизованным и нормализованным деталям и узлам, защитно-декоративным покрытиям металлов и пластмасс.

Дополнены и значительно расширены разделы: общетехнические сведения, конструкционные материалы, конструктивные элементы деталей и крепежные изделия. Увеличено количество зарубежных аналогов отечественных материалов.

Во втором томе приведены современные справочные сведения по расчету и конструкциям осей, валов, подшипников скольжения и качения, муфт, зубчатых, червячных, реечных, винтовых, цепных, плоско- и клиновременных передач, вариаторов, шарико-винтовых передач, храповых зацеплений и разъемных соединений: болтовых, шпоночных и шлицевых.

Значительно расширены справочные сведения по валам и осям, подшипникам, муфтам, ременным передачам, разъемным соединениям и т.д.

В третьем томе приведены справочные сведения по расчету и конструированию неразъемных соединений, пружин, уплотнительных устройств, трубопроводов и арматуры, смазочных, гидравлических и пневматических устройств. Рассмотрены смазочные материалы и системы, материалы труб и рукавов, редукторы, мотор-редукторы, электродвигатели.

Значительно расширены сведения по заклепочным соединениям, уплотнениям подвижных и неподвижных соединений, трубопроводам и арматуре, классам чистоты рабочих жидкостей, kleевым соединениям, редукторам и т.д.

Предназначен для инженеров и техников-конструкторов.

Приобрести книгу по цене издателя можно, прислав заявку в отдел продаж, маркетинга и рекламы:

по почте: 107076, г. Москва, Строгинский пер., 4; по факсу: (499) 269-48-97; по e-mail: realiz@mashin.ru

Дополнительную информацию можно получить по телефонам: (499) 269-66-00, 269-52-98 и на сайте WWW.MASHIN.RU



ВЫСТАВКИ И ПРЕЗЕНТАЦИИ

Названы победители конкурса «Премия инноваций «Сколково» при поддержке Cisco I-PRIZE»

Объявленный 22 ноября 2010 г. конкурс на соискание премии инноваций «Сколково» при поддержке компании Cisco I-PRIZE завершился полгода спустя – 16 мая. В этот день в Московском международном деловом центре «Москва-сити» шесть финалистов проходившего в три этапа марафона по очереди представили свои проекты и ответили на вопросы членов судейской коллегии, в состав которой вошли: генеральный директор ООО «Сиско Системс» Павел Бетсис, исполнительный директор Кластера информационных технологий Инновационного центра «Сколково» Александр Туркот, заместитель руководителя Федерального агентства по делам молодежи Александр Повалко, основатель и управляющий партнер компании Almaz Capital Partners Александр Галицкий, исполнительный секретарь Российской ассоциации телемедицины Валерий Столяр, генеральный директор компании Alawar Entertainment Александр Лыковский, генеральный директор ЗАО «Научный парк МГУ» Олег Мовсесян, генеральный директор рейтингового агентства «Эксперт РА» Дмитрий Гришанков.

После окончания презентаций проектов члены жюри удалились на совещание, чтобы обменяться своими оценками каждой из шести представленных на их суд идей и прийти к общему мнению о победителях конкурса. Свой вердикт они огласили, когда заканчивался пятый час финального соревнования.

Победителем конкурса «Премия инноваций «Сколково» при поддержке Cisco I-PRIZE» стала московская команда под руководством Евгения Сметанина (учредитель и генеральный директор ООО «АЙТЭМ Мультимедиа», на снимке – справа). Их проект «Стратегия-на-ковре» рассчитан на то, чтобы переносить компьютерные игры в реальный мир. Премиальные (три млн. рублей) триумфаторы конкурса намерены израсходовать на создание прототипа робота, который можно будет показывать инвесторам. Рождения же первой игрушки, по их прогнозам, следует ожидать через девять месяцев.

Второе место и награду в полтора млн. рублей завоевала ещё одна московская команда – «Новилаб» во главе с Дмитрием Михайловым (на снимке – слева) и Михаилом Фроимсоном. Дмитрий – кандидат технических наук, доцент кафедры «Компьютерные системы и технологии» Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Михаил – студент 5-го курса того же вуза. Их команда представила на конкурс проект под названием «Программное средство бесконтактного управления техникой с использованием зрачков человека «Око». «На сегодня наиболее распространенным способом взаимодействия человека с компьютером является «мышька», наша же разработка дает возможность управлять компьютером на основе определения направления взгляда», – пояснили свой замысел авторы этой идеи.



Один из лучших российских вузов – МИФИ дал ещё одного призера конкурса. Аспирантка этого университета Марта Егорова (на снимке – в центре) удостоилась третьего места и премии в 750 тыс. рублей за свой проект «Интеллектуальное конвертирование фотоколлекции в альбом». Осенившая Марту идея близка и понятна любому, кто увлекается фотографированием. По её словам, люди делают массу снимков, которые часто лежат мертвым грузом, ибо отбор и форматирование изображений требует уймы времени. Аспирантка же МИФИ придумала интеллектуальную систему отбора фотографий из неструктурированных фотоколлекций и последующего форматирования таких снимков в виде фотокниги или web-альбома. Эта идея нашла признание не только у видных специалистов, составивших жюри конкурса, но и у двухсот с лишним гостей, пришедших на церемонию награждения и в своём большинстве проголосовавших за то, чтобы отметить Марту Егорову ещё и призом зрительских симпатий.

Конкурс «Премия инноваций «Сколково» при поддержке Cisco I-PRIZE» был организован компанией Cisco во исполнение обязательств, взятых главой компании Джоном Чемберсом (John Chambers) на встрече с Президентом РФ Дмитрием Медведевым в июне прошлого года. Тогда руководство Cisco объявило долгосрочную программу поддержки российской программы технологических инноваций. В частности, компания выразила готовность организовать для российских предпринимателей творческое соревнование по образцу своего международного конкурса Cisco I-PRIZE. Тогда же Дж. Чемберс и глава Фонда «Сколково» Виктор Вексельберг подписали меморандум о взаимопонимании, подчеркнувший твердую приверженность компании Cisco проекту «Сколково» и создающей основу сотрудничества Cisco с российскими правительством и бизнесом.

Конкурс «Премия инноваций «Сколково» при поддержке Cisco I-PRIZE» был объявлен 22 ноября 2010 г. и вызвал огромный интерес: три месяца спустя организаторы приняли к рассмотрению 2318 идей, поступивших от десяти с лишним тысяч жителей и сотен населенных пунктов Российской Федерации.



ОБЗОР ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПЕЧАТИ

УДК 621.002.51

По страницам журналов

Создание автоматических космических комплексов для научных исследований луны: вчера, сегодня, завтра. Полёт. 2010. № 11.

Приведено описание автоматических космических комплексов, созданных и проектируемых коллективом НПО им. С.А. Лавочкина для фундаментальных и прикладных научных исследований Луны. Дано краткое описание решаемых ими научных задач. Представлены предложения по дальнейшей программе научных исследований Луны.

Информационные технологии в научных экспериментах в космосе. Полёт. 2010. № 11.

Предлагается структура научно-образовательного ресурса, использующего современные информационные технологии для создания на основе телеметрических данных адаптивных моделей и виртуальных образов, отражающих функционирование космического аппарата и условий, в которых проводятся эксперименты в космосе. Описаны примеры использования созданного программного комплекса для сопровождения миссий КА «Фотон-М2/3».

Устройство для идентификации дискомфортных режимов полёта и оценка точности его работы. Полёт. 2010. № 11.

Представлены состав и назначение блоков разработанного устройства для идентификации дискомфортных режимов полёта. Его первый блок – аналого-цифровое вычислительное устройство – даёт максимальную погрешность, так как на него подаются аналоговые сигналы со штатных датчиков самолёта. Для этого блока рассчитаны методическая погрешность оценки временного интервала T между точками пересечения линии нулевого уровня вертикальными порывами и погрешность оценки T , вызванная порогом срабатывания компаратора. Определено минимальное значение крутизны функции F при переходе через нулевой уровень, при котором гарантируется заданная точность работы устройства.

Новые методы фотометрических измерений интегрированной солнечной постоянной. Контроль. Диагностика. 2010. № 11.

Предложены новые методы измерения интегрированной солнечной постоянной с помощью пиранометров. Показано, что интегрированная солнечная постоянная может быть вычислена на основе результатов пиранометрических измере-

ний при двух оптических воздушных массах. При этом удаётся устранить влияние неопределённости значения коэффициента мутности Линке на результат измерений.

Контактные деформации соединения вал – втулка под действием радиальной силы и опрокидывающего момента. Вестник машиностроения. 2010. № 12.

Для соединений вал – втулка с зазором и натягом в предположении абсолютной жёсткости сопрягаемых деталей и податливости контактного слоя получены зависимости сближения от радиальной силы и угла поворота от опрокидывающего момента. Сопоставлены результаты расчёта и эксперимента для соединения с зазором, нагруженного радиальной силой.

Итеративные регуляризованные алгоритмы обработки измерительной информации. Вестник компьютерных и информационных технологий. 2010. № 11.

Проведён анализ функционирования итеративных регуляризованных алгоритмов обработки информации на основе решения задачи оценки параметров динамических систем. Сделаны выводы и выработаны рекомендации для их практического применения.

Выделение линии горизонта на телевизионных и тепловизионных изображениях. Вестник компьютерных и информационных технологий. 2010. № 11.

Предложен новый подход к автоматическому выделению линии горизонта при комплексной обработке телевизионных и тепловизионных панорамных изображений. Разработана итерационная процедура компьютерной обработки изображений, обеспечивающая построение линии горизонта в простых и сложных метеоусловиях. Приведены результаты обработки изображений реальных сцен, содержащих пригоризонтные области.

Оценка соответствия специалиста требованиям работодателя на основе нечётких вычислений. Вестник компьютерных и информационных технологий. 2010. № 11.

Рассмотрен вопрос количественной оценки степени соответствия претендента на должность/ рабочее место требованиям работодателя на основе количественных и качественных оценок претендента и нечётких вычислений.