

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)

9
—
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

Мурзинов Ю.В. Система автоматизации инженерных расчётов режимов и параметров рубок ухода за лесом ...	3
Дьяков И.Ф., Попович А.В. Влияние механической обработки деталей на усталостную прочность	8
Шербань И.В., Вдовюк К.В., Вдовюк А.В. Модернизированный программно-аппаратный комплекс для оценки параметров фоновой активности нейронной системы подопытного животного	11

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Васин В.А., Ивашов Е.Н., Степанчиков С.В. Автоматизированная система определения положения в пространстве исполнительных устройств современного вакуумно-технологического оборудования	16
Баканов В.М. Эффективность многопроцессорных вычислительных систем при решении конкретных задач	20
Долгов В.А. Использование и перспективы развития CALS-технологий в многонomenclатурном производстве	26
Клюев С.Б., Нефёдов Е.И. Делитель канала на щелевых линиях	32
Перемитина Т.О. Алгоритмы статистического прогнозирования состава и свойств нефти	36

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНОЙ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Ерошкін С.Ю., Михалко Е.Р. Обоснование методологии анализа инновационного потенциала и экономической безопасности промышленных предприятий	40
---	----

ВЫСТАВКИ И ПРЕЗЕНТАЦИИ

Компания «КРОК» совместно с ФГУ ФИПС автоматизирует систему ведения Государственного реестра товарных знаков и знаков обслуживания	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 ФГБНУ “Научно-исследовательский институт – Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы”
123995, Москва, ул. Антонова-Овсеенко, 13. Тел.: (499) 795 1789

CONTENTS

AUTOMATION OF SCIENTIFIC-RESEARCH AND PRODUCTION

Murzinov Yu.V. Engineering calculation automation system of the forest cleaning cutting conditions and parameters ...	3
Dyakov I.F., Popovich A.V. Parts machining influence on the fatigue strength	8
Shcherban I.V., Vdovyuk K.V., Vdovyuk A.V. Modernized software-hardware complex for background activity characteristics valuation of the experimental animals neural system	11

MODERN TECHNOLOGIES

Vasin V.A., Ivashov E.N., Stepanchikov S.V. Automatic system for space position definition of the contemporary vacuum-technological equipment actuator	16
Bakanov V.M. Multiprocessing computing systems efficiency when solving specific problems	20
Dolgov V.A. CALS-technology utilization and development prospect in the multiproduct production	26
Klyuev S.B., Nefedov E.I. Channel devistor with slot lines	32
Peremitina T.O. Statistical prediction algorithms of the petroleum composition and characteristics	36

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF SCIENTIFIC AND ECONOMIC AKTIVIES

Eroshkin S.Yu., Mikhalko E.R. Analysis methodology explanation of the industrial enterprises innovative potential and economic safety	40
--	----

EXHIBITION AND PRESENTATIONS

The company CROC conjointly FGU FIPS automates system of the conduct of the State Register of Trademarks and Service Marks	47
--	----

SURVEY OF PERIODICALS

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

Сдано в набор 30.06.11. Подписано в печать 25.08.11.
Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 5,88. Уч. изд. л. 6,8. Заказ 625. Цена свободная

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

**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 несёт рекламодатель**



УДК 519.688:630*245

Ю.В. Мурзинов (Воронежская государственная лесотехническая академия)
murzinov@box.vsi.ru

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЁТОВ РЕЖИМОВ И ПАРАМЕТРОВ РУБОК УХОДА ЗА ЛЕСОМ

Рассмотрена система автоматизации инженерных расчётов по определению режимов и параметров рубок ухода за лесом. Описана структурная схема алгоритма расчётов. Представлены регрессионные уравнения для определения параметров роста деревьев. Показано увеличение выхода полезной древесины и снижение возраста технической спелости деревьев при использовании системы автоматизации инженерных расчётов.

Ключевые слова: система автоматизации, рубки ухода, математические модели, выращивание леса, инженерные расчёты, регрессионные модели.

Engineering calculation automation system by definition of the forest cleaning cutting conditions and parameters is considered. Calculation algorithm structural layout is described. The regression equations for trees growth parameters definition are introduced. Useful wood output increase and trees technical maturity age decrease by utilization of the engineering calculation automation system is shown.

Key words: automation system, thinning, mathematical models, forest growing, engineering calculation, regressive models.

Лесное хозяйство Российской Федерации постоянно решает задачи непрерывного и рационального лесопользования, улучшения качественного состава лесов и повышения выхода деловой древесины [1–4].

Рубки ухода¹ за лесом были и остаются самым трудоёмким, сложным и потому проблематичным лесохозяйственным мероприятием. Уход за лесом является распределённым во времени процессом на протяжении всего периода лесовыращивания и на каждом возрастном этапе имеет свои особенности, которые заключаются прежде всего в возрастной оптимизации площади питания каждого дерева. Для эффективного планирования проведения рубок ухода за лесом необходимо иметь достаточно точные математические модели, наиболее полно описывающие процессы выращивания древостоев. Под древостоем понимается совокупность естественно произрастающих в лесу деревьев.

¹ Рубки ухода в насаждении – рубка нежелательных древесных растений, осуществляемая периодически при выращивании насаждения; обеспечивает создание благоприятных условий роста перспективным деревьям, формирование и сохранение высокопродуктивных качественных насаждений, улучшение полезных свойств леса, использование древесины деревьев, подлежащих удалению из насаждения [5].

Разработка системы автоматизированных инженерных расчётов режимов и параметров эффективного ускоренного выращивания сосновых древостоев основывается на анализе текущего состояния древостоев, описываемых таблицами хода роста.

Таблица хода роста – это представление в виде цифр истории роста лесонасаждения, своеобразная статистическая модель, отражающая динамику изменения основных таксационных показателей лесонасаждения в процессе его роста и развития. Значимость таблиц хода роста проявляется в процессе практической деятельности, например при лесоинвентаризационных работах, решении вопросов повышения продуктивности и улучшения санитарного состояния лесов. Кроме того, эти таблицы применяются для научных исследований при проектировании лесохозяйственных мероприятий, прогнозирования общей продуктивности лесов и установления эффективности деятельности лесохозяйственных предприятий. Они содержат обширный экспериментальный материал, допускающий построение эмпирических моделей роста древостоев.

Одним из путей использования статистической информации о ходе роста деревьев является построение эмпирических зависимостей, связывающих параметры роста деревьев и таксаци-

онные показатели древостоев. Наиболее распространённым методом обработки статистических данных является метод наименьших квадратов, который позволяет построить регрессионные модели.

В ГОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия» на кафедре «Автоматизация производственных процессов» разработаны двухпараметрические регрессионные модели хода роста сосновых древостоев, а также модели, описывающие реакции на проведение внутренних рубок ухода. Двухпараметрические регрессионные модели наиболее полно и точно отражают динамику развития древостоев.

Для построения системы автоматизации инженерных расчётов режимов и параметров рубок ухода за лесом получены следующие регрессионные модели:

1. Двухпараметрическая модель средней высоты дерева

$$H(T, D) = m_0 + m_1 T_2 + m_2 T^2 + m_3 D + m_4 D^2 + m_5 TD + m_6 TD^2 + m_7 T^2 D^2 + m_8 T^2 D^2, \quad (1)$$

где H – средняя высота дерева, м; T – возраст древостоя, лет; D – средний диаметр деревьев, м; $m_0 \dots m_8$ – коэффициенты регрессионной модели, значения которых показаны в табл. 1.

2. Модель количества деревьев в древостое

$$N = k_0 T^6 + k_1 T^5 + k_2 T^4 + k_3 T^3 + k_4 T^2 + k_5 T + k_6, \quad (2)$$

где N – количество деревьев в древостое в возрасте T , шт; $k_0 \dots k_6$ – коэффициенты регрессионной модели (табл. 2).

Таблица 1

Коэффициенты регрессионной модели средней высоты сосны обыкновенной

Показатель продуктивности леса	$m_0 \times 10^{-2}$	m_1	$m_2 \times 10^{-2}$	m_3	m_4	m_5	$m_6 \times 10^{-4}$	$m_7 \times 10^{-4}$	$m_8 \times 10^{-7}$
Iб бонитет ²	-2,908	3,957	4,837	-5,917	0,353	-0,299	5,363	-1,342	3,569
Ia бонитет	-1,381	2,149	3,115	-3,134	0,2	-0,17	-2,86	0,906	1,885
I бонитет	-2,044	1,743	3,588	-2,771	0,347	-0,244	0,271	0,804	-7,563
II бонитет	-1,376	1,738	2,002	-3,546	0,246	-0,152	-4,002	0,88	4,601
III бонитет	-3,174	1,828	1,838	-4,987	0,279	-0,097	-2,548	1,061	4,582

Таблица 2

Коэффициенты регрессионной модели количества деревьев сосны обыкновенной

Показатель продуктивности леса	$k_0 \times 10^{-8}$	$k_1 \times 10^{-5}$	$k_2 \times 10^{-3}$	k_3	k_4	k_5	k_6
Iб бонитет	0,478	-2,27	4,448	-0,459	26,876	-872,226	13347,379
Ia бонитет	5,208	-2,469	4,792	-0,491	28,44	-915,227	14050,856
I бонитет	4,406	-2,134	4,249	-0,448	26,808	-895,167	14416,659
II бонитет	0	0,0037	0,199	-0,723	9,457	-553,277	13254,955
III бонитет	0	0	0,104	-0,431	6,623	-461,195	13235,765

² Бонитет леса (нем. *Bonität* от лат. *bonitas* — доброкачественность) — показатель продуктивности леса, зависящий от почвенно-грунтовых и климатических условий (местообитания); определяется средней высотой деревьев господствующей породы насаждения с учётом его возраста. В таксационной практике пользуются шкалой классов бонитета, составленной в 1911 г. проф. М.М. Орловым. По бонитировочной шкале насаждения делятся на пять классов бонитета, обозначаемых римскими цифрами. К I классу относят насаждения наиболее продуктивные, к V классу — наименее продуктивные. Нередко число классов бонитета увеличивают, например знаком Ia обозначают насаждения с продуктивностью выше I класса и знаком Va — ниже V класса. Для всех древесных пород принята общая бонитировочная шкала [1].

Таблица 3

Коэффициенты регрессионной модели общего текущего прироста сосны обыкновенной

Показатель продуктивности леса	$x_0 \times 10^{-2}$	x_1	$x_2 \times 10^{-2}$	x_3	x_4	$x_5 \times 10^{-2}$	$x_6 \times 10^{-4}$	$x_7 \times 10^{-5}$	$x_8 \times 10^{-6}$
Iб бонитет	2,246	-2,479	1,336	6,402	-0,199	5,592	6,36	-12,62	-7,224
Ia бонитет	1,242	-1,696	0,358	5,361	-0,164	4,151	4,792	-6,644	-2,335
I бонитет	0,395	-1,054	-1,414	4,277	-0,595	2,058	-0,444	32,14	4,565
II бонитет	0,139	2,04	-0,806	-9,034	-1,297	1,045	-1,717	-18,61	8,658
III бонитет	0,138	-0,958	-0,342	4,569	-0,127	3,419	-0,767	0,0233	0,593

Таблица 4

Коэффициенты регрессионной модели прироста растущей части сосны обыкновенной

Показатель продуктивности леса	$y_0 \times 10^{-2}$	y_1	$y_2 \times 10^{-2}$	y_3	y_4	$y_5 \times 10^{-2}$	$y_6 \times 10^{-3}$	$y_7 \times 10^{-4}$	$y_8 \times 10^{-5}$
Iб бонитет	6,408	-1,831	2,004	4,912	-0,227	6,38	0,691	-2,273	-1,135
Ia бонитет	2,382	-1,169	1,219	3,929	-0,229	6,63	0,522	-3,019	-0,639
I бонитет	5,772	-1,364	1,756	4,662	-0,263	4,756	1,198	-4,206	-0,897
II бонитет	3,986	-1,273	1,488	4,039	-0,234	7,006	0,953	-3,744	-0,716
III бонитет	-0,445	-1,06	1,826	5,318	0,012	-13	3,922	-1,494	-1,355

3. Двухпараметрическая модель общего текущего прироста

$$Z^{\text{общ}}(T, H) = x_0 + x_1 T + x_2 T^2 + x_3 H + x_4 H^2 + x_5 TH + x_6 TH^2 + x_7 T^2 H + x_8 T^2 H^2, \quad (3)$$

где $Z^{\text{общ}}$ – общий текущий прирост древостоя, м^3 ; $x_0 \dots x_8$ – коэффициенты регрессионной модели (табл. 3).

4. Двухпараметрическая модель прироста растущей части

$$Z^{\text{раст}}(T, H) = y_0 + y_1 T + y_2 T^2 + y_3 H + y_4 H^2 + y_5 TH + y_6 TH^2 + y_7 T^2 H + y_8 T^2 H^2, \quad (4)$$

где $Z^{\text{раст}}$ – прирост растущей части древостоя, м^3 ; $y_0 \dots y_8$ – коэффициенты регрессионной модели (табл. 4).

Регрессионные модели (1) – (4) позволяют получить оптимальные показатели режимов и параметров рубок ухода. Для реализации процесса оптимизации выращивания древостоев была разработана структурная схема, которая показана на рис. 1 и получено уравнение, определяющее запас разреживаемого древостоя в возрасте T :

$$V_T = V_{T_0} + \sum_{t=T_0}^{T_1} Z_t^{\text{раст}} + \sum_{t=T_0}^T (Z_t^{\text{общ}} - V_t K_0) - \sum_{p=1}^n \Delta V_p, \quad (5)$$

где V_T – запас разреживаемого древостоя в возрасте T , м^3 ; V_{T_0} – запас³ древостоя до проведения промежуточных рубок в некотором начальном периоде T_0 , м^3 ; $K_0 = 0,1 \dots 0,2\%$ – среднегодовой процент отпада⁴ после проведения промежуточных рубок; ΔV_p – часть запаса древостоя, удаляемая при p -й промежуточной рубке и равная объёму промежуточного пользования, м^3 ; T_1 – время проведения первой рубки, лет; n – число рубок ухода, проведённых за период от T_0 до T .

В настоящее время существуют методики оптимизации выращивания древостоев путём повыше-

³ Запас древостоя (насаждения), объем сырорастущей стволовой древесины всех деревьев древостоя (насаждения) [4].

⁴ Отпад – отмирание деревьев в результате процесса естественного изреживания насаждения. Отпадом называют и сами отмершие деревья [5].

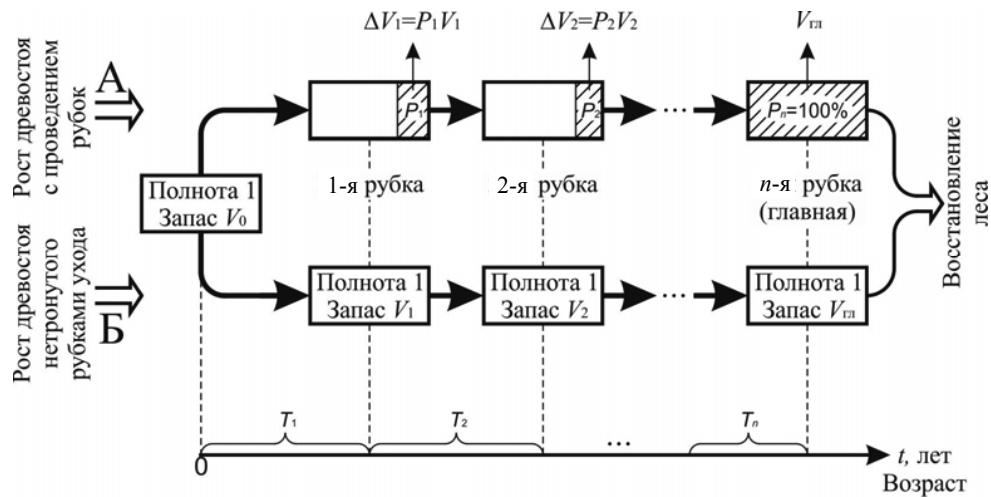


Рис. 1. Расчёт режимов и параметров рубок ухода за лесом

ния эффективности проведения рубок ухода. Анализ восстановления полноты насаждений⁵, проведённый С.Н. Сенновым [2], показывает, что прирост насаждения, пройденного правильными рубками ухода, можно считать неизменным. При этом отпад оставленных в покое деревьев заметно снижается и в идеальном случае практически равен нулю, что даёт возможность насаждению восстановиться до исходной полноты. При обоснованном проведении промежуточных рубок величина отпада составляет примерно 0,1 % в год от величины общего запаса насаждения. Поэтому каждую последующую рубку назначают при восстановлении полноты насаждения до единицы.

На рис. 1, ветвь А представлена этапы ухода за лесом в соответствии с инструкциями, принятыми в лесоводстве. Этот процесс развернут во времени, и временные интервалы между рубками ухода являются главным фактором, влияющим на объём получения деловой древесины. Время проведения рубки в значительной степени зависит от полноты насаждения и запаса древесины, которые могли бы иметь место при отсутствии рубок ухода (см. рис. 1, ветвь Б). К моменту проведения первой рубки полнота древостоя равна единице, запас древесины составляет V_1 . Время проведения первой рубки T_1 выбирается из временного промежутка от 8 до 15 лет, процент изреживания по запасу P_1 выбирается из диапазона [10...40 %]. При проведении рубки ухода изымается часть запаса (рис. 1, ветвь А), равная

$$\Delta V_1 = P_1 V_1. \quad (6)$$

⁵Полнота древостоя – плотность размещения (стояния) деревьев в древостое, характеризующая степень использования ими занимаемого пространства [5].

После проведения рубки ухода полнота древостоя снижается на изымаемый процент, это приводит к сохранению наиболее ценных деревьев и, соответственно, к уменьшению отпада до 0,1–0,2 % от общего запаса древостоя. Следовательно, годовой прирост древесины (см. рис. 1, ветвь А) увеличивается по сравнению с древостоем, в котором рубки не проводились (см. рис. 1, ветвь Б). Время проведения второй рубки T_2 вычисляется с учётом достижения запаса древостоя по ветви А, соответствующего запасу древостоя по ветви Б.

Для расчёта следующего режима вновь удаляется определённый процент запаса древостоя P_2 , выбираемый из того же диапазона [10–40 %] причём не больший, чем при первой рубке ухода. Объём заготавливаемой древесины при проведении второй рубки равен

$$\Delta V_2 = P_2 V_2. \quad (7)$$

Возраст последующих рубок ухода, число которых не должно превышать пяти, рассчитывается аналогично описанному выше при восстановлении полноты разреживаемого древостоя (см. рис. 1, ветвь А). Последняя, главная рубка, при которой вырубается весь древостой ($P_n = 100\%$), будет проводиться в возрасте T_n , когда средний диаметр деревьев станет равным заданному целевому диаметру. В результате проведения главной сплошной рубки будет получен объём древесины $V_{\text{гл}}$. Общий объём заготавливаемой древесины вычисляется по формуле

$$V = V_{\text{гл}} + \sum_{i=1}^{n-1} \Delta V_i = V_{\text{гл}} + \sum_{i=1}^{n-1} p_i V_i, \quad (8)$$

где p_i – изымаемый процент запаса древостоя; ΔV_i – объём удаляемой части древостоя.

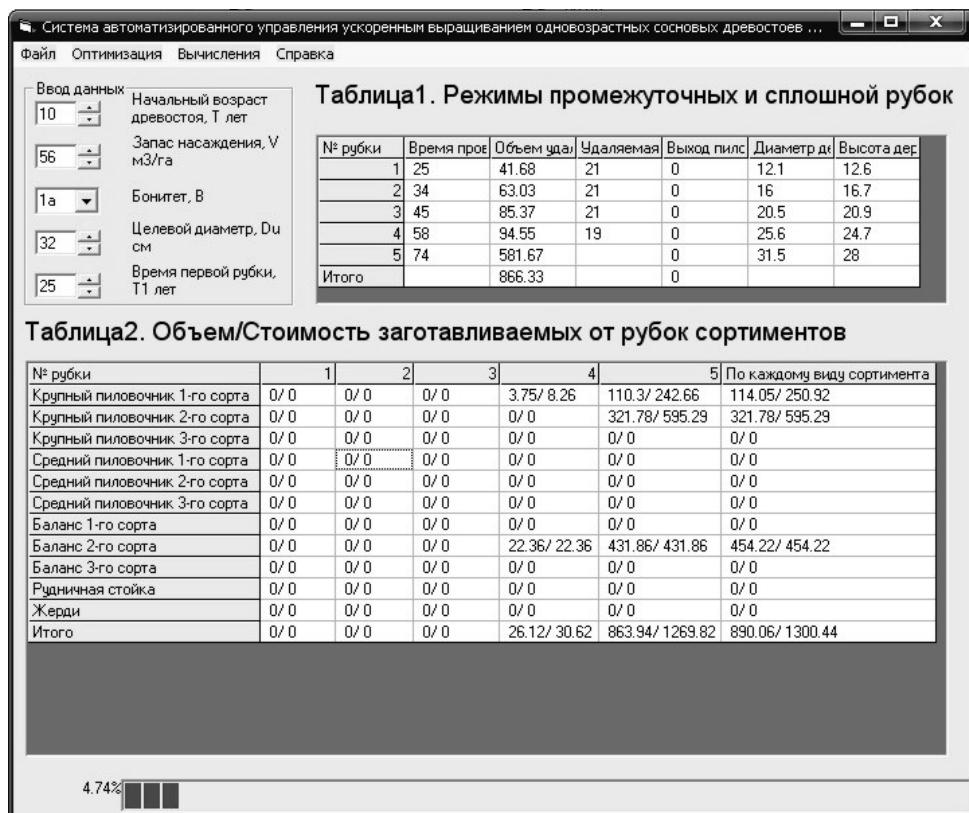


Рис. 2. Интерфейс системы автоматизации поиска оптимальных режимов и параметров рубок ухода

При работе системы автоматизации инженерных расчётов режимов и параметров рубок ухода за лесом варьируются проценты изреживания запаса древостоев P_j и возраст проведения первой рубки T_1 и, следовательно, возрасты проведения рубок ухода T_j . Оптимизация режимов и параметров рубок ухода будет проводиться по общему объёму заготавливаемой древесины:

$$V(T_i, P_j) \rightarrow \max; \\ T_i \in T; \\ P_j \in P. \quad (9)$$

На основе структурной схемы (см. рис. 1) и двухпараметрических регрессионных моделей хода роста (1)–(4) была разработана компьютерная программа для ЭВМ [3]. Интерфейс работы программы показан на рис. 2.

На рис. 3 показана эффективность использования машинных методов расчёта оптимальных режимов и параметров рубок ухода за лесом. Из гистограммы видно, что применение системы автоматизации инженерных расчётов режимов и параметров рубок ухода за лесом позволяет значительно увеличить объём выхода полезной древесины.

Разработанная система автоматизации инженерных расчётов режимов и параметров рубок ухода за лесом осуществляет имитационное моделирование роста сосновых насаждений (Iб, Iа, I, II и III бонитетов) и позволяет показать динамику основных таксационных параметров насаждений. При этом наглядно отображаются преимущество

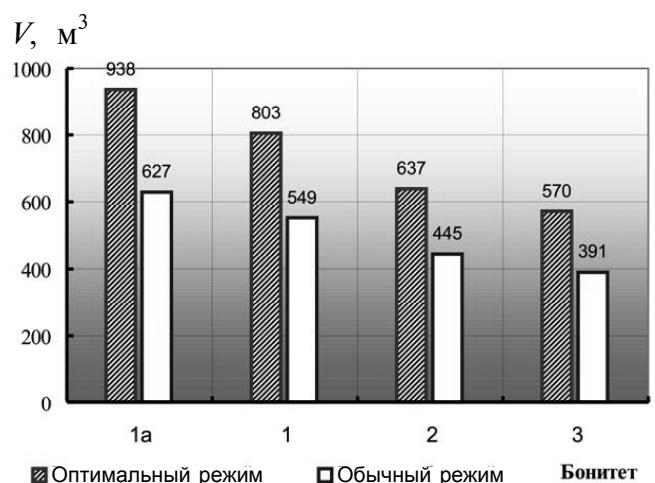


Рис. 3. Объём выхода деловой древесины при среднем возрасте главной рубки 82 года

щества применения этой программы — увеличивается пользование древесиной, снижается возраст получения технически спелой древесины и улучшается качество древесных стволов. По расчётам, проведенным для учебно-опытного лесхоза, пользование древесиной сосны увеличится на 3,2 м³/га в год (на 16,7 %).

Библиографические ссылки

1. Анучин Н.П. Лесная таксация. М.: Лесная промышленность, 1982. 552 с.

2. Сеннов С.Н. Уход за лесом (экологические основы). М.: Лесная промышленность, 1984. 128 с.
3. Патент 2010610420 РФ. Программа для расчёта режимов оптимального ускоренного выращивания сосновых древостоев: программа для ЭВМ. М.: Роспатент, 2010.
4. Энциклопедия лесного хозяйства: в 2-х томах. Т. 1. М.: ВНИИЛМ, 2006. 424 с.
5. Энциклопедия лесного хозяйства: в 2-х томах. Т. 2. М.: ВНИИЛМ, 2006. 416 с.

УДК 539.376

И.Ф. Дьяков, д-р техн. наук, проф., А.В. Попович
(Ульяновский государственный технический университет)

i.dyakov@ulstu.ru

ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ НА УСТАЛОСТНУЮ ПРОЧНОСТЬ

Рассмотрено влияние механической обработки материалов на усталостные повреждения при изменении площади петли гистерезиса. Описаны периоды зарождения микротрещин при циклическом нагружении с учётом масштабного фактора. Показан новый технологический способ повышения прочности детали на стадии изготовления.

Ключевые слова: микротрешины, петля гистерезиса, энергозатраты, режимы обработки.

Material machining influence on the fatigue damage while changing of the hysteresis loop area is considered. Microcracks origin periods at cyclic loading by taking into account the scale factor are described. New technological method for part strength increasing at the manufacturing stage is shown.

Key words: microcracks, hysteresis loop, power inputs, machining conditions.

Введение. Механической обработке различными режущими инструментами подвергаются в основном поверхности машиностроительных конструкций. При этом на обработанной поверхности остаются следы (риски различной глубины, прижоги и трещины), являющиеся концентраторами напряжений, которые снижают усталостную прочность детали. Дефекты в основном наблюдаются при чистовом шлифовании и распределяются неравномерно по поверхности (рис. 1).

Основная часть. Экспериментально установлено, что эти дефекты влияют на изменение площади петли гистерезиса. На образцах, обработанных резцом, площадь петли гистерезиса выше, чем на шлифованных. Энергозатраты (рис. 2) определяли с помощью площади петли гистерезиса [1] из выражения

$$J(A_{r_i}) = k_{\pi} A_{r_i} \mu_{(\sigma, \varepsilon)} V_M \operatorname{sign} \dot{A}_r / 2\pi,$$

где k_{π} — коэффициент пропорциональности; A_{r_i} — площадь петли гистерезиса; $\mu_{(\sigma, \varepsilon)}$ — масштабные

коэффициенты по напряжениям σ и относительным деформациям ε ; V_M — объём испытываемого материала; \dot{A}_r — модуль скорости изменения площади петли гистерезиса на i -м режиме нагружения.

Из рис. 2 следует, что чем выше чистота обработанной поверхности материала, тем меньше скорость роста микротрешин. Образующиеся при механической обработке микрорельеф и наклёт поверхностного слоя образца зависят от режимов резания и абразивной обработки. При этом возникают тепловые явления, изменяющие свойства материала. Высокий кратковременный нагрев, который сопровождается тяжёлыми режимами резания и шлифования, вызывает структурные изменения в поверхностных слоях деталей, что может служить причиной увеличения скорости возникновения микротрешин на 50 %. Увеличение скорости резания, наоборот, способствует некоторому снижению угла наклона кривой, построенной в соответствии с величиной площади петли гистерезиса.

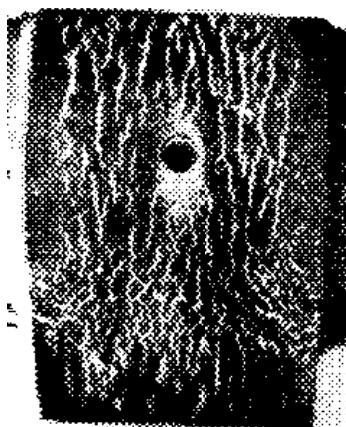


Рис. 1. Поверхность коленчатого вала, обработанная шлифованием с постоянной частотой вращения инструмента

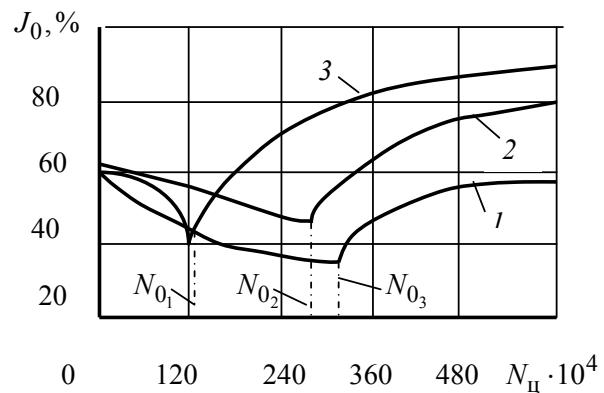


Рис. 2. Изменение влияния энергозатрат на кручение стали 45 в зависимости от числа циклов нагружения после обработки:

1 – полированием; 2 – шлифованием; 3 – резанием

Влияние силового резания на скорость роста микротрещин

Материал	Режим резания			Скорость роста микротрещин, мм/цикл	
	скорость, м/с	подача, мм/об	глубина, мм	после токарной обработки	после шлифования
Сталь 45	12	0,07	0,3	$2,5 \cdot 10^{-6}$	$1,65 \cdot 10^{-7}$
Сталь 40Х	12	0,07	0,3	$1,75 \cdot 10^{-6}$	$0,3 \cdot 10^{-7}$

В таблице приведены результаты изменения угла наклона кривой площади петли гистерезиса в зависимости от числа циклов нагружения при кручении образцов из сталей 45 и 40Х диаметром 25 мм. Часть образцов испытывали после обычной обработки на токарном станке, а другую подвергали обработке с повышенной подачей и увеличенной глубиной резания. База испытаний составила $5 \cdot 10^6$ циклов.

Испытания показали значительное повышение скорости роста микротрещин незакалённой стали. Снижение роста микротрещин достигается применением обкатки обработанной поверхности роликами; эта технологическая операция устраняет дефекты, возникающие при силовой обработке. Значительно снижаются гистерезисные потери после термической обработки материала, энергозатраты на деформацию материала имеют тенденцию снижения до определённой точки и последующего постепенного возрастания (рис. 3), которые заканчиваются поломками образца [2]. Последние могут возникать систематически, как это имеет место в коленчатых валах двигателей внутреннего сгорания, а также в осях вагонов при прохождении через участки рельсов со слабо подбитыми шпалами. Значительные перегрузки, действующие относительно длительное время, усиливают усталостную прочность металла. Сниже-

ние предела выносливости за счёт перегрузок можно объяснить возникновением микротрещин в наиболее напряжённых и невыгодно ориентированных зёдрах при работе детали с высокими напряжениями.

Кривая, расположенная после появления микротрещин (см. рис. 2, точка N_0), отражает перегрузки, приводящие к повреждению и снижению поверхностной твёрдости. На рис. 4 представлены зависимости изменения энергозатрат на деформацию материала от степени повреждения, полученные в результате испытания на кручение при симметричном цикле нагружения образцов из малоуглеродистой стали с пределом прочности $\sigma = 370$ МПа и пределом выносливости $\sigma_{-1} = 220$ МПа. Весьма существенно влияют на предел выносливости размеры образцов. При увеличении размеров образцов предел выносливости снижается. Повышение усталостной прочности с изменением размеров деталей имеет большое практическое значение, так как без учёта этого параметра расчёт деталей приводит к ошибке в сторону переоценки прочности материала. Влияние масштабного фактора ϵ_M на изменение площади петли гистерезиса после токарной обработки при кручении больше, чем при изгибе.

Заключение. Из результатов исследования множества концентраторов напряжений следует, что

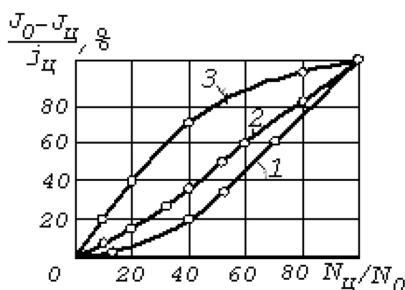


Рис. 3. Изменение коэффициента относительной долговечности стали 45 в зависимости от числа циклов нагружения N_0 после появления микротрешин:

1 – $\sigma_1 = 340$ МПа, $N_{\text{ц}1} = 0,64 \cdot 10^6$; 2 – $\sigma_2 = 230$ МПа, $N_{\text{ц}2} = 0,42 \cdot 10^6$; 3 – $\sigma_3 = 230$ МПа, $N_{\text{ц}3} = 0,64 \cdot 10^4$

изменение свойств материала зависит от технологического процесса изготовления, режимов обработки, нагрузки и других факторов, которые должны учитываться при проектировании и составлении математической модели, основой которой служит площадь петли гистерезиса.

Понижение усталостной прочности при увеличении размеров деталей связано с тем, что число микротрешин, расположенных в зоне концентраторов напряжений, увеличивается. При этом уменьшается градиент изменения напряжений и повышается вероятность наличия различных дефектов внутри поверхностного слоя. В этих местах обычно и развиваются усталостные трещины, рост которых особенно интенсивен даже при небольших градиентах напряжения. Полученные зависимости концентраторов напряжений позволяют использовать системный подход к прогно-

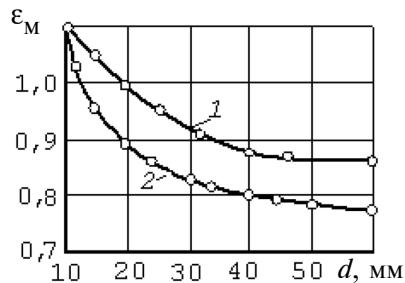


Рис. 4. Влияние масштабного фактора в зависимости от диаметра образца на изменение площади петли гистерезиса стали 45:

1 – при кручении; 2 – при изгибе

зированию ресурса детали при различных режимах нагрузки с помощью петли гистерезиса.

На основе экспериментальных исследований получен новый способ повышения усталостной прочности материала, который заключается в том, что перед термической или химико-термической обработкой деталь подвергают циклическому нагружению до начала появления микротрешин, при этом скорость роста микротрешин в процессе эксплуатации снижается в 2–3 раза.

Библиографические ссылки

1. **Дьяков И.Ф.** Основы оптимального проектирования в автомобилестроении. Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2003. 240 с.

2. **Дьяков И.Ф.** Выбор материала при проектировании деталей автомобиля // Автомобильная промышленность, 1985. № 1. С. 15–16.



ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СБОРКИ.

А.Г. Холодкова, М.Г. Кристаль, Б.Л. Штриков

2010 г. 560 с. ISBN 978-5-217-03412-3

Цена 660 р.

Изложены основные принципы проектирования технологического процесса автоматической сборки. Приведены сведения для выбора схем базирования, расчета условий собираемости деталей, оценки пригодности изделий для автоматической сборки. Рассмотрены организационные формы сборки, опыт создания и эксплуатации сборочного оборудования и оснастки отечественного и зарубежного машиностроения.

Предназначена для конструкторов и технологов сборочного производства. Может быть полезна аспирантам 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 62-52

И.В. Щербань, д-р техн. наук. доц., К.В. Вдовюк, А.В. Вдовюк
 (Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону)

numitr@gmail.com

МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ФОНОВОЙ АКТИВНОСТИ НЕЙРОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДОПЫТНОГО ЖИВОТНОГО

Рассмотрен блок обработки информации и управления тактильными стимулирующими воздействиями, обеспечивающий высокую функциональность лабораторного комплекса и одновременно снижающий его общую стоимость.

Ключевые слова: фокальная электроэнцефалограмма животного, стимулирующие воздействия, микроконтроллер, биморф.

A bloc for information processing and tactile influences control is considered. The bloc provides with high functionality of the laboratory complex and decreases simultaneously complex total cost.

Key words: animal focal electroencephalogram, stimulate influence, microcontroller, bimorph.

Введение. Изучение вопросов организации нейронных систем осуществляется на животных с использованием специализированных программно-аппаратных комплексов [1]. В настоящее время в НИИ нейрокибернетики Южного федерального университета используется подобный программно-аппаратный комплекс, структурная схема которого представлена на рис. 1.

Опыты выполняются на белых беспородных крысах, обездвиженных и переведённых на искусственное дыхание. Голова крысы фиксируется с помощью игольчатых головодержателей. Фокальная электроэнцефалограмма (ЭЭГ) регистрируется одиночными стеклянными микроэлектродами. После предварительного формирования на усилителе биологических сигналов УБС-10 измеренная информация посредством аналого-цифрового преобразователя (АЦП) АЦП-L205 на ISA-шине вводится в персональный компьютер

на базе микропроцессора Pentium 2. На основе обработки этой информации формируются управляющие сигналы, преобразуемые балочным биморфным пьезоэлементом [2] в стимулирующие тактильные воздействия.

Механический исполнительный элемент представляет собой щуп, приклейенный к свободному концу пьезокерамической пластины биморфа, конец которого отклоняется в диапазоне амплитуд от 1,5 до 90 мкм. В качестве воздействующего механического стимула используется сгибание центральной вибриссы крысы с удержанием её в отклонённом положении в течение 0,1–1,0 с.

Фактически вся функциональная часть данного комплекса реализована на ПЭВМ под управлением операционной системы (ОС) MS-DOS. Соответственно, помимо морального устаревания самого вычислителя, в данном комплексе отсутствует возможность использования современного

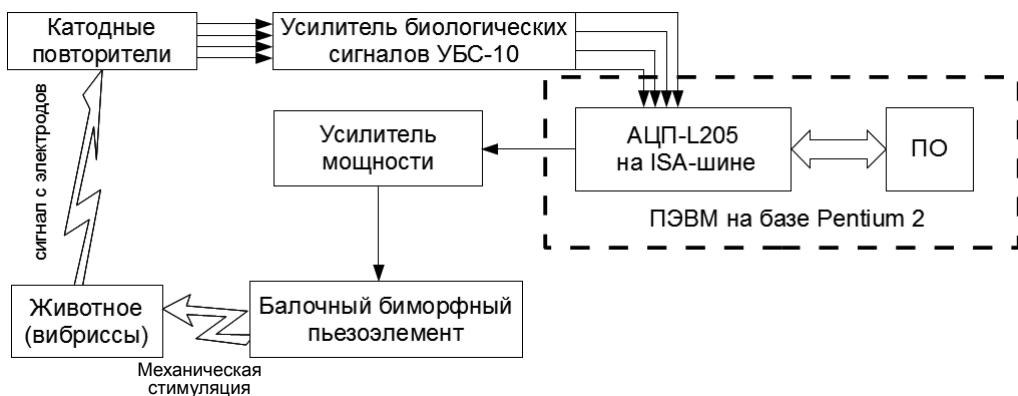


Рис. 1. Структурная схема программно-аппаратного комплекса

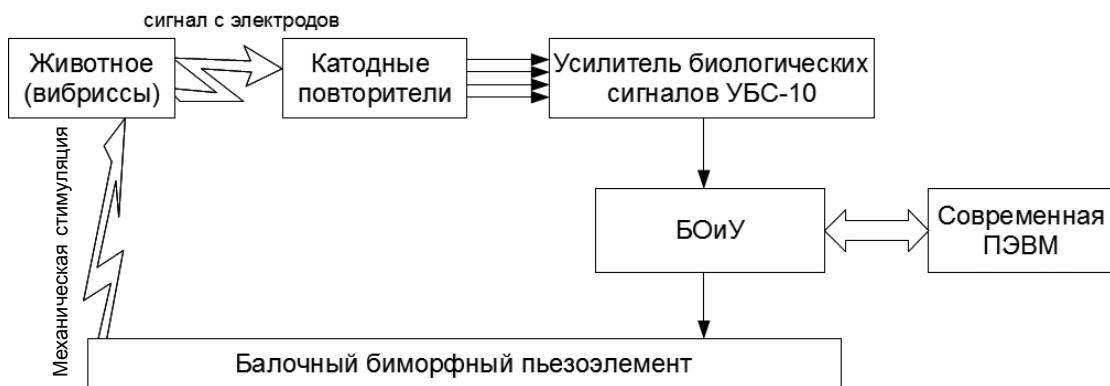


Рис. 2. Структурная схема комплекса, использующего блок обработки информации и управления

программного обеспечения (ПО), что обуславливает низкие функциональные возможности по документированию, обработке и отображению информации, использованию статистических методов апостериорного оценивания информации и идентификации моделей жизнедеятельности животных.

Использование в эксперименте ПО под ОС Windows невозможно вследствие многозадачности этой системы, где процессор может переключаться планировщиком с исполнения одной программы на другую между любыми инструкциями кода, что приводит к потере информации, задержкам управляющих воздействий и нарушению логики эксперимента.

С целью преодоления указанных ограничений, обеспечения требуемой функциональности комплекса при одновременном снижении его стоимости анализирующая и управляющая части объединены в отдельный блок обработки информации и управления тактильными стимулирующими воздействиями (БОиУ). Структурная схема комплекса, использующего данный блок, представлена на рис. 2.

БОиУ построен на основе современной цифровой электронной базы с реализацией проблемно-ориентированной системы реального времени и исключает ПЭВМ из замкнутого контура эксперимента. ПЭВМ в данном случае используется лишь для документирования требуемой информации и её апостериорной статистической обработки. Таким образом, обеспечивается возможность использования современных ОС и соответствующего ПО, что позволяет расширить возможности комплекса по документированию, обработке и представлению информации, диагностике и прогнозированию состояния животного на основе современных математических методов оптимального оценивания и идентификации. Прямое сопряжение БОиУ с ПЭВМ обеспечивает максимально необходимую частоту проведения

измерений с автоматической регистрацией измеренной информации и сохранением её в электронных файлах.

Аппаратная реализация разработанного БОиУ. Реализация подобного блока возможна на основе использования цифровых сигнальных процессоров, или программируемых логических интегральных схем (ПЛИС), или микроконтроллеров [3].

Микроконтроллеры (МК) используются в промышленных системах управления и наиболее подходят для приложений, где возможности процессора по реализации операций ввода–вывода и функций управления важнее, чем скорость цифровой обработки информации. Так как для оценки состояния животного в данном эксперименте используется альфа-ритм его ЭЭГ, колебания потенциалов которого находятся в диапазоне частот от 8 до 13 Гц, то существует возможность обеспечения требуемого быстродействия подобного блока при реализации его на современном МК.

Экономически выгодным и целесообразным в данном случае был выбор восьмиразрядного микроконтроллера RISC-архитектуры ATmega32 фирмы «Atmel» [4], включающего большинство необходимых периферийных устройств. Данный МК имеет достаточно быстродействующий процессор, сравнительно большой объём оперативной памяти, энергонезависимую постоянную память для хранения рабочей программы, интегрированные аналого-цифровой и цифроаналоговый преобразователи и снабжён портами ввода–вывода.

Разработанный блок обеспечивает:

одновременное преобразование и масштабирование шести входных аналоговых двуполярных сигналов ± 5 В в униполлярные сигналы диапазона от 0 до +5 В;

оцифровку преобразованных сигналов;

цифровую фильтрацию информации в одном выбранном канале;

оценку мгновенной амплитуды альфа-ритма и его фазы;

формирование и выдачу управляющих сигналов на пьезокерамическую пластину биморфа;

выдачу в ПЭВМ информации, требуемой для последующей апостериорной статистической обработки.

Структурная схема БОиУ представлена на рис. 3. Блок содержит:

преобразователь уровней входных сигналов для преобразования и масштабирования шести аналоговых каналов;

МК для оцифровки, цифровой фильтрации, оценки параметров сигнала и выдачи управляющих сигналов на биморфный пьезоэлемент через ключ на полевых транзисторах;

высоковольтный источник опорного напряжения питания (в составе повышающего преобразователя постоянного напряжения и диодно-конденсаторного умножителя) для формирования управляющего напряжения биморфного пьезоэлемента;

интерфейс USB-UART для связи с ПЭВМ.

В МК осуществляется цифровая обработка входной информации, по результатам которой формируются сигналы, модулирующие опорное высокое напряжение с целью управления отклонением пьезокерамической пластины биморфа. Также МК задаёт временные интервалы, необходимые при проведении эксперимента, формирует и передаёт в ПЭВМ пакеты данных, используемые для последующей обработки и статистиче-

ской оценки, выполняет другие дополнительные функции.

Цифровая фильтрация сигналов требуется для выделения необходимой полосы частот и работы блока в диапазоне колебаний потенциалов альфа-ритма. Анализ возможностей реализации алгоритмов цифровой фильтрации показал, что синтез фильтра с конечной импульсной характеристикой (ИХ) алгебраически сложнее, чем синтез фильтра с бесконечной ИХ [3], требует большего количества коэффициентов и, следовательно, критичен к вычислительной мощности и памяти выбранного процессора. Поэтому использовался алгоритм фильтра с бесконечной ИХ [3].

Полосовой фильтр синтезирован на основе двух синусных фильтров нижних частот (ФНЧ) Баттервортса и квадратурного гетеродина (рис. 4). Такая реализация обеспечила необходимую монотонность амплитудно-частотной характеристики и в полосе пропускания, и в полосе подавления, причём без использования сложных фильтров высокого порядка. Это позволило существенно сократить необходимые вычислительные затраты и обеспечить заданную точность реализации процедуры фильтрации на выбранном МК.

Порядок фильтрации задаётся оператором из соображений точности обработки данных, а коэффициенты разностных уравнений каскадов фильтра рассчитываются автоматически.

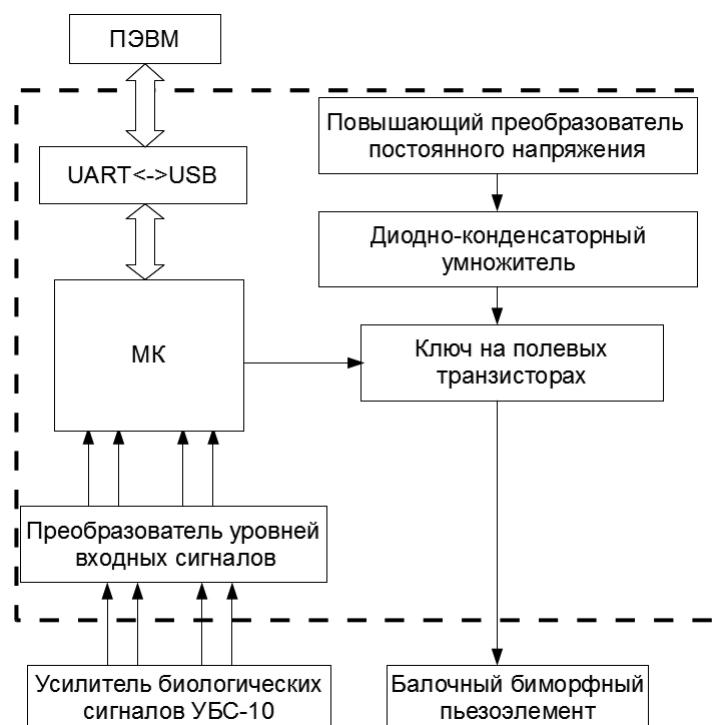


Рис. 3. Структурная схема блока обработки информации и управления

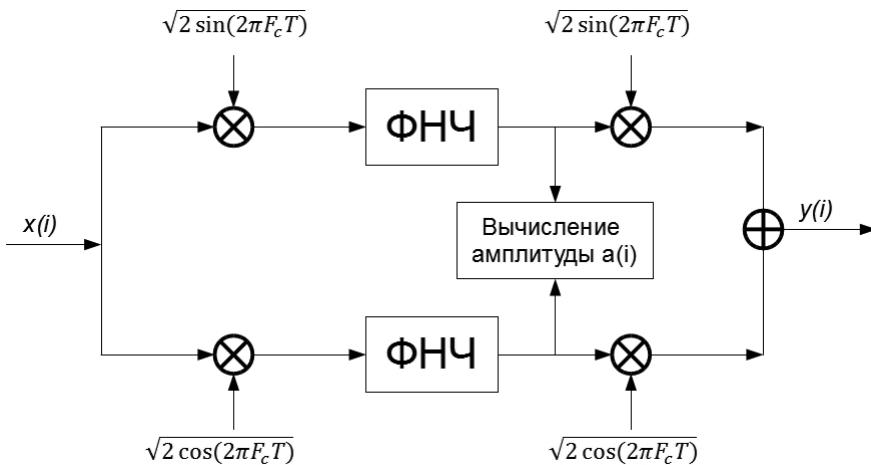


Рис. 4. Алгоритм фильтрации:
 $x(i)$ – входной сигнал; F_c – центральная частота; T – период

Расчёт амплитуды потенциалов альфа-ритма выполняется согласно алгоритму квадратур [5]:

$$a(i) = \sqrt{2(y_s^2(i) + y_c^2(i))},$$

где $a(i)$ – значение амплитуды потенциала; $y_s(i)$ и $y_c(i)$ – выходные сигналы ФНЧ.

Оценка фазы производится путём сравнения отсчётов отфильтрованного сигнала с мгновенными значениями амплитуд опорного синусоидального сигнала.

Для реализации механических колебаний пьезокерамической пластины биморфа на электроды подаётся высоковольтное ШИМ-напряжение. Для его формирования используется высоковольтный цифроаналоговый преобразователь, включающий источник опорного напряжения 150 В и широтно-импульсный модулятор, интегрированный в МК. Источник опорного напряжения состоит из повышающего преобразователя постоянного напряжения и диодно-конденсаторного умножителя (см. рис. 3).

Повышающий преобразователь постоянного напряжения выполнен на основе микросхемы серии 34063 и имеет следующие параметры:

входное напряжение $U_{in} = 9$ В;

выходное напряжение $U_{out} = 30,5$ В.

Повышение напряжения до 150 В осуществляется за счёт реализации диодно-конденсаторным умножителем пятикратного коэффициента умножения. Преимуществом данного типа умножителей является равномерное распределение нагрузки на выпрямительных диодах и одинаковое (в данном случае U_{out}) напряжение на конденсаторах.

Технология комплексного проектирования – от составления технического задания до получе-

ния программного кода для МК, реализованная с использованием современных средств САПР, позволила существенно сократить время на проектирование БОиУ. Так, имитационное моделирование всех режимов работы блока было выполнено в среде Proteus Professional v7.2, а разводка печатной платы – в программном пакете Sprint Layout 5.0. Для программирования МК использовался программный продукт AvrStudio 4.

Заключение. Использование разработанного БОиУ в составе программно-аппаратного комплекса исследования нейронной активности животного позволило исключить ПЭВМ из замкнутого контура эксперимента. Блок построен на основе современной цифровой электронной базы с реализацией проблемно-ориентированной системы реального времени и обеспечивает обработку информации с ЭЭГ и формирование ответных сигналов, управляющих стимулирующими тактильными воздействиями.

В схеме БОиУ заложена и многофункциональность, он также позволяет реализовать прямую стимуляцию мозга животного электрическими импульсами или иную сенсорную стимуляцию (звуковую, магнитную и т. п.). За счёт его использования расширены возможности лабораторного комплекса в целом по документированию, обработке и представлению информации, по диагностике и прогнозированию состояния животного на основе современных математических методов оптимального оценивания и идентификации. Прямое сопряжение БОиУ с ПЭВМ обеспечивает максимально необходимую частоту проведения измерений с автоматической регистрацией измеренной информации и сохранением её в электронных файлах.

Использование современной цифровой техники позволило снизить стоимость лабораторного комплекса, его энергопотребление, значительно повысить точность и надёжность проведения экспериментов.

Работа выполнена при поддержке гранта Министерства образования № 2.1.1/1129

Библиографические ссылки

1. Сухов А.Г., Бездудная Т.Г., Медведев Д.С. Особенности посттетанической модификации синаптической передачи в таламо-кортикальном входе соматосенсорной коры крыс // Журнал высшей нервной деятельности, 2003, Т. 53. № 5. С. 622–632.

2. Казаков В.К., Климашин В.М. Биморфные пьезокерамические элементы // Пьезотехника–2002. Материалы Международной науч.-практ. конф. «Фундаментальные проблемы пьезоэлектрического приборостроения». М.: МИРЭА, 2002. С. 226–232

3. Цифровая обработка сигналов: практический подход. Айфичер, Эммануил С., Джервис, Барри У. М.: Вильямс, 2004. 992 с.

4. Ревич Ю.В. Практическое программирование микро-контроллеров Atmel AVR на языке ассемблера. СПб.: БХВ-Петербург, 2008. 384 с.

5. Отнес Р., Эноксон Л. Прикладной анализ временных рядов. Основные методы. М.: Мир, 1982. 428 с.



ЭНЦИКЛОПЕДИЯ “МАШИНОСТРОЕНИЕ” ТОМ II-1. “ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА. ИСПЫТАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ”.

Под общ. ред. Е.И. Мамаевой

2010. 852 с. ISBN 978-5-217-03469-7

Цена 2000 р.

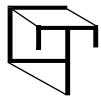
Приведены методы и средства определения химического состава и исследования структуры металлических материалов, методы и средства испытаний для определения основных физико-механических свойств при различных видах нагружения, характеристик малоцикловой усталости, многоцикловой усталости, термической прочности, коррозионно-механической прочности и трещиностойкости. Рассмотрено строение изломов при разных видах нагружения и в условиях длительного воздействия статистических нагрузок.

Для специалистов и инженерно-технических работников промышленности.

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

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 621.384

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

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ СОВРЕМЕННОГО ВАКУУМНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Разработаны устройства для определения положения в пространстве исполнительных устройств современного технологического оборудования, в которых их положение определяется непосредственно в абсолютных координатах. Показаны варианты выполнения устройств для определения положения тела в пространстве, отличающиеся друг от друга измеряемыми расстояниями. Предложена автоматизированная система для вакуумного технологического комплекса обработки полупроводниковых структур в замкнутом цикле.

Ключевые слова: система определения положения в пространстве, структура ℓ -координат, абсолютные координаты, излучатели и приёмники сигналов, вакуумно-технологический комплекс.

Facilities for space position definition of the contemporary technological equipment actuator, which position is defined ingeniously in the absolute coordinates, are developed. Facilities implementation versions for body space position definition distinguishing from each other measured distances are shown. Automatic system for vacuum technological complex for semiconductor structure processing in the closed cycle is proposed.

Key words: system for space position definition, ℓ -coordinate structure, absolute coordinates, signals emitters and receivers, vacuum-technological complex.

Измерительные системы исполнительных устройств специального технологического оборудования служат для сбора всех видов информации и используются для формирования управляющих воздействий. Информация может характеризовать относительные или абсолютные положения исполнительных устройств в пространстве, их скорости и ускорения, воспринимаемые нагрузки, температуру, качество поверхности и т. п.

Результаты, полученные при решении научных и практических задач с использованием математического аппарата, оказываются связанными с применяемой системой координат. Например, инерциальная навигация, задача которой заключается в определении ориентации и местоположения объектов в пространстве [1], обычно использует систему координат Декарта – Эйлера, в которой уравнения движения твёрдого тела в пространстве имеют вид:

$$x = f_1(t), y = f_2(t), z = f_3(t),$$

$$\varphi = f_4(t), \theta = f_5(t), \psi = f_6(t).$$

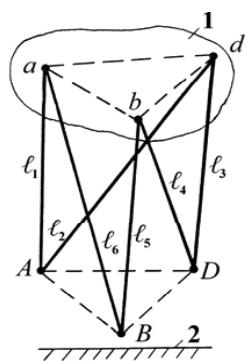
В системе ℓ -координат [2, 3] положение твёрдого тела 1 в пространстве определяется с помощью шести чисел $\ell_1, \ell_2, \dots, \ell_6$, равных длинам отрезков, соединяющих точки тела с точками неподвижной базы 2 таким образом, что при заданных значениях $\ell_1, \ell_2, \dots, \ell_6$ образуется геометрически неизменяемая структура (рис. 1).

ℓ -координатная автоматизированная система предусматривает определение текущего положения объекта в пространстве измерением его координат — шести расстояний от заданных точек неподвижной базы до заданных точек объекта в соответствии с одной из структур ℓ -координат. При этом регистрируются законы движения объекта в следующей форме:

$$\ell_1 = f_1(t), \ell_2 = f_2(t), \ell_3 = f_3(t),$$

$$\ell_4 = f_4(t), \ell_5 = f_5(t), \ell_6 = f_6(t).$$

Измерение координат положения тела в пространстве может производиться одновременно или неодновременно. В последнем случае реализуются

Рис. 1. Структура ℓ -координат

принципы дискретного измерения координат, позволяющие упростить систему измерения, например при акустических методах, за счёт уменьшения числа излучателей и приёмников сигналов и обеспечения их работы на одной частоте.

Устройство для определения положения тела в пространстве (рис. 2, 3) имеет информационные входы $I_1 - I_6$ и управляющие входы $I_y - I_{y_i}$ блока регистрации 7, входы $1 - 6$ блока управления 8, опорное основание 9, контролируемое тело 10, тактовый генератор 11, излучатели $A - E$ и приёмники $a - e$ [4].

С целью повышения быстродействия определения положения тела в пространстве, в устройство введены последовательно соединённые тактовый генератор 11 и блок управления 8, а измерительные преобразователи выполнены в виде двух элементов излучателей $A - E$ и приёмников $a - e$, расположенных соответственно в шести базовых точках опорного основания 9 и в шести точках контролируемого тела 10. Каждый из шести выходов блока управления 8 соединён с входом соответствующего излучателя, с соответствующим

входом запуска блока регистрации 7 и с входом соответствующего приёмника. Выход каждого из приёмников соединён с соответствующим информационным входом блока регистрации 7.

Последовательность тактовых импульсов с выхода тактового генератора 11 служит для формирования последовательности импульсов в блоке управления 8, которые с его выходов $1 - 6$ подаются на управляющие выходы $I_y - I_{y_i}$ блока регистрации 7, и к излучателям $A - E$, расположенным не на одной прямой на опорном основании 9. Излучатели $A - E$ в направлении приёмников $a - e$ передают сигналы в виде узкого луча. Принятые приёмниками сигналы поступают на информационные входы $I_y - I_{y_i}$ блока регистрации 7, в котором обеспечивается измерение шести расстояний, необходимых для однозначного определения положения тела в пространстве.

Возможно несколько вариантов выполнения устройства для определения положения тела в пространстве, которые отличаются друг от друга измеряемыми расстояниями.

На схеме рис. 2 измеряемыми расстояниями являются Aa, Bb, Cv, Gg, Dd, Ee .

На схеме рис. 3 измеряемыми расстояниями являются Aa, Bb, Cv, Gg, Dd, Eg .

Также, измеряемыми расстояниями могут быть $Aa, Ba, Bb, Cv, Gg, Dd; Aa, Ba, Cv, Gg, Dd, Eb, Ab, Be, Cv, Gg, Dd; Aa, Ba, Cv, Gg, Dd, Eg$.

В решении задач управления современным вакуумно-технологическим оборудованием электронного производства ℓ -координатная автоматизированная система открывает возможность получения информации о текущих положениях в пространстве и законах движения исполнительных устройств последнего. Особенно важно, что эта информация может характеризовать положе-

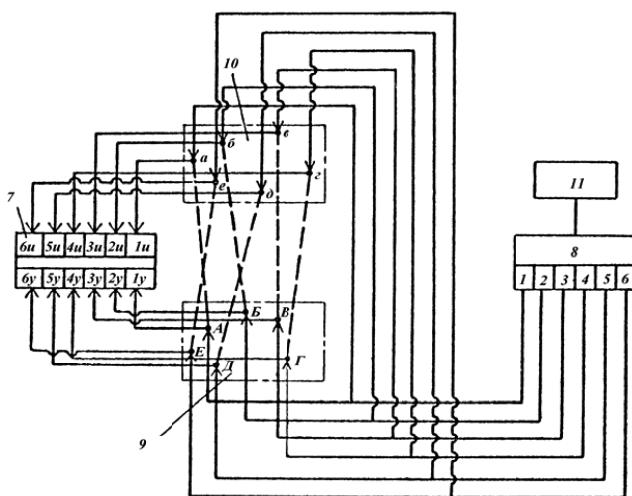


Рис. 2. Схема устройства для определения положения тела в пространстве (вариант I)

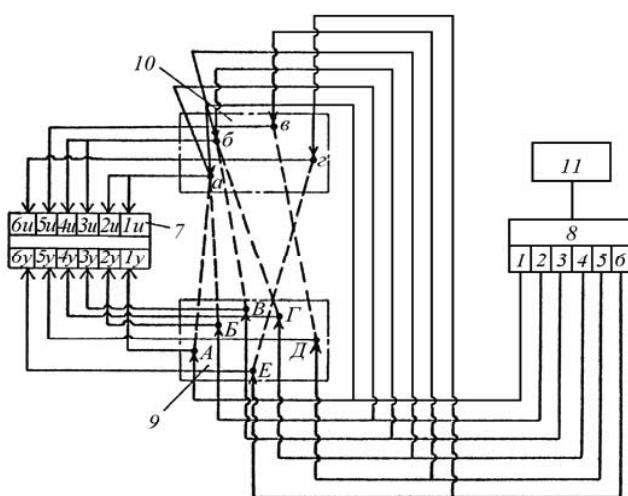


Рис. 3. Схема устройства для определения положения тела в пространстве (вариант II)

ние и движение исполнительного устройства в пространстве непосредственно в абсолютных (не-подвижных) координатах, тогда как в существующих исполнительных устройствах положение каждого последующего звена определяется относительно положения предыдущего звена, т. е. в относительных (подвижных) координатах, вследствие чего положение выходного звена характеризуется числом координат, равных числу степеней подвижности исполнительного устройства.

Управление движением исполнительных устройств в абсолютных координатах свободно от указанных недостатков, так как обеспечивает непосредственное измерение текущих значений шести ℓ -координат выходного звена исполнительного устройства, определяющих его положение и законы движения в пространстве.

Система обратной связи современного вакуумно-технологического оборудования включает совокупность шести устройств для измерения линейных перемещений, собирающих информацию о координатах $\ell_1, \ell_2, \dots, \ell_6$. Каждое такое устройство содержит аппаратуру струнных или бесконтактных измерений.

В управляющей системе фиксируется рассогласование между текущими заданными и фактическими положениями выходного звена исполнительного устройства и определяются звенья, перемещением которых может быть устранено это рассогласование.

С точки зрения упрощения управления исполнительными устройствами вакуумно-технологического оборудования эффективным представляется использование ℓ -координатных исполнительных устройств [5 – 8] в сочетании с ℓ -координатными автоматизированными системами для определения положения исполнительных устройств в пространстве.

На рис. 4 представлено устройство транспортировки подложек в вакуумной установке, построенное по структуре ℓ -координат [8]. Устройство содержит корпус 1, прижим-фиксатор 2 с подложкой 3, основание 4, жестко связанное с прижимом-фиксатором 2 посредством стойки 5, и дополнительную массу 6. Основание 4 соединено с корпусом 1 шестью основными упругими элементами в виде криволинейных пружин 7. Прижим-фиксатор 2 соединён с дополнительной массой 6 шестью дополнительными упругими элементами в виде криволинейных пружин 8. Пружины 7 установлены между парами заданных точек основания 4 и корпуса 1 по структуре ℓ -координат.

При транспортировке подложек в вакуумной установке возникают колебания корпуса 1, которые передаются через пружины 7 на основание 4, а от него на прижим-фиксатор 2. Гашение колебаний прижима-фиксатора 2 обеспечивается наличием массы 6, на которую передаются колеба-

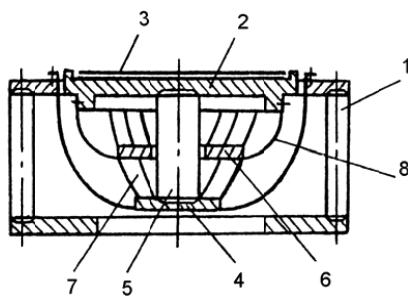


Рис. 4. Устройство транспортировки подложек в вакуумной установке

ния через пружины 8. При равенстве собственных частот колебаний прижима-фиксатора 2 и собственных частот массы 6 собственным частотам вынужденных колебаний возникает явление антирезонанса. Это обеспечивает полное гашение колебаний прижима-фиксатора 2 с подложкой 3. Жёсткость криволинейных пружин 7, 9 подбирается таким образом, чтобы наблюдался именно эффект антирезонанса.

При управлении в абсолютных координатах деформация звеньев исполнительного устройства не влияет на движение выходного звена. Это позволяет уменьшить массу исполнительного устройства и улучшить его динамические характеристики.

На рис. 5 представлена схема автоматизированной системы для определения положения в пространстве исполнительных устройств вакуумно-технологического комплекса обработки полупроводниковых структур в замкнутом цикле.

Подлежащие обработке полупроводниковые пластины загружаются в оборудование через шлюзовое устройство 1 и с помощью ℓ -координатного передающего манипулятора 2 перемещаются в камеру 3 подготовки объектов, предназначенную для очистки пластин, металлизации и отжига. В камере 3 пластины перемещаются копирующим манипулятором 4. После обработки пластины перемещаются из камеры 3 и устанавливаются на ℓ -координатном магистральном транспортере 5 в ℓ -координатных виброзащитных объектодержателях 6, и транспортируются в камеру 7 выращивания полупроводниковых структур методом молекулярно-лучевой эпитаксии. Ориентация пластин внутри камеры 7 производится с помощью g -координатного прецизионного манипулятора 8. Кроме того, наряду с процессом выращивания в камере 7 в комплексе предусмотрена возможность фонового легирования в камере 9, снабжённой магнитным секторным анализатором 10 и ионным источником Фримана 11. Отдельная камера 12 обработки ионным пучком с ионно-оптической колонной 13 и жидкотермическим источником ионов используется для прямого легирования локальных областей полупро-

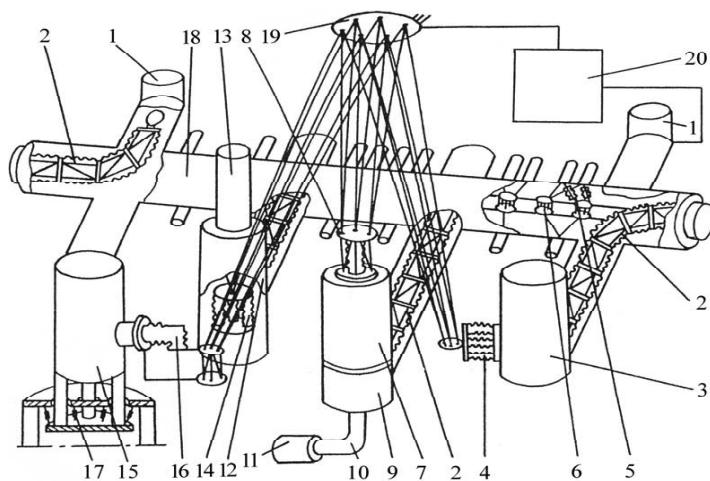


Рис. 5. Автоматизированная система для определения положения в пространстве исполнительных устройств вакуумно-технологического комплекса:

1 – шлюзовое устройство; 2 – л-координатный передающий манипулятор; 3 – камера подготовки объектов; 4 – л-координатный копирующий манипулятор; 5 – л-координатный магистральный транспортер; 6 – л-координатный виброзащитный объектодержатель; 7 – камера выращивания полупроводниковых структур методом молекулярно-лучевой эпитаксии; 8 – л-координатный прецизионный манипулятор; 9 – камера фонового легирования; 10 – магнитный анализатор; 11 – ионный источник Фримана; 12 – камера обработки ионным пучком; 13 – ионно-оптическая колонна; 14 – л-координатный прецизионный столик; 15 – аналитическая камера; 16 – л-координатный прецизионный манипулятор; 17 – л-координатная виброзащитная платформа; 18 – транспортная магистраль; 19 – л-координатная система для определения положения исполнительных устройств в пространстве; 20 – блок управляющего промышленного компьютера

водников. Юстировка пластин в камере 12 производится посредством л-координатного прецизионного столика 14.

Далее обработанные пластины поступают в аналитическую камеру 15, служащую для всестороннего анализа объектов. Внутри камеры пластины перемещаются с помощью л-координатного прецизионного манипулятора 16. С целью повышения разрешающей способности аналитических методов камера 15 установлена на л-координатной вибrozолирующей платформе. Камеры 3, 7, 9, 12 и 15 связаны между собой транспортной магистралью 18 с л-координатным магистральным транспортером 5. Точность позиционирования манипуляторов 4, 8 и 18 контролируется с л-координатной системой для определения положения исполнительных устройств в пространстве. Управление магистральным комплексом обработки полупроводниковых структур в замкнутом цикле производится управляющим промышленным компьютерным блоком 20. л-координатные автоматизированные системы для определения положения исполнительных устройств в пространстве имеют большое значение для гибких автоматизированных производств изделий электронной техники, обеспечивая определение текущих положений исполнительных устройств относительно общей базы.

Библиографические ссылки

1. Ишлинский А.Ю. Ориентации, гирокопы и инерциальная навигация. М.: Наука, 1976. 670 с.
2. Колискор А.Ш. Разработка и исследование промышленных роботов на основе л-координат // Станки и инструмент. 1982. № 12. С. 21–24.
3. Ивашов Е.Н. Устройства на основе л-координат в оборудовании электронной техники: учеб. пособие. М.: МИЭМ, 1995. 35 с.
4. А.с. №1356748 СССР, МКИ⁴ G 01 S 11/00. Устройство для определения положения тела в пространстве (его варианты) / А.Т. Александрова, Е.Н. Ивашов, А.Ш. Колискор, С.В. Степанчиков и др. Опубл. 26.06.85.
5. Ивашов Е.Н., Лучников А.П., Сигов А.С., Степанчиков С.В. Проектирование элементов и устройств технологических систем электронной техники: учеб. пособие для вузов / Под ред. чл.-корр. РАН А.С. Сигова. М.: Энергоатомиздат, 2008. С. 5–33.
6. А.с. №1495111 СССР, МКИ⁴ В 25 J / 00. л-координатный манипулятор / Е.Н. Ивашов, А.Ш. Колискор, С.В. Степанчиков и др. Опубл. 23.07.89. Б.И. № 27.
7. А.с. №1495111 СССР, МКИ⁴ В 25 J 9/00. л-координатный манипулятор / И.Ю. Григорьев, Е.Н. Ивашов, С.В. Степанчиков и др. Опубл. 15.01.91. Б.И. № 2.
8. А.с. №1600381 СССР, МКИ⁴ С 23 С 14/50. Устройство для транспортировки подложки в вакууме / И.Ю. Григорьев, Е.Н. Ивашов, С.В. Степанчиков и др. Опубл. 15.06.90.

УДК 681.3.06+519.68

В.М. Баканов, д-р техн. наук, проф.
(Московский государственный университет приборостроения и информатики)
e881e@mail.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИ РЕШЕНИИ КОНКРЕТНЫХ ЗАДАЧ

Обсуждены проблемы эффективного использования ресурсов многопроцессорных вычислительных систем архитектуры MPP для расчётов по конкретным параллельным алгоритмам. Предложен интегральный количественный показатель эффективности выполнения данной параллельной программы на конкретной многопроцессорной вычислительной системе, учитывающий как аппаратные показатели системы, так и качество распараллеливания.

Ключевые слова: параллельное программирование, архитектура MPP, сетевые технологии, латентность, гранулярность параллельной программы, технология программирования MPI, эффективность распараллеливания.

Resources effective utilization problems of the multiprocessing computing systems with MPP-architecture for calculations by means of concrete parallel algorithms are discussed. The efficiency integrated quantity indicator of this parallel program implementation on the concrete multiprocessor computing system, considering both system hardware indicators and parallelizing quality is proposed.

Key words: parallel programming, architecture MPP, network technologies, latency, parallel program granularity effect, MPI programming technology, parallelizing efficiency.

Важным инструментарием решения проблем государственного и прикладного значения (от задач численного моделирования ядерных взрывов, долговременного прогнозирования погоды и молекулярных и генетических исследований до оптимизации параметров эффективного спортивного инвентаря) является применение суперкомпьютерных систем, подкреплённых соответствующим математическим и программным обеспечением.

Способ повышения вычислительных мощностей путём параллелизации вычислений на многих процессорах (вычислительных узлах, ВУ), одновременно выполняющих программу (в противовес повышению мощностей единого процессора), в настоящее время считается наиболее перспективным [1, 2]. Однако процесс разработки параллельных программ более сложен, чем обычных последовательных программ, особенно в области оценки эффективности (в данном случае – соответствия программы архитектурным особенностям многопроцессорных вычислительных систем (МВС) созданного программного обеспечения).

МВС физически представляют собой множество стандартных (обычно классической архитектуры фон Неймана) ВУ, объединённых по возможности максимально быстродействующей и низкоинерционной компьютерной сетью. Межузловая сеть в данном случае является аналогом общей шины в традиционных архитектурах ЭВМ, однако количественные ограничения производительности объединяющей ВУ сети требуют особой

организации вычислений – логического разбиения алгоритма на ортогональные по отношению к обрабатываемым данным блоки (грауны, зёरна параллелизма) с минимизацией числа и объёмов обменов данными между ВУ (чего практически никогда не требуется при классической общейшине вследствие её огромной производительности и малоинерционности).

Большой популярностью пользуются МВС архитектуры MPP (Massively Parallel Processing) вследствие их значительной масштабируемости и конкретной реализации в виде вычислительных кластеров (ВК).

В ВК узлы физически близкосвязаны, для систем метакомпьютинга (распределённая вычислительная среда – GRID) допускается расположение ВУ на значительных расстояниях (причём узлы обычно гетерогенны). Соответственно, приемы параллельного программирования для ВК и метакомпьютерных систем количественно разнятся. Относительно большое время обмена данных в системах метакомпьютинга требует значительно большего размера грауны параллелизма (последовательности инструкций процессора, не требующих при выполнении обменов данными с соседними процессорами) во избежание чрезмерных потерь при простое процессоров во время обмена данными и, как следствие, катастрофического снижения вычислительной мощности.

Первые ВК использовали для обмена данными 10 и 100 Мбит/с (обычно Ethernet) сети. В начале XXI века начался переход на гигабитовую (а

сейчас 10- и 100-гигабитовую) технологию. Большое значение латентности (инерционности) 100/1000 Мбит/с Ethernet-сетей (эта сетевая технология априорно разрабатывалась для случаев, когда латентность не критична) привело к снижению популярности Ethernet и переходу на специализированные быстродействующие низколатентные сетевые технологии.

Для априорной оценки производительности вновь создаваемой МВС необходима информация о трех её параметрах, причём определение каждого является отнюдь не тривиальной задачей (в качестве постановочного варианта приведём работу [1]):

производительность единичного ВУ;

параметры коммуникационной среды (сети, позволяющей обмениваться данными (между ВУ);

класс решаемых задач и конкретные технологии распараллеливания алгоритмов.

На рис. 1 жирными горизонтальными линиями показаны участки исполняемого кода (гранулы параллелизма), выполняющиеся на отдельном процессоре и не требующие при этом данные от других процессоров.

Привычно стало употреблять термины «мелкозернистый» и «крупнозернистый» параллелизм (*fine-grained parallelism* и *coarse-grained parallelism* соответственно), однако количественно определить принадлежность конкретного случая выполнения программы на данной МВС к одному из подобных определений непросто. Пусть среднее время выполнения гранулы равно 0,1 с – это мелко- или крупнозернистый параллелизм? Ответ в значительной степени зависит от параметров коммуникационной сети (КС), обеспечивающей обмен сообщениями между ВС.

В большинстве случаев не удается полностью совместить обмен данными с вычислениями внутри гранулы (даже при асинхронном обмене гранула-приёмник принципиально не может начать работу, пока гранула-передатчик не пере-

шлёт ей данные и эти данные не будут получены адресатом). Поэтому рационально определить время обмена данными $t_{\text{обм}}$ (в общем случае $t_{\text{обм}}$ есть функция типа обмена и размера передаваемых данных) и время выполнения собственно гранулы параллелизма $t_{\text{гран}}$ (рис. 1, б, в), при этом принята парадигма «1 гранула = 1 операция обмена» (что больше соответствует случаю, приведённому на рис. 1, в), чем максимально упрощённому варианту рис. 1, б).

В качестве показателя гранулярности параллельной программы целесообразно использовать отношение $t_{\text{гран}}/t_{\text{обм}}$, определяющее время обмена данными по отношению к времени выполнения вычислений. Кроме этого, можно применить и зависимость $(t_{\text{обм}} + t_{\text{гран}})/t_{\text{обм}}$. При выполнении реальной программы число гранул велико (каждую можно характеризовать парой $t_{\text{обм}}$ и $t_{\text{гран}}$), поэтому следует использовать статистическую оценку этой величины, усреднённую по всем параметрам $t_{\text{обм}}$ и $t_{\text{гран}}$.

Попытки реализовать $t_{\text{обм}} \rightarrow 0$ представляют собой в основном аппаратную задачу (фактически переход к более быстродействующим и низколатентным сетевым технологиям). Однако увеличить число операций, составляющих гранулу параллелизма (и тем самым повысить $t_{\text{гран}}$ при неизменной производительности аппаратной части), – задача чисто алгоритмическая. Повышение $t_{\text{гран}}$ достигается именно на этапе распараллеливания имеющегося алгоритма решения задачи, например, для каждого из алгоритмов умножения матриц – классического, по Винограду или Штрассену – можно построить несколько конкретных алгоритмов распараллеливания с сильно различающимися значениями $t_{\text{гран}}$ и $t_{\text{обм}}$.

Для повышения суммарного быстродействия МВС целесообразно всемерно увеличивать отношение $t_{\text{гран}} / t_{\text{обм}}$, которое можно назвать коэффициентом гранулированности параллельной программы (а фактически – показателем эффективности выполнения данной параллельной программы на конкретной МВС). Таким образом, с помощью этого коэффициента можно априори оценить насколько эффективна данная МВС для решения конкретной задачи или же наоборот – определить круг задач, которые могут быть эффективно решены на данной МВС, а также принять решение о модернизации МВС или параллельной программы.

При $t_{\text{гран}} / t_{\text{обм}} \leq 1$ имеем мелкозернистый, а при $t_{\text{гран}} / t_{\text{обм}} \gg 1$ – крупнозернистый параллелизм (*fine-grained parallelism* и *coarse-grained parallelism*) соответственно. Преимуществом данного подхода является потенциальная определяемость величин $t_{\text{обм}}$ и $t_{\text{гран}}$.

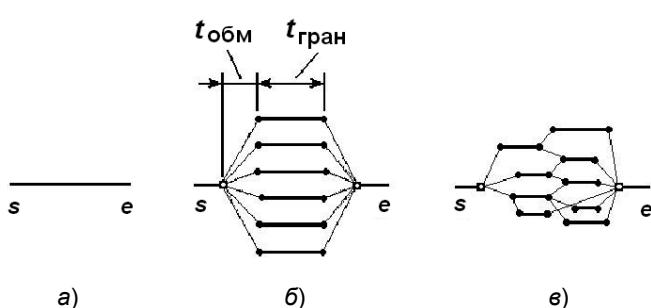


Рис. 1. Диаграммы выполнения процессов при последовательном вычислении (а), при близком к идеальному распараллеливанию (б) и в более общем случае распараллеливания (в)

При близком расположении ВУ величина $t_{\text{обм}}$ обычно равна 10^{-5} – 10^{-2} с, при этом рациональной величиной $t_{\text{тран}}$ будет не менее 10^{-4} – 10^{-1} с; в то же время для метакомпьютинга с $t_{\text{обм}}$, равным единицам секунд, следует осуществлять распараллеливание с $t_{\text{тран}} = 10$ – 10^2 с и более. Распараллеливание имеющегося алгоритма при требовании обеспечения максимальной гранулярности затруднено во всех отношениях, поэтому целесообразно ограничить гранулярность значением $t_{\text{тран}} = (100–10)t_{\text{обм}}$ (характеристика от «хорошо» до «отлично», при этом потери производительности вследствие ожидания данных не превысят 1–10 % соответственно).

Количество операций в гранулах и размер сообщений известны (или могут быть несложным образом оценены) для всех стандартных параллельных алгоритмов, зависимость $t_{\text{обм}}$ от размера сообщения и зависимость $t_{\text{тран}}$ от количества операций должны быть определены экспериментально. Некоторые трудности могут возникнуть при использовании итерационных алгоритмов, где число итераций зависит от исходных данных и априори неизвестно; в этом случае может быть определена длительность одной итерации и целесообразное их число.

Количественный анализ влияния отношения $t_{\text{тран}}/t_{\text{обм}}$ на производительность МВС проводился на вычислительном кластере лаборатории многопроцессорных вычислительных систем кафедры ИТ-4 Московского государственного универ-

ситета приборостроения и информатики (МГУ-ПИ). Кластер является МВС инструментального уровня и, вследствие возможности динамического изменения технологии коммуникационной сети, назван кластерным конструктором [3]. Программа написана на языке С с использованием коммуникационной библиотеки MPI (Message Passing Interface).

Зависимость реальной производительности и времени обмена для 100 и 1000 Мбит/с Ethernet-сетей от длины сообщений при обменах «точка–точка» приведена на рис. 2 (линейная логическая топология сети). Полученные результаты являются программно-аппаратными, ибо учитывают как время подготовки данных в системе «процессор–сетевой адаптер», так и программную часть (обработка библиотечных вызовов *MPI_Send/MPI_Recv*). В ходе экспериментов варьировалась также величина MTU (Maximum Transmission Unit, максимальный размер пакета данных, который может быть передан по сети за один физический кадр с использованием протокола TCP/IP).

Эмпирическая зависимость (см. рис. 2) скорости обмена от размера сообщений соответствует формуле

$$G = \frac{X}{X/G_{\max} + L},$$

где G – скорость обмена; X – длина сообщения; G_{\max} – максимальная производительность сети; L – латентность).

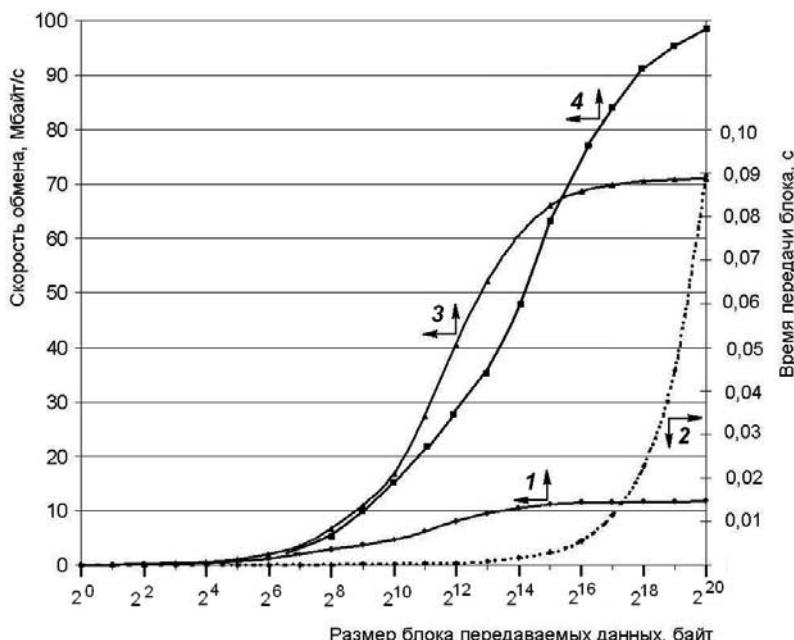


Рис. 2. Скорость обмена данными по сети:

1 – 100 Мбит/с; 3 – 1000 Мбит/с, MTU = 1500 байт; 4 – 1000 Мбит/с, MTU = 9000 байт и время передачи блока (2) для сети 1000 Мбит/с в зависимости от размера блока передаваемых данных

Эта формула является следствием известной модели [4]

$$T = \frac{X}{G_{\max}} + L,$$

где T – время передачи сообщения.

Согласно экспериментам, в диапазоне $X = 10^2 - 10^{20}$ байт время обмена прямо пропорционально размеру сообщения. Нет серьёзных препятствий считать подобный характер зависимости нетипичным и для других типов обменов и при учёте иных топологий сети (в некоторых случаях придётся учитывать распространение сигнала последовательно через несколько ВУ).

Как видно из рис. 2, производительность для заявленных в случае 1000 Мбит/с сети 110–120 Мбайт/с достигнута только при использовании так называемых JUMBO FRAMES (кадров с MTU = 9000 байт).

На сети Ethernet 100 Мбит/с аппаратно-программная латентность равна 40 мкс (цена обмена по данным 4000 бит), за это время указанный процессор производит примерно 10^3 плавающих пар операций «умножение/сложение» с числами двойной точности (цена обмена по операциям). Для 1000 Мбит/с латентность составляет 30 мкс, цена обмена по данным 30 000 бит (величины латентности и быстродействия сети замерялись посредством модулей из набора тестов НИВЦ МГУ и испытательной лаборатории проекта МВС ИПМ им. М.В. Келдыша РАН).

Проводя исследования каждой конкретной МВС, определяем время $t_{\text{обм}}$. Вопросы, возникающие при определении $t_{\text{обм}}$ для более сложных случаев (например, при коллективных обменах или более сложной топологии сети), требуют тщательного анализа.

Выявление в программе блоков, самодостаточных по данным (блоков, которые могут выполняться независимо и параллельно), является одной из главных задач анализа тонкой информационной структуры алгоритма [2]. Для количественного анализа величин $t_{\text{обм}}$ и $t_{\text{тран}}$ на указанной выше МВС проводились эксперименты с различными параметрами КС и размерами обрабатываемых данных (как при неизменном алгоритме решения задачи, так и алгоритме собственно распараллеливания). Сравнение проводилось с помощью процедуры умножения матриц при ленточном (практически полностью соответствующем схеме на рис. 1, б) алгоритме (рис. 3) распараллеливания для квадратных матриц разной размерности (элементы – вещественные числа двойной точности, стандартный компилятор для языка С). При этом размер гранулы параллелизма (в парах арифметических операций «умно-

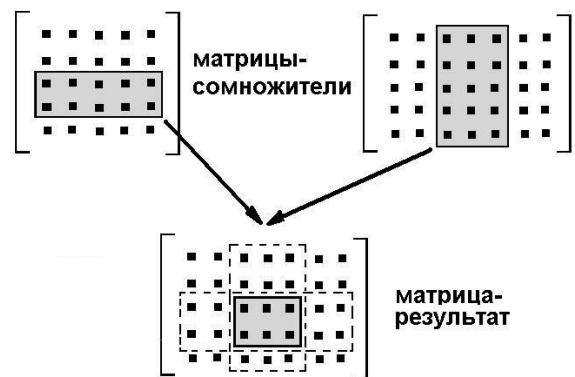


Рис. 3. Схема умножения матриц ленточным методом

жение/сложение») равен $2N^3/P^2$, общее число гранул N^2/P^2 , длина пересылаемых (неоптимизированная пересылка строк и столбцов матриц-сомножителей) от координирующего узла к вычислительным узлам данных равна $2N^2/P$, а от ВУ к КУ равна N^2/P^2 (здесь N – порядок матриц, P – число ВУ).

На рис. 4 приведены кривые изменения производительности при переходе коммутационной Ethernet-сети от 100 Мбит/с к 1000 Мбит/с (неизменный алгоритм и параметры компилятора, порядок умножаемых матриц $N_1=800$, $N_2=1600$, $N_3=3200$). В данном случае показатель $t_{\text{тран}}/t_{\text{обм}}$ увеличивается прямо пропорционально N и обратно пропорционально числу процессоров P (так как $(2N^3/P^2)/(2N^2/P+N^2/P^2)=2N/(2P+1)\equiv N/P$; перевод во временные показатели изменит только постоянный коэффициент). Отношение $t_{\text{тран}}/t_{\text{обм}}$ для трёх указанных размерностей матриц равно 23/46/91 соответственно для сети 1000 Мбит/с и числа процессоров $P = 10$ (для сети 100 Мбит/с при аналогичных условиях отношения $t_{\text{тран}}/t_{\text{обм}}$ равны 2,3/4,6/9,1).

Рис. 4 иллюстрирует явление собственно сетевой деградации вычислений (основная причина снижения масштабируемости), которая увеличивается при уменьшении размера гранулы параллелизма (на рис. 4 ускорение вычислений – отношение времени вычислений на единичном процессоре к времени вычислений на нескольких процессорах). При переходе от 100 к 1000 Мбит/с сети отчётливо заметно как повышение суммарной производительности МВС, так и уменьшение сетевой деградации. Таким образом, показатель $t_{\text{тран}}/t_{\text{обм}}$ существенно влияет и на масштабируемость системы «параллельная программа + МВС» (с возрастанием показателя гранулярности кривые рис. 4 все более приближаются к прямой идеального распараллеливания).

На рис. 5 приведены экспериментальные данные относительного ускорения вычислений при

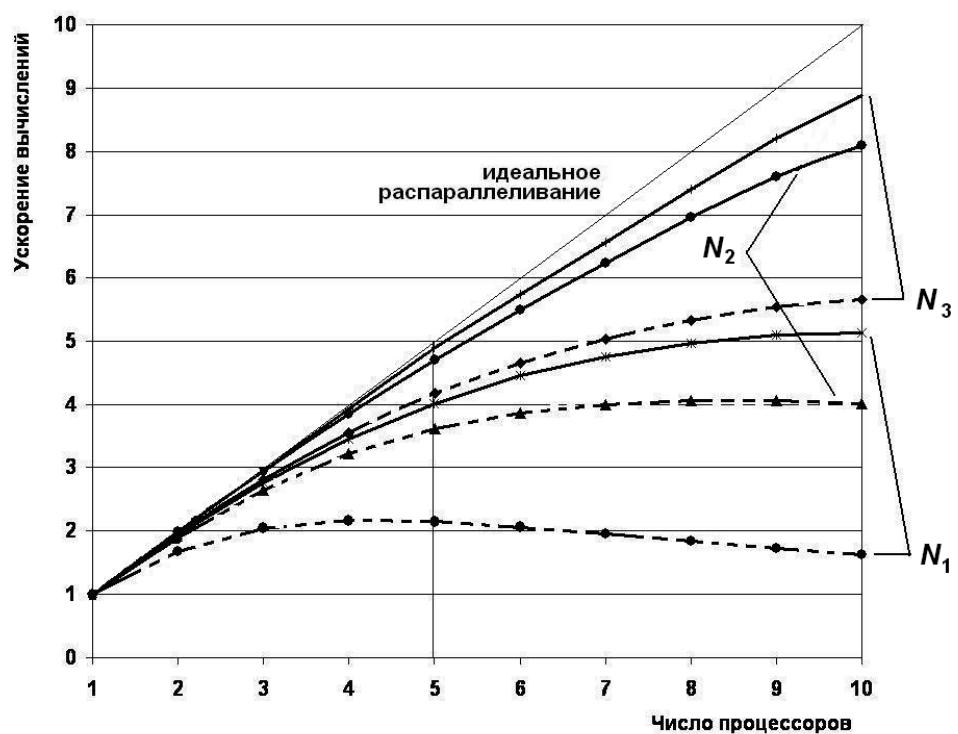


Рис. 4. Влияние параметров коммутационной сети на повышение производительности МВС
(пунктирная линия – коммуникационная сеть быстродействием 100 Мбит/с,
сплошная – КС 1000 Мбит/с Ethernet, $N_3 = 2$, $N_2 = 4$, $N_1 = 3200$)

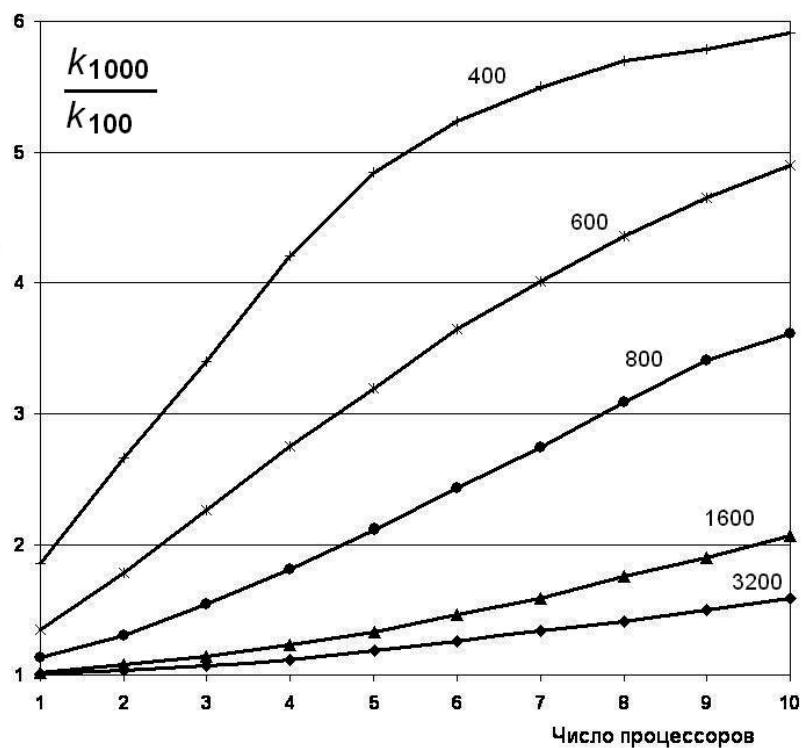


Рис. 5. Относительное увеличение производительности многопроцессорных вычислительных систем при переходе от 100 к 1000 Мбит/с Ethernet-сети (числа у кривых – размеры перемножаемых матриц)

переходе КС от 100 к 1000 Мбит/с (k_{1000}/k_{100} — отношение ускорений вычислений на КС 1000 и 100 Мбит/с соответственно). Таким образом, производительность повышается именно за счёт увеличения пропускной способности сети и снижения латентности (режимы компиляции и параметры вычислительных узлов не изменились). Наибольшее увеличение производительности достигается при относительно малой величине гранулы параллелизма, при большем размере гранулы повышение производительности незначительно.

В целом модернизация МВС путём усовершенствования компьютерной сети не только повышает производительность даже без замены элементной базы ВУ, но и расширяет область выполняемых на данной МВС алгоритмов в сторону мелкогранулярных.

Таким образом, получены количественные данные зависимости производительности МВС от параметров коммуникационной среды и размера гранулы параллелизма. Данные являются основой для построения научно обоснованных рекомендаций по разработке новых МВС, модернизации существующих и выбора МВС для решения конкретных задач.

Заключение. Обоснован интегральный количественный показатель эффективности выполнения параллельных программ на конкретной МВС,

учитывающий как аппаратные показатели МВС (скорость обмена данными между вычислительными узлами МВС и производительность каждого узла), так и качество распараллеливания алгоритма (размер гранулы параллелизма). Предложена количественная шкала совместимости (эффективности) данной МВС и конкретной параллельной задачи. Для конкретного случая распараллеливания приведены количественные оценки показателя гранулярности и экспериментально подтверждено существенное влияние этого показателя на производительность и масштабируемость МВС.

Библиографические ссылки

- Гергель В.П.** Теория и практика параллельных вычислений (учеб. пособие). М: Интернет-университет информационных технологий, 2007. 423 с.
- Шпаковский Г.И.** Организация параллельных ЭВМ и суперскалярных процессоров. Минск: Белорусский гос. ун-т, 1996. 296 с.
- Баканов В.М.** Опыт развития приборной базы технологий параллельных методов обработки информации в вузе // X Междунар. науч.-практ. конф. «Фундаментальные и прикладные проблемы приборостроения, информатики и экономики», Сочи, 1–5 октября 2007 г. М.: МГУПИ, 2007. С. 9–15.
- Лацис А.О.** Как построить и использовать суперкомпьютер. М.: Бестселлер, 2003. 240 с.



СПРАВОЧНИК ТОКАРЯ-УНИВЕРСАЛА

В.Ф. Безъязычный, В.Г. Моисеев, Д.Г. Белецкий и др.

Под ред. М.Г. Шеметова, В.Ф. Безъязычного

576 с. : ил. ISBN: 978-5-217-03393-5

Цена 440 р.

Изложены сведения о процессах и режимах резания, нормировании токарных работ. Приведены методы повышения производительности труда, технические характеристики оборудования, описание технологической оснастки и инструмента, данные по обработке особо сложных деталей. Приведены сведения из опыта работы отечественных и зарубежных промышленных предприятий.

Второе издание (1-е изд. 1987 г.) переработано в соответствии с современной научно-технической документацией и дополнено сведениями об обеспечении точности и управлении качеством при токарной обработке. В приложении более развернуто представлен материал о повышении качества поверхности методами пластического деформирования.

Для токарей-универсалов всех отраслей промышленности, может быть полезен учащимся учреждений среднего профессионального образования.

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 621:004.9

В.А. Долгов, канд. техн. наук, доц.

(Московский государственный технологический университет «Станкин»)

v-dolgov@yandex.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ В МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Представлены результаты анализа проблем применения CALS-технологий на отечественных машиностроительных предприятиях. Предложены пути развития CALS-технологий. Сформулированы задачи, обеспечивающие повышение эффективности применения CALS-технологий в многономенклатурном производстве.

Ключевые слова: CALS-технологии, многономенклатурное производство.

Problem analysis results of the CALS-technology application at the domestic machine-building enterprises are presented. A method for CALS-technology development is proposed. Tasks providing efficiency increase of the CALS-technology application in the multiproduct production are formulated.

Key words: CALS-technology (Continuous Acquisition and Life cycle Support), multiproduct production.

CALS-технологии позволили зарубежным предприятиям, вовлечённым в процесс производства машиностроительной продукции, значительно повысить конкурентоспособность продукции, а также эффективность собственной деятельности [1]. Под CALS-технологиями (Continuous Acquisition and Life cycle Support) понимается комплекс технологий, обеспечивающих непрерывное развитие и поддержку жизненного цикла (ЖЦ) изделий.

CALS-технологии позволяют постоянно улучшать ЖЦ как самого изделия, так и процессы взаимодействия поставщика (производителя) и потребителя [2].

Основные цели внедрения CALS-технологий:
 повышение качества формирования данных об изделии и их обработки;
 повышение качества принятия проектных решений;
 обеспечение возможности управлять затратами на всех этапах ЖЦ изделия;

повышение производительности процессов на всех этапах ЖЦ изделия;

повышение ценности изделий для потребителей.

Практика отечественных машиностроительных предприятий показывает, что применение CALS-технологий не всегда обеспечивает достижение указанных целей.

Информационная поддержка должна охватывать не только все этапы ЖЦ изделий машиностроения, но и сопряжённые процессы, выполняемые на каждом этапе. Анализ отечественного опыта использования CALS-технологий показывает, что информационная поддержка изделий в большинстве случаев выполняется для одного процесса в рамках одного этапа ЖЦ.

Проведённый анализ применения CALS-технологий позволил выявить основные проблемы невысокой эффективности их использования.

Информационные проблемы. Практически отсутствует однозначное представление данных об изделии; не исключены потери данных при их передаче между этапами ЖЦ.

Методические проблемы. Недостаточно formalизованы связи между данными о компонентах изделия, производственной средой и процессами, а также недостаточно formalизованы алгоритмы принятия проектных решений.

Организационные проблемы. Не обеспечена требуемая согласованность сопряжённых видов деятельности; недостаточно проработаны решения, обеспечивающие формирование достоверных и непротиворечивых данных.

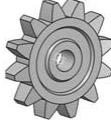
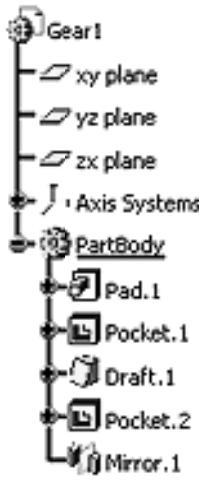
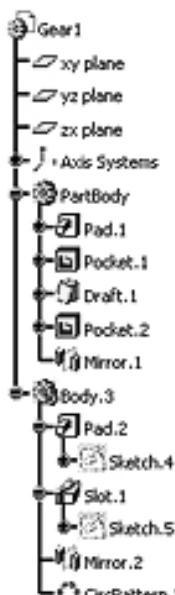
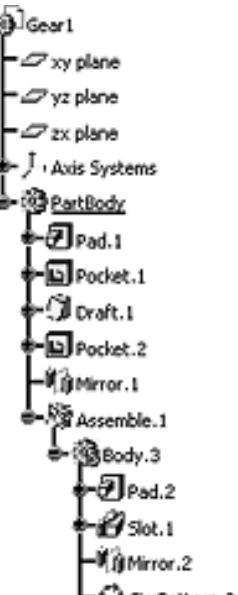
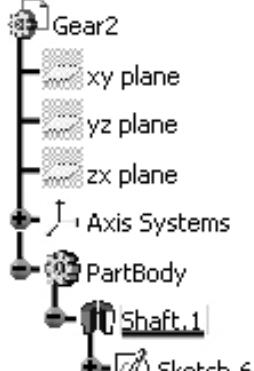
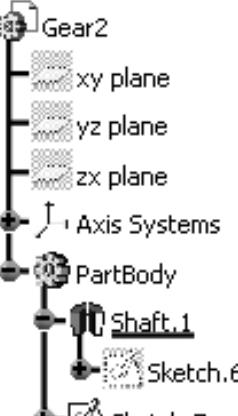
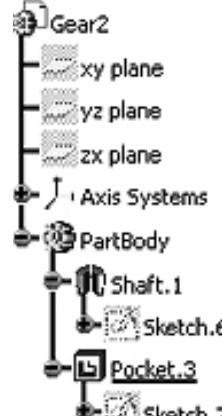
На сегодняшний день практически вся конструкторская информация об изделии, используемая в автоматизированных системах (АС), обрабатывается вручную пользователем. Проблема распознавания данных конструкторской документации в автоматическом режиме АС проектирования технологических процессов не решена.

Несмотря на то что современные системы трёхмерного твёрдотельного моделирования (CAD-системы) обладают большим функционалом для построения трёхмерных твёрдотельных моделей, отсутствие необходимых унифицированных структур данных о семействе изделий и правил их формирования для конкретного экземпляра семейства не обеспечивает машинно-ориентированное представление данных.

В качестве примера рассмотрим два способа построения трёхмерной модели зубчатого колеса (ЗК), использующих булевы операции. В табл. 1

Таблица 1

Формирование структур данных при построении трёхмерных моделей ЗК

Этапы			
1	2	3	4
Способ 1			
			
			
Способ 2			
			
			

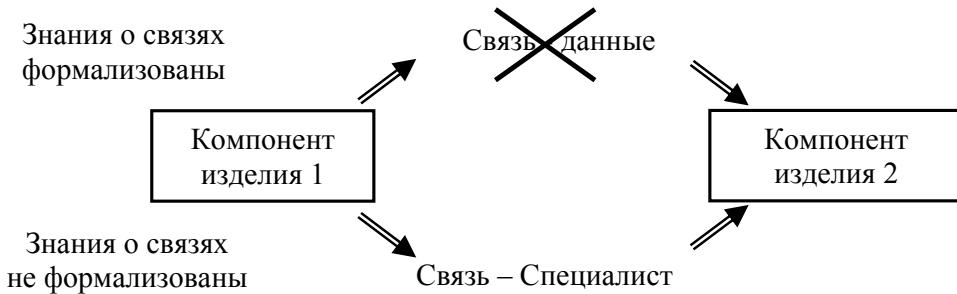


Рис. 1. Типы связей между данными о компонентах изделия

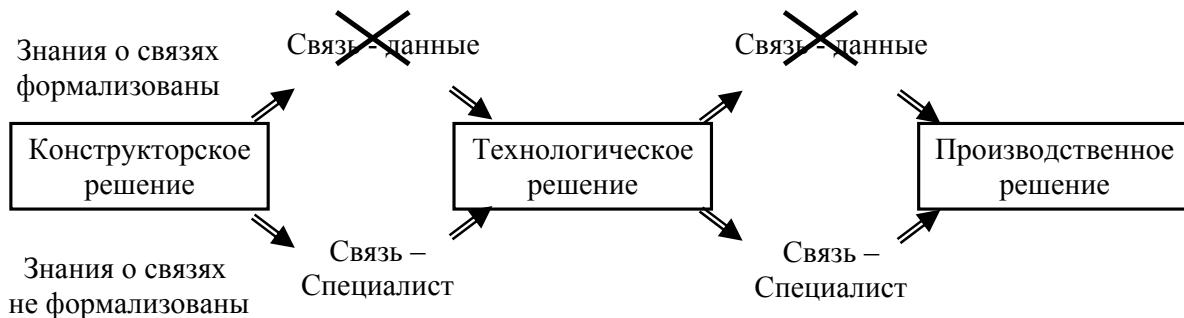


Рис. 2. Типы связей между данными об изделии

приведены основные этапы построения моделей неспецифицированного изделия. На каждом этапе формируется соответствующая структура данных об изделии. В современных CAD-системах данные об изделии представляются в виде древовидной структуры.

Анализ полученных моделей и соответствующих им структур данных позволяет сделать следующие выводы [2]:

трёхмерные модели ЗК одинаковы;
полученные модели ЗК имеют различную структуру данных.

Таким образом, трёхмерные модели изделий, независимо от способа их создания, могут применяться в качестве исходных данных для проведения инженерных расчётов в САЕ-системах. Различные структуры данных об одном и том же изделии не позволяют разработать формализованный алгоритм распознавания данных. Как следствие, в поток данных между приложениями АС включается специалист, выполняющий процедуры распознавания и кодирования данных, что зачастую приводит к потерям данных.

Требования современного рынка машиностроительной продукции диктуют необходимость значительно увеличить номенклатуру выпускаемой продукции, вплоть до производства персонализированной продукции удовлетворяющей потребности узкого сегмента рынка. Такая продук-

ция, как правило, выпускается в соответствии с условиями заказа. Разработка документации на персонализированную продукцию осуществляется связанным изменением данных конструкторской, технологической и производственной документации базового изделия.

Применяемые на практике информационные модели, определяющие базовую конфигурацию изделия, не содержат формализованных связей между его компонентами, необходимые для согласованного структурно-параметрического изменения конструкторской документации при разработке персонализированного изделия. Как следствие, отсутствует связь на уровне данных между сопряжёнными компонентами изделия (рис. 1).

Недостаточная формализация связей между данными о базовой конфигурации изделия не обеспечивает связь между процессами управления конфигурацией изделия на уровне данных (рис. 2). Поэтому необходимые изменения в конструкторской документации, а также связанные изменения конструкторской, технологической и производственной документации выполняются специалистами, что существенно увеличивает трудоёмкость разработки документации на персонализированную продукцию и приводит к потерям данных.

Нерешённые организационные проблемы приводят к тому, что на предприятиях существуют

Таблица 2

Анализ удовлетворённости потребностей машиностроительных предприятий CALS-технологиями

Группа предприятий	Результаты анализа
Экспериментальное единичное производство	Функциональность CALS-технологий во многом закрывает потребности. Особенность – глубокая проработка локальных задач. Есть специализированные решения. Удовлетворенность – 4
Серийное (многономерноклатурное) производство	В существующих CALS-технологиях отсутствуют формализованные процедуры принятия решений. Фактически CALS-технологии используются только для визуализации результатов проектирования, полученных вне автоматизированной системы. Отсутствуют связи изделия с технологической системой (ТС) и ресурсами, ТС с процессами технического обслуживания и ремонта и др. Особенность – быстрая проработка большого количества типовых часто меняющихся взаимосвязанных задач. Удовлетворенность – 2
Массовое (малономерноклатурное) производство	Функциональность CALS-технологий во многом закрывает потребности. Особенность – глубокая проработка малого количества редко меняющихся взаимосвязанных задач. Есть специализированные решения. Удовлетворенность – 4

процессы, порождающие противоречивые (недостоверные) данные об одном и том же объекте, а ряд процессов формирует данные, не востребованные другими процессами, но при этом другие процессы не полностью обеспечены необходимыми данными.

Для определения перспектив развития CALS-технологий проведён экспертный анализ удовлетворённости потребностей отечественных машиностроительных предприятий существующими на рынке CALS-технологиями (табл. 2). Оценка проводилась по пятибалльной шкале. При проведении анализа машиностроительные предприятия объединялись в группы по типу производства: экспериментальное, единичное (многономерноклатурное), серийное (многономерноклатурное) и массовое (малономерноклатурное). Наибольшая доля современного рынка машиностроительной продукции принадлежит предприятиям с серийным (многономерноклатурным) производством.

Анализ показал, что наибольшую потребность в CALS-технологиях испытывают предприятия с многономерноклатурным (серийным) производством, но при этом на рынке отсутствуют требуемые решения.

Таким образом, машиностроительные предприятия, имеющие наибольшую долю рынка, не удовлетворены предлагаемыми на рынке CALS-технологиями. Поэтому перспективным направлением развития CALS-технологий является удовлетворение потребностей прежде всего многономерноклатурного производства.

Характерной особенностью применения CALS-технологий на отечественных машиностроительных предприятиях является их локальное исполь-

зование, эффект от которого нивелируется значительными затратами на сопряжение взаимосвязанных процессов как в рамках одного этапа, так и между этапами ЖЦ изделия. Для повышения эффективности применения CALS-технологий необходимо решить информационные, методические и организационные проблемы.

Для решения информационных проблем следует пересмотреть существующий процесс формирования структуры данных об изделии. Так на этапе ЖЦ «проектирование» сначала создаётся трёхмерная модель изделия, а затем определяется необходимая для процесса-потребителя структура данных, соответствующая этой модели. Так как трёхмерная модель изделия не предназначена для автоматического формирования соответствующих структур данных для АС, являющихся их потребителями, то формирование структур данных осуществляется оператором вручную. Исключением являются АС проведения инженерных расчётов САЕ-системы.

В соответствии с основными положениями ГОСТ Р ИСО 10303 структура данных конструкции изделия должна формироваться специализированным приложением (АС для проектирования определённого семейства изделий). Сформированная структура данных является исходными данными для построения трёхмерных моделей изделий и разработки технологических процессов (рис. 3).

Одним из основных процессов, реализуемых CALS-технологиями, является управление конфигурацией изделия. В соответствии с ГОСТ Р ИСО 10007–2007 под управлением конфигурацией понимается деятельность предприятий, направленная на применение технического и адми-

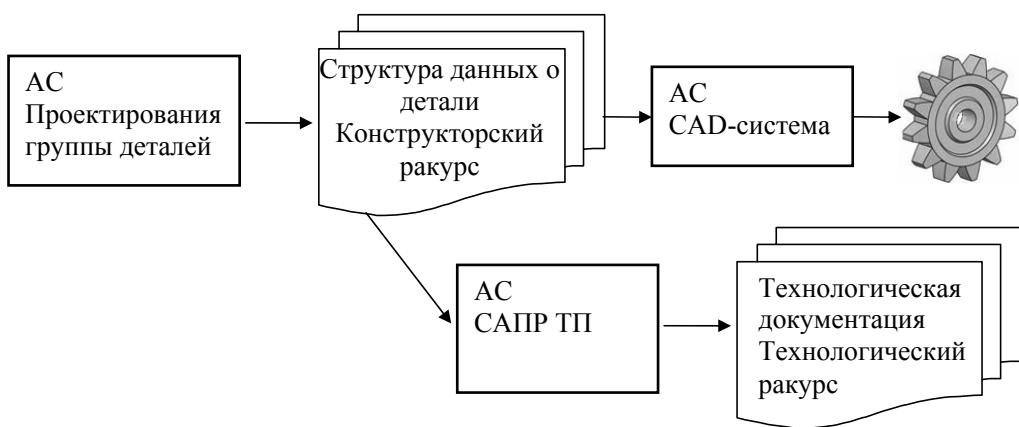


Рис. 3. Последовательность формирования структур данных конструкторского описания изделия

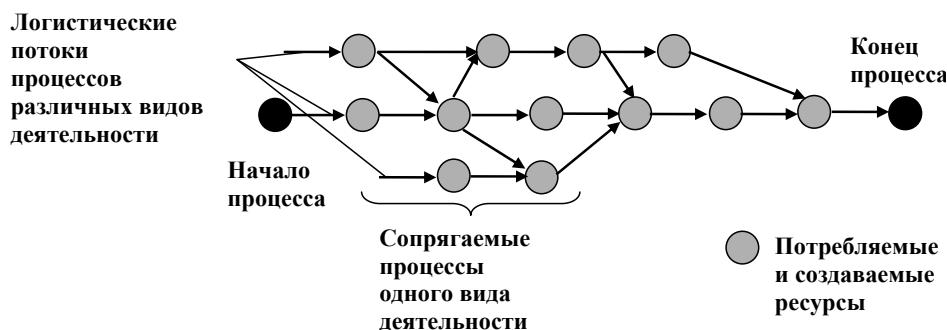


Рис. 4. Логистическая сетевая потоковая модель процесса создания изделия

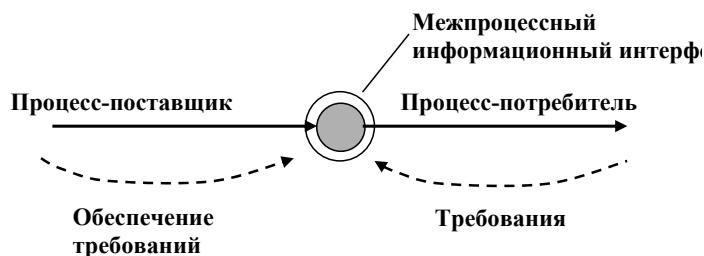


Рис. 5. Установление информационных интерфейсов между сопрягаемыми процессами

нистративного управления ЖЦ продукции, элементами конфигурации продукции и данными, связанными с конфигурацией продукции.

Формализованные связи между данными о компонентах изделия, производственной средой и процессами разрабатываются при установлении базовой конфигурации семейства изделий. Также должны быть разработаны регламенты преобразования базовой конфигурации семейства изделий для получения конфигураций конкретных экземпляров этого семейства.

Одним из перспективных направлений решения организационных проблем является согласование интересов сопряжённых видов деятельности для достижения общего результата, полученного от реализации (использования) конкретного экземпляра семейства:

организацией проектирования изделия с использованием методов параллельного инженеринга;
созданием рабочих групп, включающих специалистов сопряжённых видов деятельности: конструкторов, технологов, экспертов по экс-

плуатации, обслуживанию, ремонту и модернизации изделия;

учётом затрат (ресурсов) по каждому заказу.

Поддержка ЖЦ изделия состоит в оптимизации стоимости всего ЖЦ изделия за счёт управления распределением затрат по этапам ЖЦ.

Для этого строится логистическая сетевая потоковая модель процесса создания изделия (рис. 4), обеспечивающая требуемую согласованность сопряжённых видов деятельности.

Для установления информационных интерфейсов между сопрягаемыми процессами в логистической сетевой потоковой модели выделяются процессы-потребители и процессы-поставщики данных (ресурсов). Для выполнения процесса потребителя устанавливаются требования к данным (ресурсам), порождаемым процессом-поставщиком. Межпроцессный информационный интерфейс строится как интерфейс согласования требований, формируемых процессом-поставщиком, и решений, обеспечивающих выполнение этих требований процессом-поставщиком (рис. 5).

Таким образом, для повышения эффективности применения CALS-технологий в многообразном производстве необходимо:

разработать методическое обеспечение представления изделий на разных этапах их ЖЦ, а также производственной системы в виде данных;

установить формальные связи между процессами сопряжённых видов деятельности;

установить формальные связи между компонентами изделия, производственной средой и процессами ЖЦ;

разработать формализованные алгоритмы принятия проектных решений;

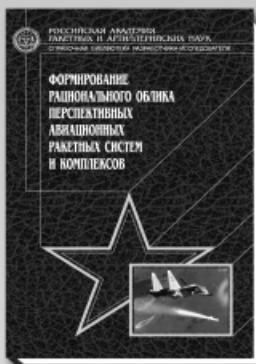
разработать специализированные отраслевые программно-методические комплексы, для взаимодействия с существующими на рынке программными комплексами.

Библиографические ссылки

1. Григорьев С.Н. Тенденции и проблемы модернизации машиностроительного производства на базе отечественного станкостроения // Вестник МГТУ «Станкин». 2010. № 3 (11). С. 7–13.

2. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка научно-технических изделий. CALS-технологии. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 320 с.

3. Долгов В.А., Хрущков И.В., Тучкова А.С. Формальное описание зубчатых эвольвентных колёс и технологического процесса их изготовления // Автоматизация и современные технологии. 2009. № 10. С. 17–21.



ФОРМИРОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ОБЛИКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ И КОМПЛЕКСОВ. Справочная библиотека разработчика-исследователя.

В.В. Панов, Г.И. Горчица, Ю.П. Балыко, О.В. Ермолин

2010. 608 с. ISBN 978-5-217-03478-9

Цена 500 р.

Рассмотрены основные научно-методические аспекты формирования облика образцов авиационного ракетного оружия на этапах предпроектной и проектной разработки ракет.

Приведены методические приемы и способы решения теоретических задач на этапе формирования облика перспективных авиационных ракетных систем и комплексов, основные характеристики ракет и их оценки с позиций эффективности авиационных боевых комплексов (АБК), математические модели подсистем ракеты и основы проектирования ее облика, в том числе автоматизированного. Упор делается на изложение основополагающих идей, принципов построения и фундаментальных технических решений.

Книга рассчитана на научных сотрудников, руководителей среднего звена в структуре военных и промышленных организаций, занимающихся разработкой оружия, преподавателей военных академий, училищ и гражданских технических 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 621.371.334

С.Б. Клоев, Е.И. Нефёдов, д-р физ.-мат. наук, проф.

(Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, г. Москва)

nefyodov@ms.ire.rssi.ru

ДЕЛИТЕЛЬ КАНАЛА НА ЩЕЛЕВЫХ ЛИНИЯХ

Численным методом сеток на основе программы Ansoft HFSS проведён анализ электродинамических параметров делителя канала, основанного на двойной щелевой линии, на два канала, каждый из которых построен на нетрадиционной щелевой линии. Делители каналов являются базовыми элементами плоскостных и объёмных интегральных схем диапазонов СВЧ и КВЧ. Представлены численные значения элементов матрицы делителя, эквивалентная схема и проведён физический анализ, позволивший построить наилучший вариант делителя в диапазоне частот.

Ключевые слова: объёмные интегральные схемы СВЧ и КВЧ, двойная симметричная щелевая линия, щелевая линия с экранирующим основанием, делитель каналов, отражающее зеркало, компенсирующий стержень, поглощающее покрытие.

Electrodynamic parameters analysis of the channel divisor on two channels based on the double slot line was carried out by means of nets numerical method from a program Ansoft HFSS. Each this channel is constructed on an unconventional slot line. Channel dividers represent basic elements of the planar and three-dimensional integral schemes in UHF and EHF ranges. Analytical data and physical analysis are presented. Divisor matrix elements numerical values and equivalent scheme are introduced and physical analysis is adduced permitting to construct the best divisor version in the frequency range.

Key words: three-dimensional integrated UHF and EHF schemes, double symmetrical slot line, shield substrate slot line, channel divider, reflecting mirror, compensatory rod, absorbing coating.

Введение. Делители каналов на плоскостных и объёмных интегральных схемах (ОИС) являются одними из многочисленных базовых элементов техники СВЧ и КВЧ. Основными типами линий передачи для ОИС диапазонов СВЧ и КВЧ являются двойная щелевая линия: симметричная [1,2] и несимметрическая [3–5] и щелевая линия с экранирующим основанием (ЩЛЭО) [1–10]. Поперечные сечения используемых линий передачи, а также линии напряжённости электрического поля основных (рабочих) типов волн показаны на рис. 1.

На основе отмеченных щелевых линий строятся многие базовые элементы техники ОИС. Щелевая линия с экранирующим основанием (см.

рис. 1, б) относится скорее к нетрадиционным типам линий передачи, хотя и часто применяемая (например, в качестве основы для гофрированной щелевой линии) [3, 7–9, 11, 12]. Рассматриваемый ниже делитель каналов (далее просто делитель) использует оба типа линий передачи. Общий вид делителя показан на рис. 2, где в идеально проводящих плоскостях 1 и 2 прорезаны щели 5 и 6 так, что ближние края составляют регулярную двойную щелевую линию, а дальние – щелевые линии с экранирующими основаниями. Пространство между плоскостями 1, 2 заполнено идеальным диэлектриком 3 с показателем преломления ϵ .

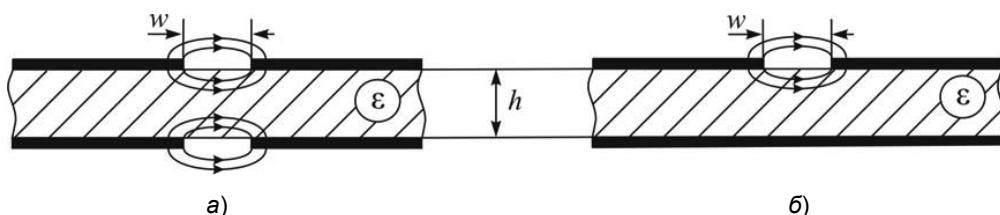


Рис. 1. Поперечные сечения регулярных линий передачи, на которых строится делитель:

a – двойная щелевая линия; б – щелевая линия с экранирующим основанием;

w – ширина щели; h – толщина диэлектрического заполнения;

ε – диэлектрическая проницаемость

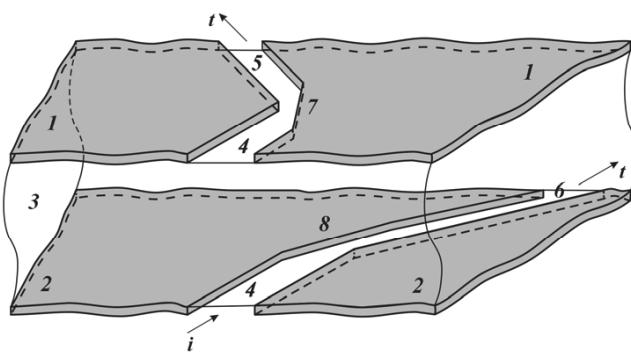


Рис. 2. Общий вид делителя:

1, 2 – проводящие плоскости, составляющие «этаж» ОИС СВЧ; 3 – диэлектрик, заполняющий пространство между плоскостями 1, 2; 4 – входная двойная симметрическая щелевая линия; 5, 6 – выходные щелевые линии с экранирующими основаниями; 7, 8 – «зеркала» в изломах линий 5–6, 4–5

Постановка задачи. Модель. Метод анализа. В основу модели положены уравнения Максвелла с идеальными граничными условиями на металле [13]. Расчётная модель делителя представляет собой экранированную структуру (рис. 3), состоящую из диэлектрической подложки (основания) 3 с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 9,8$ (потери в диэлектрике не учитываются [11–13]), поверхность которой металлизирована медью полуплоскостями 1 и 2, образующими щели. Толщина металлизированных полуплоскостей составляет $t = 0,004$ мкм. Модель имеет следующие геометрические размеры: габаритные размеры $14 \times 18 \times 18$ мм³, расстояние от центра симметричной двойной щелевой линии (СДЩЛ) до центра пересечения щелей

равно 9,2 мм. Конусность модели обеспечивает выходы регулярных (после разветвления) щелевых линий 5 и 6 под прямым углом.

Избранный для анализа диапазон частот от $\Delta F \subset 8–12$ ГГц.

Рассматриваемая модель представляет собой переход от СДЩЛ 4 к двум щелевым линиям 5 и 6 (ЩЛ) с экранированным основанием, расположенным друг от друга на 120° (см. рис. 3). Так как эта модель и все последующие симметричны, то параметры, принадлежащие этим структурам, имеют одинаковые значения на выходах. Поэтому в работе используются характеристики для одного из них. Рабочая электромагнитная волна i , структура которой схематически показана на рис. 1, а, попадая на вход модели 4, достигает области разветвления (область с «зеркалами», скосами 7 и 8) и далее на два выхода, имея конституцию, указанную на рис. 1, б. «Зеркала» предназначены для уменьшения отражения от разветвления линий. На портах (выходах) 5 и 6 установлены абсолютно поглощающие экраны (плоскости $ABCD$ и $BCEF$), обеспечивающие (имитирующие) полу бесконечность выходных линий (см. рис. 3).

Расчёт осуществлялся по программе HFSS Ansoft [14]. В процессе предварительных расчётов показано, что узел разветвления имеет устойчивый ёмкостный характер. Для компенсации был установлен металлический стержень, с компенсирующей индуктивной реактивностью.

Полученные при этих предположениях данные показаны на рис. 4.

На рис. 4 видно, что значения матрицы рассеяния не соответствуют поставленной задаче – разделение мощности ЭМВ происходит на двух выходах непоровну. Эквивалентная схема модели представлена на рис. 5. Кроме того, в диапазонах час-

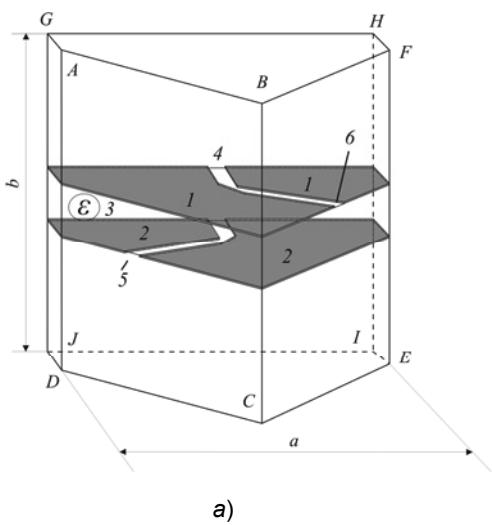
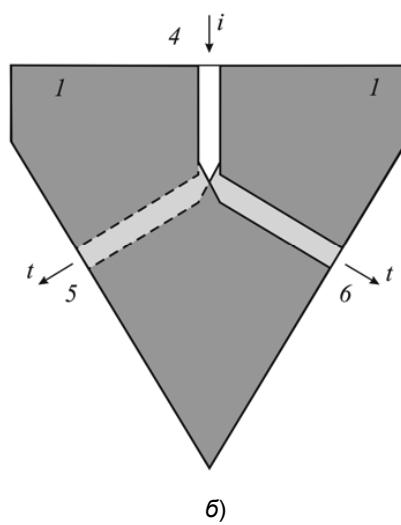


Рис. 3. Расчётная модель делителя:

а – общий вид; б – вид сверху



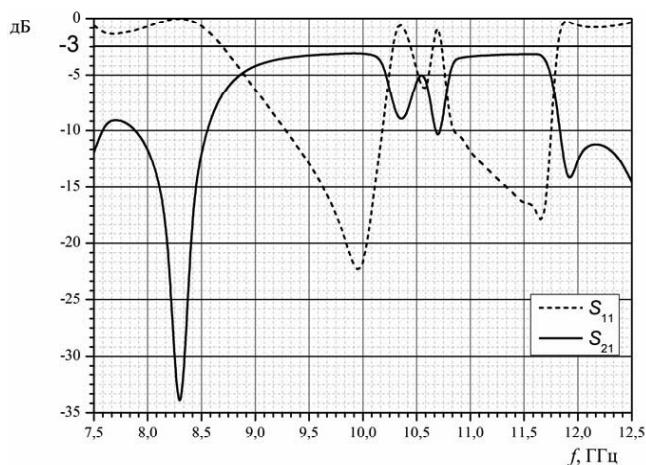


Рис. 4. Данные расчёта по модели делителя без компенсирующей индуктивности

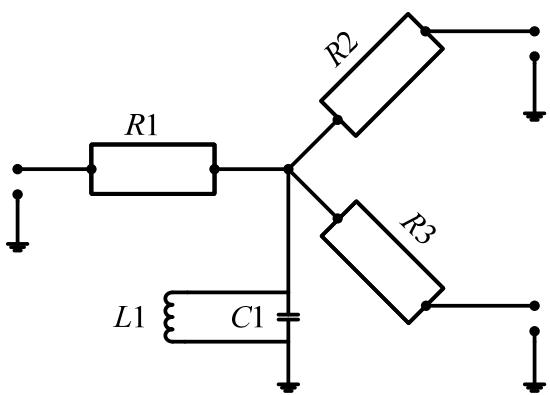


Рис. 5. Эквивалентная схема делителя с компенсирующей индуктивностью $L1$:
R1, R2, R3 – волновые сопротивления сочленяемых линий 4–6 (см. рис. 2).

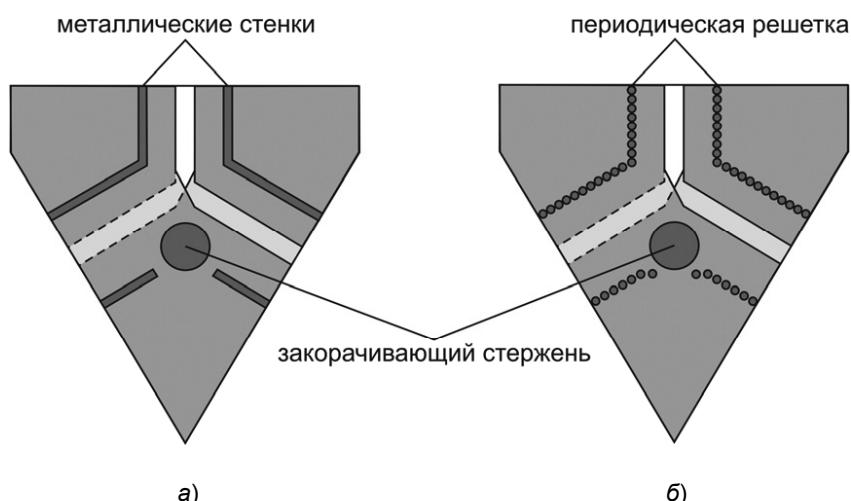


Рис. 6. Модели делителя со сплошной металлической стенкой (а) и с заменой стенки на периодическую решётку из проводников (б)

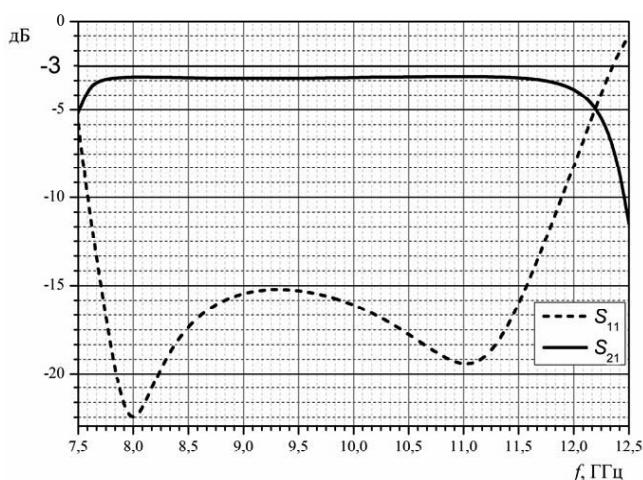


Рис. 7. Итоговая матрица рассеяния делителя при сплошных проводящих стенках

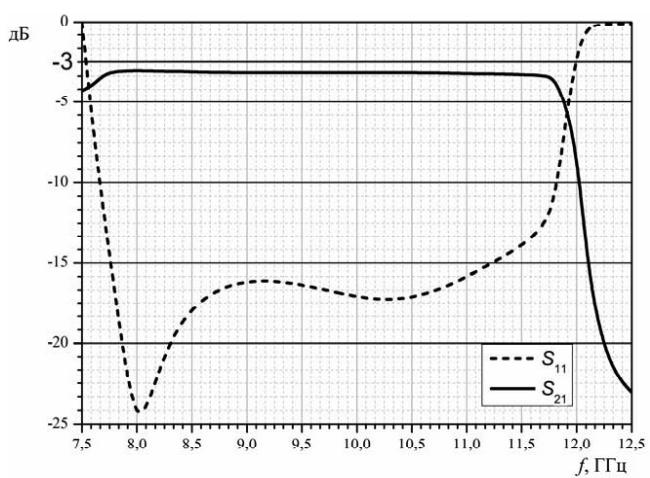


Рис. 8. Итоговая матрица рассеяния делителя при стенках из периодических решёток

тот $f = 8\text{--}9$ ГГц и $f = 10,1\text{--}10,9$ ГГц наблюдаются области явного «резонанса», обусловленные наличием ёмкостной связи (C_1) в области перехода от СДЩЛ к ЩЛ с экранированным основанием.

Очевидно также, что резкая неоднородность в виде узла разветвления линий 4–6 (модель на рис. 3) является возбудителем высших типов волн в этих линиях.

Для устранения «резонансных» явлений и обеспечения одноволнового режима работы в переходную область модели (см. рис. 3, а) вводится медный стержень диаметром 3 мм (компенсирующая индуктивность L_1 , см. рис. 5) для того, чтобы компенсировать ёмкостную связь на расстоянии 2,7 мм от центра пересечения щелей до центра стержня, и устанавливаются медные стенки (рис. 6, а) по обе стороны щелей на расстоянии от центра щели $\lambda_b/4$. Указанные размеры получены в результате проведения серии численных опытов.

При введении в модель (см. рис. 6) элементов с отработанными размерами параметры матрицы рассеяния значительно улучшаются и принимают значения, отображённые на рис. 7.

Для создания устройства (например, по 2 1/2-мерной технологии) рассмотрена модель, представленная на рис. 6, б, где нетехнологические металлические медные стенки заменены на медные стержни диаметром 0,4 мм. Отношение расстояния между стержнями к диаметру стержня (коэффициент заполнения периодической решётки) равно 0,85. Отношение периода решётки к длине волны верхнего значения частотного диапазона равно 0,02. Закорачивающий медный стержень диаметром 2,5 мм в модели устанавливается на расстоянии 3,6 мм от центра пересечения щелей до центра стержня, обеспечивая тем самым наилучшие параметры матрицы рассеяния (рис. 8).

На рис. 9 показано распределение напряжённости электрического поля основных рабочих волн делителя. На входе 4 (см. рис. 3, а) приведено распределение напряжённости электрического поля (в плоскости $GHIJ$), а также на выходах 5, 6 (плоскости $ABCD$ и $BFEC$ на рис. 3, а).

Выводы. Изучены свойства делителя, вход которого представляет собой двойную щелевую линию, а выход — две «нетрадиционные» щелевые линии. Делитель является одним из элементов объёмных интегральных схем СВЧ и КВЧ. Построена расчётная модель делителя с учётом влияния узла разветвления линий и образования высших типов линий. Для этого установлен закорачивающий стержень и введены «стенки» из периодической структуры проводников. Методом численных опытов определены наилучшие (оптимальные) геометрические размеры элементов делителя. Получены удовлетворительные численные данные по элементам матрицы рассеяния в заданном диапазоне частот.

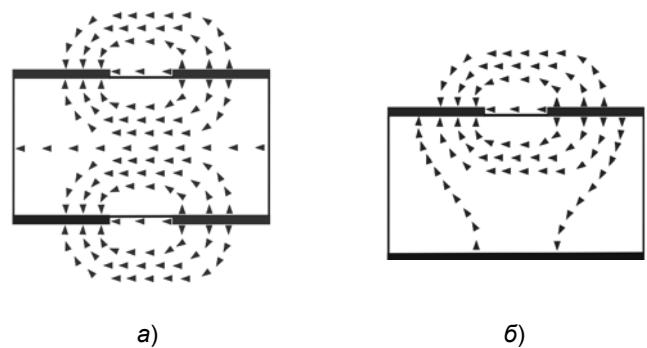


Рис. 9. Распределение напряжённости электрического поля на входе делителя (а) и на выходах (б)

Библиографические ссылки

1. Клюев С.Б., Нефёдов Е.И. Согласующий переход между несимметричными щелевой и рёберно-диэлектрической линиями // Автоматизация и современные технологии, 2010. № 8. С. 3–6.
2. Гвоздев В.И., Нефёдов Е.И. Объёмные интегральные схемы СВЧ. М.: Наука, 1985. 256 с.
3. Нефёдов Е.И. Техническая электродинамика: учеб. пособие. М.: ИЦ «Академия», 2008. 410 с.
4. Нефёдов Е.И., Козловский В.В., Згурский А.В. Микрополосковые излучающие и резонансные устройства. Киев: Техника, 1990. 160 с.
5. Клюев С.Б., Нефёдов Е.И., Цзи У. Несимметричная двойная щелевая линия // Физика волновых процессов и радиотехнические системы, 2009. Т. 12. № 4. С. 44–51.
6. Гридин В.Н., Нефёдов Е.И., Черникова Т.Ю. Электродинамика структур крайне высоких частот. М.: Наука, 2002. 359 с.
7. Неганов В.А., Нефёдов Е.И., Яровой Г.П. Электродинамические методы проектирования устройств СВЧ и антенн. М.: Радио и связь, 2002. 416 с.
8. Неганов В.А., Нефёдов Е.И., Яровой Г.П. Полосково-щелевые структуры сверх- и крайне высоких частот. М.: Наука, 1996. 304 с.
9. Неганов В.А., Нефёдов Е.И., Яровой Г.П. Современные методы проектирования линий передачи и резонаторов сверх- и крайне высоких частот: учеб. пособие. М.: Педагогика Пресс, 1998. 328 с.
10. Нефёдов Е.И., Фиалковский А.Т. Полосковые линии передачи: электродинамические основы автоматизированного проектирования интегральных схем СВЧ. М.: Наука, 1980. 312 с.
11. Нефёдов Е.И. Устройства СВЧ и антенны: учеб. пособие. М.: ИЦ «Академия», 2008. 378 с.
12. Нефёдов Е.И. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства: учеб. пособие. М.: ИЦ «Академия», 2010. 320 с.
13. Кисунько Г.В. Электродинамика полых систем. Л.: Изд-во ВКАС, 1949. 426 с.
14. Курушин А.А., Титов А.П. Проектирование СВЧ структур с помощью HFSS: учеб. пособие. М.: МИЭМ, 2003. 176 с.

УДК 004.421

Т.О. Перемитина, канд. техн. наук (Институт химии нефти СО РАН, г. Томск)

peremitinat@mail.ru

АЛГОРИТМЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТАВА И СВОЙСТВ НЕФТИ

Рассмотрена методология прогнозирования состава и свойств нефти новых месторождений, основанная на применении статистических методов в сочетании с методами пространственного анализа. Описана структура программного комплекса, реализующего данную методологию. С использованием метода главных компонент определён набор информативных геохимических параметров, обеспечивающих решение задач анализа и прогноза свойств нефти.

Ключевые слова: статистические методы, метод главных компонент, геоинформационные технологии, прогнозирование, программный комплекс, свойства нефти.

Prediction methodology of the petroleum composition and characteristics from new oil-field based on the application of the statistical method in combination with spatial analysis methods is considered. Program complex structure implementing this methodology is described. Through the use of principal components method informative geochemical parameters set is defined that provide the tasks decision of the petroleum characteristics analysis and prediction.

Key words: statistical methods, principal components method, geoinformational technology, prediction, program complex, petroleum characteristics.

Введение. При поиске новых месторождений нефти и газа в малоосвоенных районах важное значение приобретает прогнозирование свойств и состава углеводородного сырья. Для решения данной задачи необходимо изучение закономерностей формирования и размещения нефтегазоносных месторождений.

На современном этапе для построения моделей прогноза применяются различные методы, основанные на экспертных оценках. В ряде случаев прибегают к разработке «сценариев развития», морфологическому анализу, историческим аналогиям. Большие возможности для прогнозирования имеют имитационные модели [1]. Однако, как показывает мировая практика, при прогнозировании состава и физико-химических свойств нефти преобладают статистические методы, позволяющие формально оценить и проводить корректировку обнаруженных статистических характеристик, сравнительный анализ и точность прогноза [2].

Точность процесса прогнозирования, опирающегося на статистические методы, зависит от объёма выборки объектов исследования, степени их изученности и убывает по мере детализации работ. С ростом изученности исследуемой территории создаются предпосылки для применения детерминированных моделей.

Анализ отечественных и зарубежных разработок показал, что в настоящий момент существующие программные пакеты и методики прогнозирования состава и свойств нефти основаны на малых объёмах данных, охватывающих небольшие территории. Поэтому основу проведения ис-

следований закономерностей состава и свойств углеводородного сырья составила созданная в Институте химии нефти СО РАН база данных по физико-химическим свойствам нефти, включающая описание более 18 200 образцов [3].

Обзор наиболее доступных статистических пакетов (Statistica, Matlab, Mathcad, SPSS, STADIA и др.) показал, что данные пакеты предлагают исследователям избыточные возможности, затрудняют процесс освоения, а также не являются свободно распространяемыми [4].

Таким образом, необходимо разработать алгоритм прогнозирования состава и свойств углеводородного сырья, позволяющий не только анализировать многомерные характеристики нефти с применением статистических методов, но и учитывать пространственные свойства нефти с помощью геоинформационных систем (ГИС).

Алгоритм прогнозирования. Практика показывает, что с ростом количества параметров, описывающих состав и свойства нефти, возрастает число «пустых» значений, например, из-за пропусков в их регистрации. Поэтому на первом этапе статистического анализа желательно устраниТЬ «пропуски». Для этого существуют специальные приёмы, в частности, вычёркивание соответствующих образцов нефти или занесение средних значений вместо отсутствующих, что снижает достоверность дальнейших результатов и влияет на объём выборки. Анализ существующих методов показал, что наибольшую точность вычисляемых значений по сравнению с другими методами, работающими с восстановлением пропущенных

данных, можно получить методом ZET, который и был включён в алгоритм как первый этап проведения статистического анализа многомерных данных о нефти. Далее для оценки вида, формы и силы связи между параметрами объектов исследования необходимы методы регрессионного и корреляционного анализов.

Известно, что совместное применение статистического метода главных компонент (МГК) с другими методами анализа многомерных данных позволяет получить более точную информацию об объектах исследования и выполнить их простое геометрическое отображение в пространстве меньшей размерности. Рассмотрим коротко основную идею МГК.

При измерении нормально распределённых параметров, которые определённым образом коррелированы, N наблюдений разместится в пространстве в виде «облака» точек вокруг общего центра тяжести. «Облако» в общем случае имеет форму эллипсоида с главными осями, пересекающимися в центре тяжести. Самый длинный диаметр овального тела является первой главной осью ГК_1 , а второй ГК_2 – самый длинный диаметр в плоскости, ортогональной к первой оси и проходящей через центр тяжести.

Основная идея МГК состоит в переходе к новой системе координат, совпадающей с главными осями эллипсоида. Главные компоненты, несущие малую информативную нагрузку, не рассматриваются. Таким образом, МГК заключается в нахождении новых, независимых друг от друга переменных меньшей размерности.

Однако применение только статистических методов не позволяет учитывать пространственные свойства объектов исследования. Поэтому предложена схема построения модели прогноза, позволяющая учитывать не только физико-химические свойства, значения геохимических параметров, но и пространственные свойства углеводородного сырья с использованием ГИС (рис. 1).

При пространственном анализе предполагается разделение всех объектов исследования на однородные группы с использованием геоинформационных средств и цифровых тематических карт [5], каждая из которых отражает определённые пространственные свойства объектов. Наложение нескольких карт позволяет получить более точные результаты пространственного анализа. В результате наложения выявляются зоны перекрытия ис-

следуемых областей, на основании которых можно разделять объекты на однородные группы.

В предлагаемой методологии статистический анализ включает следующие этапы:

восстановление «пропущенных» значений с применением ZET-метода;

проведение регрессионного анализа (оценивается и исследуется вид и форма стохастической связи);

проведение корреляционного анализа (оценивается сила стохастической связи);

нахождение собственных значений и векторов ковариационной матрицы методом вращения Якоби;

вычисление ГК;

вычисление информативности каждой главной компоненты в общей дисперсии;

анализ информативности всех ГК в общей дисперсии и переход в пространство первых двух ГК_1 и ГК_2 ;

вычисление проекций исходных наблюдений (нагрузок) на ГК_1 и ГК_2 ;

классификация с применением метода максимального правдоподобия в пространстве ГК_1 и ГК_2 ;

построение прогностической модели.

Программная реализация алгоритма прогнозирования. На основе предложенной схемы анализа данных разработан программный комплекс (рис. 2), включающий модули интерфейсов, пространственного и статистического анализа, графического отображения [6].

Модуль интерфейсов позволяет осуществить взаимодействие между такими разнородными частями системы, как модуль пространственного анализа и модуль статистического анализа.

Модуль пространственного анализа данных включает подготовку атрибутивной таблицы, отображение объектов на различных цифровых картах, выявление пространственных особенностей объектов.

Модуль статистического анализа реализует алгоритмы регрессионного и корреляционного анализа, методов главных компонент и максимального правдоподобия.

Модуль графического отображения включает графическое отображение объектов исследования в пространстве ГК_1 и ГК_2 , графическое представление нагрузок на ГК_1 и ГК_2 , векторное представление нагрузок в пространстве ГК_1 и ГК_2 .



Рис. 1. Схема анализа данных

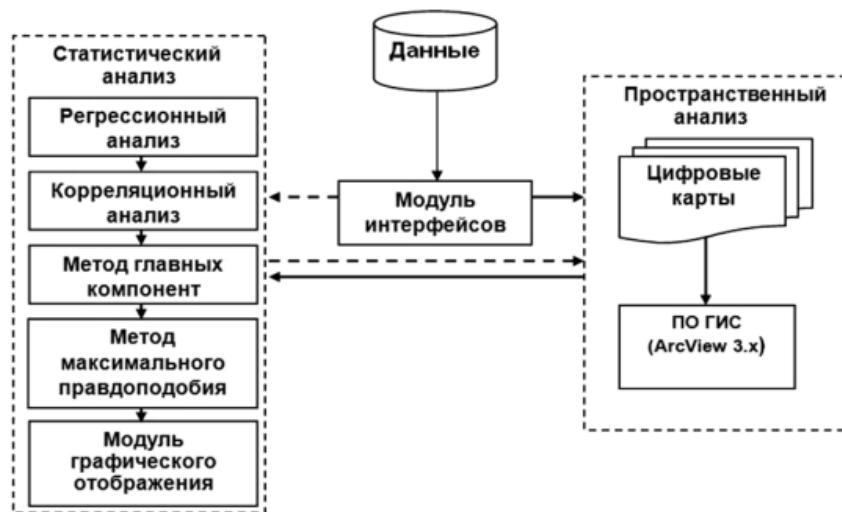
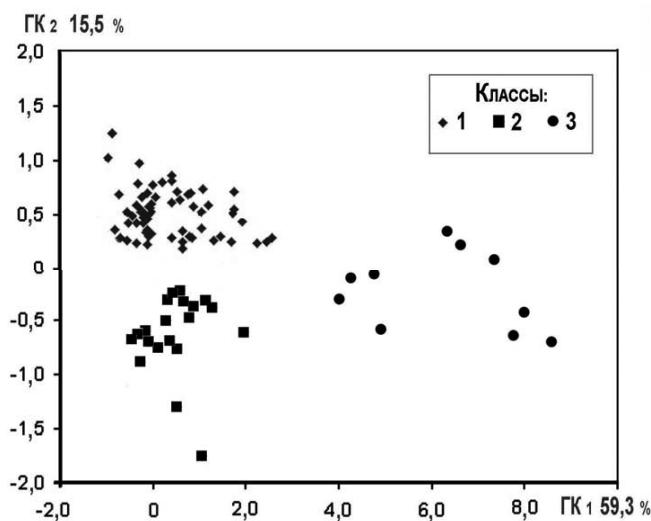


Рис. 2. Структура программного комплекса

Практическое применение программного комплекса. Разработанный программный комплекс апробирован на данных о геохимических параметрах органического вещества (ОВ) пород отдельных горизонтов средней юры Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции [7].

На первом этапе проводился статистический анализ данных с применением регрессионного, корреляционного и компонентного анализов.

Исходное многомерное пространство признаков спроектировано в двухмерное пространство двух главных компонент (ΓK_1 и ΓK_2), так как они описывают в сумме 74,8 % исходной информации, остальные ГК отбрасываются как малозначимые.

Рис. 3. Результат классификации в пространстве ΓK_1 и ΓK_2

На рис. 3 показано распределение объектов исследования в двухмерном пространстве главных компонент. На втором этапе проведена классификация объектов исследования с применением метода максимального правдоподобия. Результат классификации, где все объекты разделились на три класса, приведён на рис. 3. Интерпретация полученных классов позволила ОВ пород разделить на три группы согласно классификации: класс 1 – гумусовое ОВ, класс 2 – сапропелевое и класс 3 – термически сильно преобразованное.

Пространственный анализ полученных групп позволил исследовать закономерности распределения ОВ различных типов (рис. 4).

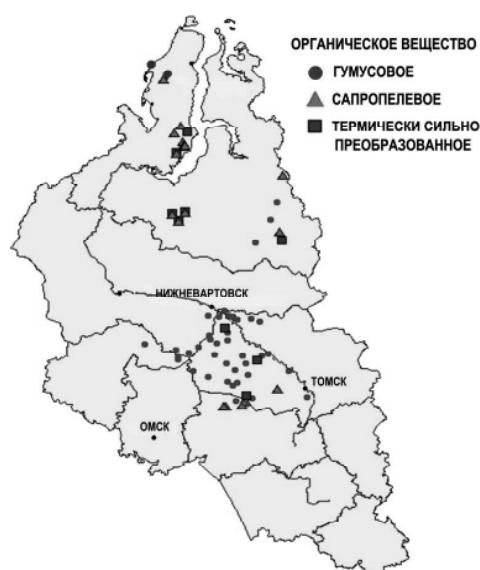


Рис. 4. Отображение результатов пространственного анализа

Установлено, что ОВ средней юры гумусового характера распределены по всей территории Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, сапропелевого типа – в пределах полуострова Ямал, Надымской и Бакчарской впадин, а также на северо-востоке и юге Западной Сибири. Наиболее преобразованные разности ОВ – на севере и в пределах Колтогорского прогиба.

Анализ нагрузок на ГК₁ и ГК₂ позволил определить набор геохимических параметров минимальной размерности, обеспечивающих решение задач прогноза с допустимой надёжностью и точностью. Результаты компонентного анализа показали, что для описания корреляционных связей между образцами достаточно четырёх наиболее значимых показателей, причём значения их нагрузок на ГК₁ и ГК₂ являются весовыми коэффициентами в уравнениях модели прогноза.

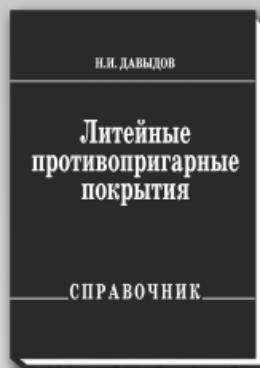
Заключение. Разработан алгоритм прогнозирования состава и свойств нефти, основанный на использовании методов статистического и пространственного анализов объектов исследования. На его основе разработан программный комплекс автоматизированного прогнозирования состава и свойств нефти новых месторождений.

Программный комплекс использован для анализа данных о геохимических параметрах органического вещества пород отдельных горизонтов средней юры Западно-Сибирской нефтегазонос-

ной провинции. Методы статистического анализа позволили разделить все образцы ОВ на три класса и определить их основные информативные характеристики. Пространственный анализ средствами ГИС позволил исследовать закономерности распределения ОВ различных типов.

Библиографические ссылки

1. Ткачёв Ю.А., Юдович Л.Э. Статистическая обработка геохимических данных. М.: Наука, 1986. 123 с.
2. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. М.: Статистика, 1977. 198 с.
3. База данных «химия нефти и газа» [Электронный ресурс]. URL: <http://enfit.ipc.tsc.ru/base1.htm> (дата обращения: 18.10.2010).
4. Краткий обзор некоторых статистических пакетов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.quality-life.ru/metodologiya01.php> (дата обращения: 18.10.2010).
5. Коновалова Н.В., Капралов Е.Г. Введение в ГИС. М.: ООО «Библион», 1997. 160 с.
6. Перемитина Т.О. Программный комплекс для анализа многомерных данных на основе сочетания метода главных компонент и геоинформационных технологий // Информационные технологии. 2005. № 5. С. 40–43.
7. Перемитина Т.О., Полищук Ю.М., Серебренникова О.В., Лучкова С.О., Семыкина Д.А. Вопросы анализа данных о нефтях и органическом веществе пород на основе статистических методов. Мат. VII Межд. конф. «Химия нефти и газа». Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2009. С. 166–168.



ЛИТЕЙНЫЕ ПРОТИВОПРИГАРНЫЕ ПОКРЫТИЯ: справочник

Н.И. Давыдов

2009. – 240 с.: ил. ISBN: 978-5-94275-438-9

Цена 440 р.

Систематизирован практический материал по литейным противопригарным покрытиям, используемым для получения качественных отливок.

Рассмотрена природа пригара (наиболее распространенного дефекта отливок) и дано обоснование эффективности применения покрытий как средства предотвращения указанного дефекта.

Описаны свойства покрытий и методы их испытаний, а также некоторые сведения о современных приборах и оборудовании, в том числе используемых за рубежом. Представлены справочные данные об исходных материалах и составах покрытий, рекомендуемых для изготовления в условиях потребителя, а также о марках, свойствах и области применения промышленно выпускаемых противопригарных композиций. Приведены сведения о покрытиях, используемых за рубежом. Даны необходимая информация, касающаяся оборудования для изготовления покрытий, а также технологии их нанесения и отверждения.

Для инженерно-технических работников литейного производства, может быть полезен аспирантам и студентам.



УДК 338.24.01 ББК 65.291-983

С.Ю. Ерошкин, канд. экон. наук, доц., **Е.Р. Михалко**, канд. экон. наук
(ФГОБУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве РФ», г. Москва)

erosserg@mail.ru

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ АНАЛИЗА ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Рассмотрена методология анализа инновационного потенциала и экономической безопасности промышленных предприятий, построенная на совместном применении двух методов – наблюдение основных макроэкономических показателей и сравнение их с пороговыми значениями и экспертной оценкой для ранжирования инновационных проектов по уровням рисков и угроз и перспективам развития технологий

Ключевые слова: экономическая безопасность, инновационный потенциал, метод, промышленные предприятия, проект.

Analysis methodology of the industrial enterprises innovative potential and economic safety is considered that was built on the two methods combined application: fundamental macroeconomic indices observation and theirs comparison with threshold values and expert valuation for innovative projects rating by risks and threats level and technology progress prospect.

Key words: economic safety, innovative potential, method, industrial enterprises, project.

В условиях финансового кризиса первоочередной целью экономической политики является формирование эффективной системы экономической безопасности, способной обеспечить стабильное функционирование национальной экономической системы и нейтрализацию внешних угроз, инициировать процесс инновационного развития. Проблемы экономической безопасности возникают перед каждым предприятием не только в кризисные периоды, но и при устойчивой экономической среде.

Субъекты хозяйственной деятельности функционируют в условиях неопределённости, динамики и высокой сложности окружающей среды. Увеличение объёмов информации, усложнение управлеченческих задач, необходимость учёта внешних и внутренних факторов приводят к необходимости применения экономико-математических и современных информационных технологий в процессах принятия решений, формирования системы управления инновационным развитием. Главная цель обеспечения экономической безопасности промышленных предприятий состоит в том, чтобы гарантировать их стабильное и максимально эффективное функционирование в текущем периоде и высокий потенциал развития в будущем.

В литературе выделены три важнейших компонента внутренней структуры экономической бе-

зопасности: экономическая независимость; стабильность и устойчивость; способность к саморазвитию и прогрессу.

Экономическая независимость позволяет контролировать ресурсы, обеспечивать конкурентоспособность промышленных предприятий на внутреннем и внешнем рынках. Стабильность и устойчивость характеризуют прочность и надёжность элементов, вертикальных, горизонтальных и других связей внутри предприятия, способность противостоять внутренним и внешним угрозам. Третий компонент – способность к саморазвитию и прогрессу – очень важен в современной динамично развивающейся мировой экономике. Формирование и развитие инновационного потенциала, создание благоприятного инвестиционного климата, повышение качественного уровня работников становятся обязательными условиями устойчивости и развития хозяйственной деятельности. Все три компонента представляют категорию «экономическая безопасность» [1].

Инновационный потенциал – это, по сути, ключевой элемент экономической безопасности промышленных предприятий.

Методология исследования любого научного направления представляет собой систему знаний об общих методах анализа и аргументирования утверждений, методов построения научных сис-

тем и их связей с другими системами; особенностях отдельных научных систем, категориальном аппарате, частных методах, используемых в различных областях знаний.

В статье рассмотрена разработка методологии учёта и оценки инновационного потенциала на основе изучения процессов формирования, развития и использования инновационного потенциала промышленного предприятия. Основная цель диагностики инновационного потенциала – выработка конкретных практических рекомендаций по стимулированию инновационного развития, как на уровне отдельного промышленного предприятия, так и на уровне национальной экономики.

В литературе для анализа экономической безопасности промышленных предприятий используются методы, которые можно представить в виде четырёх групп:

1. Наблюдение основных макроэкономических показателей и сравнение их с пороговыми значениями (это самый популярный метод, который использовался в работах [2–4]).

2. Метод экспертной оценки для ранжирования инновационных проектов по уровням рисков, угроз и перспективам развития технологий.

3. Аналитическая оценка темпов экономического роста государства по основным макроэкономическим показателям и динамика их изменений.

4. Методы прикладной математики и, в частности, многомерного статистического анализа.

Вместе с тем следует отметить, что в экономике нет общепризнанных методов оценки экономической безопасности, поэтому экономическую безопасность как комплексную категорию следует определять с помощью интегральных показателей или интегральных оценок, рассчитанных на базе частных оценочных показателей. Наиболее целесообразным для анализа инновационного потенциала промышленных предприятий представляется совместное использование первых двух групп методов.

Для получения содержательной информации о целях инновационных проектов, ожидаемых результатах и их характеристиках необходима соответствующая организация диагностики инновационного потенциала, а также количественный анализ полученной информации, оценка её достоверности и ранжирование. Например, прогнозирование перспективных, разрабатываемых и осваиваемых инноваций включает анализ технологического потенциала отраслей, оценку рейтинга технологий в отраслях и инновационных проектов по трём основным критериям: значимость и актуальность, инвестиционная привлекательность, коммерческий потенциал.

Результаты диагностики инновационного потенциала промышленного предприятия позво-

ляют выбрать инновационные проекты и выработать соответствующую стратегию развития хозяйственной деятельности.

Метод наблюдения основных макроэкономических показателей и сравнение их с пороговыми значениями. Реализация стратегии экономической безопасности невозможна при отсутствии обоснованных количественных и качественных параметров (пороговых значений) функционирования системы, превышение которых создаёт угрозу экономической безопасности. Критерий экономической безопасности представляет собой оценку финансово-экономического состояния предприятия с точки зрения основных процессов, воспроизводящих сущность экономической безопасности. Критерий не является прямым руководством к действию, поэтому необходим комплексный подход к его корректировке и реализации в соответствии с периодической перестройкой инновационного потенциала, созданием новых хозяйственных механизмов, организационных структур управления.

Пороговые значения – это предельные величины (a_i), превышение значений которых замедляет развитие воспроизводящих элементов предприятия, приводит к формированию отрицательных разрушительных тенденций. Пороговые значения индикаторов призваны сигнализировать о приближении критического состояния экономической безопасности и необходимости изменения стратегии её обеспечения. Следовательно, множество показателей, по которым определены пороговые значения, выступают системой показателей экономической безопасности.

Диапазон значений индикаторов экономической безопасности (k_n), где $k_n \in [0; 1]$, можно представить в виде:

$k_n \rightarrow 1$ – идеальное состояние;

$a_i < k_n \leq 1$ – нормальное состояние;

$k_n = a_i$ – пороговое значение – предкризисное состояние;

$0 < k_n \leq a_i$ – кризисное состояние;

$k_n \rightarrow 0$ – критическое состояние.

Учитывая специфику промышленного предприятия, в соответствии с фактическими и нормативными значениями показателей, величиной их отклонения от пороговых значений индикаторов экономической безопасности состояние любого предприятия можно характеризовать как:

нормальное, если значения индикаторов экономической безопасности находятся в пределах пороговых значений экономической безопасности;

предкризисное, если хотя бы один из множества значений индикаторов переходит пороговое значение экономической безопасности, либо несколько показателей стремятся к своим пороговым значениям;

кризисное, если значения основных индикаторов переходят пороговое значение экономической безопасности и появляются признаки частичной утраты инновационного потенциала вследствие исчерпания ресурсов;

критическое, если значение индикатора стремится к нулю и свидетельствует о частичной (полной) утрате инновационного потенциала.

Роль анализа экономической безопасности значительно возрастает в условиях трансформации социально-экономической среды. Основные цели диагностики:

оценка состояния и динамики развития предприятия;

выявление деструктивных тенденций в процессе развития инновационного потенциала;

определение причин, источников, характера и интенсивности воздействия неблагоприятных факторов на инновационный потенциал;

прогнозирование последствий воздействия неблагоприятных факторов на инновационный потенциал предприятия;

анализ сложившейся ситуации и тенденций её развития, разработка мероприятий по предотвращению угроз системе.

Диагностика уровня экономической безопасности по системе показателей в отдельных случаях должна учитывать типичные отраслевые особенности предприятий, а пороговые значения показателей следует определять с учётом периодов развития экономики. Набор оценочных показателей должен включать не только показатели-критерии, но и дополнительные аналитические показатели, образующие цельную картину состояния системы. Критические значения индикаторов являются количественными параметрами, описывающими рубеж между безопасной и опасной зонами в различных направлениях хозяйственной деятельности предприятия.

Процесс анализа экономической безопасности базируется на непрерывности наблюдения за состоянием предприятия с учётом фактического состояния инновационного потенциала и тенденций его развития, а также общего состояния экономики, политической обстановки и действия других общесистемных факторов.

Метод экспертной оценки используется для получения содержательной информации о состоянии и структуре инновационного потенциала и включает четыре основных этапа:

сбор предложений по решению научных проблем и формирование исходных списков данных по интересующим направлениям;

формирование экспертных комиссий по интересующим направлениям;

выбор критериев оценки проектов (прогнозных решений);

оценка проектов по выбранным критериям и их ранжирование для последующего обсуждения и принятия окончательного решения.

Необходимо отметить, что прямых и однозначных методов оценки достоверности и качества экспертной информации не существует, поэтому используются косвенные методы, такие как строгий отбор экспертов, оценка согласованности их мнений и др.

После определения целей и этапов экспертизы формируется рабочая группа по проведению опросов, состоящая из руководителя работ и группы аналитиков, которые непосредственно занимаются обработкой экспертных оценок.

Формирование исходных списков инновационных проектов. Рабочая группа организует сбор научных предложений по представлению специалистов научно-исследовательских институтов, вузов и других учреждений. Полученные предложения распределяются по определённым направлениям.

Информация об инновационных проектах должна отражать следующие позиции: наименование проекта, разработчики проекта, решаемые задачи, краткая аннотация с ретроспективным анализом проблемы, особенности методики и основные научные характеристики, планируемый период реализации.

Отбор экспертов. При формировании состава экспертных комиссий по определённым направлениям необходимо учитывать такие факторы, как профессиональный уровень и авторитет в научной области; опыт научной деятельности; авторитет в научной среде. Кроме того, группа не должна состоять из представителей одной узкой специальности, одной научной школы или одного учреждения. Большую роль в оценке компетентности эксперта может сыграть анкета, содержащая персональные, профессионально-квалификационные данные и информацию об области научных интересов.

Подготовка экспертизы начинается с создания рабочей группы. Руководителем группы, ответственным за решение проблемы, является начальник соответствующего департамента компании. Далее в рабочую группу должны входить ведущие специалисты компании и отраслевых институтов по данной проблематике. Рабочая группа формирует вспомогательную группу экспертизы, в которую включаются специалисты, занимающиеся непосредственно подготовкой экспертизы, сбором и обработкой экспертных суждений.

В качестве методического подхода к решению задачи *формирования критерии оценки инновационных проектов* наиболее часто используется *метод аддитивной либо мультипликативной свёртки* с признаком весов значимости критериям на различных уровнях иерархии. Подобная структура поз-

воляет на каждом уровне и в каждой группе близких по смыслу критериев осуществлять отбор, ранжирование и оценивать их приоритетность.

Структура системы критериев представляет собой двухуровневое иерархическое дерево, на верхнем уровне которого находятся группы однотипных критериев, отвечающих различным целям оценивания. Нижний уровень дерева определяют непосредственно сами критерии, по которым эксперты оценивают проекты. Критериально-целевая система оценивания формируется рабочей группой. По каждому критерию используется качественная балльная шкала из небольшого числа градаций. Это, с одной стороны, облегчает работу эксперта, а с другой – повышает надёжность и обоснованность получаемых оценок.

При использовании балльной шкалы имеются определённые аспекты, которые часто не учитываются:

отсутствуют ответы на весь спектр вопросов, относящихся к данному показателю;

балл может привязываться к номеру ответа среди прочих, в связи с чем наименьший балл становится равным 1;

для отдельных вопросов необходим ответ с числом градаций, отличных от остальных.

Преобразование для всех показателей, после которого могут сравниваться показатели, полученные различными методиками, называется нормировкой.

При нормировке балльной шкалы необходимо принять $x = Q$, где Q – сумма набранных баллов по полученным ответам, а не по заданным вопросам. Соответственно, Q_{\max} и Q_{\min} – максимальная и минимальная суммы баллов, которые можно набрать в результате полученных ответов.

Линейное преобразование нормировки в общем виде имеет следующий вид:

$$y(Q) = \frac{a - a_{\min}}{a_{\max} - a_{\min}},$$

где a_{\max} , a_{\min} – наименьшее и наибольшее значения баллов.

Если предполагать, что увеличение значения a описывается как увеличение выраженности качества A , и как убывание степени некоторого другого качества B , то нормированной мерой качества B может служить разность $y(Q)' = 1 - y(Q)$.

В случае, когда градации шкалы для всех вопросов одинаковы, то число V – это число ответов, за которые начислены баллы. Тогда формула, приведённая выше, запишется в виде

$$y(Q) = \frac{Q - Na_{\min}}{N(a_{\max} - a_{\min})}.$$

При этом функция $y(Q)$ изменяется от 0 до 1. Границы $y(Q) = 0$ функция достигает при всех ответах, равных a_{\min} , а границы $y(Q) = 1$ – при всех ответах, равных a_{\max} .

Для нормировки балльного показателя значений $[-1; 1]$ следует использовать формулу

$$y(Q) = \frac{2Q - N(a_{\max} + a_{\min})}{N(a_{\max} - a_{\min})}.$$

При отборе проектов для лучшей дифференциации целесообразно определить относительную важность или приоритетность критериев как на уровне групп, так и отдельно внутри каждой группы. Для этого применяется разработанная информационная технология экспертных исследований, опирающаяся на математический аппарат анализа и обработки суждений эксперта.

Первым этапом идентификации критериально-целевой структуры научно-технологического развития промышленного предприятия является построение дерева целей – агломеративной иерархической структуры целей, подцелей и критериев деятельности.

Анализ ситуации на основе обобщения известных подходов позволяет предложить достаточно простую процедуру решения этой задачи. Рассмотрим описание методики работы с экспертами.

1. Реализуем подготовительный этап экспертизы. Для этого образуется инициативная группа по проведению экспертного опроса, в которую могут входить руководитель работ, ответственный за решение проблемы, эксперты и аналитики. В задачу последних входит подготовка и проведение экспертизы, а также её математическое обеспечение (анализ и обработка информации).

2. Инициативная группа определяет глобальные цели исследования (создание либо модернизацию технологии) и основные факторы, характеризующие степень достижения этих целей. Далее группа вырабатывает так называемые базовые или первоначальные списки элементов на каждом уровне иерархии создаваемого дерева целей. При этом выявляются связи «сверху → вниз» между элементами различных уровней.

3. Поскольку базовые списки могут быть где-то неполными, а где-то избыточными, следующий этап экспертизы состоит в формировании расширенной экспертной комиссии, в которую в индивидуальном порядке передаются подготовленные списки.

4. Работа эксперта со списками заключается в том, что он может добавить или исключить какие-то элементы в списках, после чего скорректированные списки передаются аналитикам для обобщения и анализа.

5. Ввиду того что несогласованность суждений экспертов неизбежна, для выработки и принятия

окончательного решения целесообразно собрать всех экспертов за «круглым столом», чтобы обсудить все спорные моменты.

Здесь может возникнуть ситуация, когда за один тур обсуждения не удаётся прийти к единому мнению по каким-то вопросам. Поэтому следует провести повторные туры по методу «Дельфи» [5], пока не будет найдено взаимоприемлемое решение. Как правило, определённые трудности по согласованию мнений возникают на нижних уровнях дерева (критерии и показатели), поэтому имеет место избыточность элементов. Значит, необходимо исследовать списки на избыточность с помощью специальных математических методов визуализации данных и снижение размерности. Эти исследования необходимы еще и потому, что в основе реализации второго этапа идентификации критериально-целевой структуры (определении весов приоритетности целей и критериев) лежит метод парных сравнений. Трудозатраты экспертов при исследовании данного метода существенно зависят от количества оцениваемых объектов.

Методы снижения размерности пространственных критериев основаны на переходе от большего числа k исходных критериев f_1, \dots, f_k к существенно меньшему числу информативных переменных y_1, \dots, y_m , $m < k$. В качестве исходной информации принимается матрица измерений критериев в экспериментальных точках.

В общем виде задача снижения размерности ставится в виде задачи оптимизации: необходимо определить такой набор переменных $\bar{y} = (y_1, \dots, y_m)$ из класса допустимых преобразований критериев $\bar{f} = (f_1, \dots, f_m)$, при котором достигает максимума выбранная мера информативности $I_m(\bar{y})$.

Конкретный набор меры I_m и класса допустимых преобразований приводит к различным методам снижения размерности методом факторного анализа, главных компонент, многомерного шкалирования и дискриминантного анализа [6].

Однако снижение размерности критериального пространства происходит не за счёт исключения части критериев из исходного набора \bar{f} , а за счёт использования меньшего числа новых латентных переменных \bar{y} , которые являются функциями от \bar{f} и плохо поддаются интерпретации.

Поэтому целесообразно использовать метод, позволяющий снизить размерность, оставаясь в той же системе критериев, т. е. перейти к системе f_{i1}, \dots, f_{im} , наилучшим образом прогнозирующих оставшиеся $|k-m|$ критериев. Такая система критериев получается в результате решения оптимизационной задачи $I_m \rightarrow \max$. Здесь мерой информации служит функционал:

$$I_m = \sum_{q=m+1}^k R_{iq},$$

где R_{iq} – множественный коэффициент корреляции, характеризующий тесноту связи i_q -го критерия с совокупностью f_{i1}, \dots, f_{im} .

Таким образом, процедура выбора информативных критериев позволяет снизить размерность дерева целей и применять на втором этапе идентификации метод парных сравнений.

Рассматриваемая задача определения приоритетности целей и критериев в виде весов в теории экспертных оценок относится к классу задач количественного оценивания вариантов. Решение этих задач возможно только во взаимосвязи и неразрывно связано с методом и предпосылками, которые исследователь выбирает для решения основной задачи экспертизы.

Обобщённый алгоритм проведения экспертизы: получение исходной информации от экспертов; анализ приемлемости (непротиворечивости) суждений эксперта; агрегирование экспертных оценок и определение результирующих весов приоритетности.

По способам получения экспертной информации можно выделить две основные группы методов: методы непосредственного оценивания приоритетности объектов в некоторой априорно заданной числовой или балльной шкале и методы, использующие информацию о предпочтительности в виде парных сравнений.

Заметим, что между «выходными» данными экспертизы, т. е. видом окончательных оценок, и «входными», которые непосредственно запрашиваются у эксперта, нет взаимно однозначного соответствия. Так, основываясь на ответах типа «лучше ↔ хуже», в которых отражается лишь порядок предпочтения, можно строить количественные оценки предпочтительности. Наоборот, нередки опросы, когда проставляемые экспертом баллы, т. е. некоторые числа непосредственно годятся лишь для ранжирования объектов. При экспертизе используются также вербальные шкалы, парные и множественные сравнения, но все они в конечном счёте направлены на оценивание одного из перечисленных типов.

Наиболее подходящими для рассматриваемой задачи экспертизного оценивания являются парные сравнения, преимущество которых заключается в большей свободе для выражения предпочтений, простоте самой процедуры оценивания с точки зрения эксперта, особенно в ситуации плохой «различимости» объектов. Очевидно, что эксперту легче сравнивать пары объектов, нежели «разместить» на числовой шкале сразу все множество объектов. Отметим ещё одно важное достоинство этого метода. Определённая «избыточность» получаемой информации позволяет анализировать суждения эксперта и тем самым эффективно решать задачу экспертизы.

Недостатком этого метода является сравнительная трудоёмкость процедуры, требующая для упорядочения n объектов проведения сравнений в количестве $\frac{n(n-1)}{2}$.

На практике рекомендуется применять парные сравнения, когда число объектов не превышает 10–15 единиц.

В связи с этим методы, основанные на парных сравнениях, получили большое распространение и часто используются на практике для нахождения весов приоритетности. При этом от эксперта фактически требуется количественная информация о предпочтительности – качественные оценки «лучше ↔ хуже», как отмечалось, не позволяют с точки зрения теории измерений конкретно провести упорядочение объектов на числовой шкале.

Проверка состоятельности индивидуальных предпочтений. Экспертное оценивание проводится тогда, когда объективное измерение невозможно или нецелесообразно. Тем не менее в традиционном представлении проверка состоятельности индивидуального ответа означает его сравнение с некоторым эталоном – «истинной» оценкой или её приближением. Предлагается, например, метод сравнения с групповой средней, которая в этом случае принимается за эталон. Для того чтобы усреднённое мнение экспертов соответствовало «истинному», основная часть экспертов должна давать правильные ответы. Проверить, так ли это на самом деле в конкретной экспертизе, практически невозможно, а провести предварительное тестирование удаётся далеко не всегда.

Главная цель экспертиз – получение некой «объективной» информации о вариантах, причём такая информация не рассматривается как директивная. Исходное соглашение состоит в том, чтобы в качестве «объективной» использовать оценку, которая получена от группы экспертов как равнодействующая их индивидуальных мнений. При этом предполагается, что разумный компромисс между различными точками зрения достижим. В ситуации согласования различных интересов экспертные методы позволяют построить «проект» соглашения, который наиболее близок к исходным позициям всех участников.

Известные в литературе формальные методы определения групповой согласованности наиболее разработаны для проверки экспертных суждений, заданных в виде неметризованных парных сравнений и ранжирований. В первую очередь к ним относится коэффициент конкордации С. Кендалла, свойства которого достаточно полно исследованы в работе [7]. Также имеется ряд аналогичных мер согласования, основанных, главным

образом, на вычислении результирующей матрицы предпочтений:

$$P = (P_{ij}), \quad P_{ij} = \frac{m_{ij}}{m},$$

где m_{ij} – число экспертов, считающих i -й объект предпочтительнее j -го (или приписавших i -у объекту ранг j); m – общее число экспертов.

Последний этап обобщённого алгоритма проведения экспертизы – задача упорядочения или количественной оценки объектов по данным в виде набора индивидуальных ранжировок или матриц парных сравнений [8].

Парные сравнения являются более общим типом экспертной информации, чем упорядочения. Действительно, если задано упорядочение, то определён результат парного сравнения любых двух объектов. Для множества парных сравнений, определяемого упорядочением, выполняется следующее условие: если объект x_i предпочитается объекту x_j , а x_j предпочитается x_l , то x_i предпочитается x_l (это свойство называется транзитивностью), а если, напротив, x_l предпочитается x_i , то говорят, что x_i , x_j и x_l образуют цикл предпочтения. Для парных сравнений общего вида выполнение этого условия не предполагается. Матрицы парных сравнений рассматриваются как исходные данные для построения итогового упорядочения объектов.

Иновационные проекты оцениваются с помощью анонимного анкетирования по всей совокупности критериев. В качестве оценок берутся балльные градации шкал соответствующих критериев. После опроса полученные данные представляют собой набор итоговых таблиц типа «проекты → критерии», которые подлежат математической обработке.

Методология анализа инновационного потенциала промышленных предприятий предполагает использование одновременно нескольких различных методов диагностики для получения более обоснованных результатов.

Таким образом, особенности диагностики инновационного потенциала различных предприятий проявляются главным образом в специфичности определённого объекта и области исследования – процесса обеспечения экономической безопасности. При этом цель диагностики – своевременное обнаружение и предупреждение внешних и внутренних угроз, установление системы критериев и показателей, нахождение их пороговых значений и определение уровней безопасных состояний предприятия.

Указанный подход к методологии анализа инновационного потенциала и перспектив обеспечения экономической безопасности промышлен-

ного предприятия позволяет подробно изучить комплекс факторов, угрожающих экономической безопасности, организовать и провести процесс диагностики, проанализировать последствия изменений условий функционирования внутренней и внешней среды, обосновать принятие управленческих решений.

Библиографические ссылки

1. Михалко Е.Р. Экономическая безопасность потребительской кооперации в условиях инновационного развития // Монография. Иваново: Иван. гос. ун-т, 2009. 340 с.
2. Глазьев С.Ю. Благосостояние и справедливость. Как победить бедность в богатой стране. М.: Б.С.Г.-Пресс, 2003. 192 с.
3. Экономическая безопасность и экономическая политика: учеб. пособие / А.В. Бондарь, В.Н. Ермаш-кевич, С.Н. Князев, Е.Г. Моисеенко [под ред. А.В. Бондаря, С.Н. Князева]. Мн.: БГЭУ, 2007. 423 с.
4. Экономическая безопасность России [под ред. В.К. Сенчагова]. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. 815 с.
5. Львов Д., Дементьев В. Новая промышленная политика России // Экономист. 1996. № 10. С. 10–16.
6. Комков Н.И. Условия и направления реформирования российской науки // Проблемы прогнозирования. 2005. № 3. С. 3–16.
7. Шмерлинг Д.С., Дубровский С.А., Аржанова Т.Д., Френкел А.А. Экспертные оценки. Методы и применения (Обзор) // Уч. Зап. по Статистике. Т. 29 Статистические методы анализа экспертных оценок. М.: Наука, 1977. С. 290–382.
8. Ерошкин С.Ю. Перспективы и условия реализации инновационно-технологического развития экономики: учеб. пособие. М.: МГТУ «Станкин», 2008. 216 с.



Цена 10 000 р.

ВЫШЕЛ В СВЕТ СПРАВОЧНИК "КОВКА И ШТАМПОВКА"

В четырех томах

Председатель редакционного совета Е.И. Семенов,
засл. деятель науки и техники РФ, д-р техн. наук, проф.

Издание 2-е, исправленное и дополненное. 2010. 2521 с. ISBN 978-5-217-03459-8

Том 1. МАТЕРИАЛЫ И НАГРЕВ. ОБОРУДОВАНИЕ. КОВКА



Том 2. ГОРЯЧАЯ ОБЪЕМНАЯ ШТАМПОВКА



Том 3. ХОЛОДНАЯ ОБЪЕМНАЯ ШТАМПОВКА. ШТАМПОВКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ



Том 4. ЛИСТОВАЯ ШТАМПОВКА



107076, г. Москва, Строгинский пер., 4; факс: (499) 269-48-97; 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

КОМПАНИЯ «КРОК» СОВМЕСТНО С ФГУ ФИПС АВТОМАТИЗИРУЕТ СИСТЕМУ ВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕЕСТРА ТОВАРНЫХ ЗНАКОВ И ЗНАКОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ

Компания «КРОК» и Федеральное государственное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам» (ФГУ ФИПС) подвели итоги первого этапа внедрения электронного Государственного реестра товарных знаков и знаков обслуживания РФ и системы ведения реестра (АС «ЭГР»). За полтора года с момента ввода в эксплуатацию в Государственный реестр товарных знаков и знаков обслуживания РФ с использованием АС «ЭГР» внесено более 100 000 записей. В мае этого года внедрена в эксплуатацию вторая версия АС «ЭГР».

«На сегодняшний день информационные технологии играют ключевую роль не только в бизнесе, но и в государственном управлении. Ранее ведение Государственного реестра товарных знаков и знаков обслуживания происходило на бумажных носителях, что существенно задерживало информационный обмен между Роспатентом и органами государственной власти. Автоматизация системы ведения Государственного реестра позволила выйти на качественно новый уровень взаимодействия», — сообщил Алексей Давидович Гвинепадзе, заместитель директора ФГУ ФИПС.

«Мы интегрировали электронный реестр с системами делопроизводства ФГУ ФИПС, адаптируя ИТ-решения под ключевые задачи ведомства — обеспечение долговременного и надежного хранения данных. Важно отметить, что хранящиеся электронные документы имеют юридическую силу, а корректность сведений автоматически проверяется перед внесением в Госреестр. Таким образом, Государственный реестр официально перешел на электронное внесение сведений о регистрациях товарных знаков и изменений в них», — отметил Игорь Никулин, директор департамента информационных технологий компании «КРОК».

В ходе реализации проекта создан единый источник, содержащий все необходимые данные

Госреестра, обеспечивающий оперативный доступ к информации, в том числе, через Интернет. Процедура внесения информации в Государственный реестр осуществляется в электронном формате без использования бумажных носителей. Все изменения публикуются на сайте в порядке внесения, что позволяет оперативно предоставлять информацию органам государственной власти, гражданам и организациям.

АС «ЭГР», созданная специалистами компании «КРОК» и ФГУ ФИПС, представляет интегрированную систему для реализации полного цикла работ по ведению Государственного реестра. Ключевую роль в АС «ЭГР» выполняет хранилище электронных документов, которое функционирует на основе базы данных EMC Centera.

«Мы рады, что для долговременного и безопасного хранения данных Госреестра было выбрано специализированное технологическое решение EMC Centera. Расширяемая до петабайта уникальная дисковая система снабжена функциями автоматического устранения неисправностей, распределения данных и расширения емкости и позволяет гарантировать неизменность хранимой информации. Эта система оптимизирована для хранения больших объемов критически важных данных в течение многих лет с минимальными затратами на управление и модернизацию, и мы надеемся что пользователи одного из важнейших информационных ресурсов страны по достоинству оценят новые сервисы, которые теперь предоставляет Госреестр», — комментирует Александр Гончаров, менеджер по работе с заказчиками EMC Россия.

В состав АС «ЭГР» входят: ЭГР, сервисы ЭГР, АРМ «Миграции ГР», подсистемы мониторинга, подготовки отчетности, выгрузки на публикацию. ЭГР обеспечивает быструю обработку информации. Сервисы АС «ЭГР» отвечают за внесение и оперативное предоставление сведений. АРМ «Миграции ГР» предназначено для наполнения хранилища АС «ЭГР» старыми сведениями из бумажного Госреестра.

В дальнейшем планируется перевод на платформу АС «ЭГР» существующих бумажных технологий по ведению Государственных реестров изобретений, полезных моделей и промышленных образцов, реестров программ для ЭВМ, баз данных и топологий интегральных микросхем.



ОБЗОР ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПЕЧАТИ

УДК 621.002.51

По страницам журналов

Ультразвуковая доплеровская диагностика устойчивости к декомпрессии оператора ЛА. Полёт. 2010. № 12.

Доплеровское ультразвуковое исследование (УЗИ) с целью обнаружения газовых пузырьков в кровотоке может использоваться как альтернативный метод определения безопасности высотной декомпрессии при физиологических испытаниях защитного снаряжения в барокамере. Такой способ мониторинга повышает безопасность декомпрессии и позволяет диагностировать бессимптомную, преморбидную форму заболевания на основе самого факта обнаружения пузырьков.

Некоторые особенности выявления расслоений в стальных толстостенных трубах при щелевом способе ввода ультразвука. Контроль. Диагностика. 2010. № 12.

Рассмотрены особенности выявления дефектов типа «расслоение» при автоматизированном контроле стенки трубы с использованием пьезопреобразователя. Приняты условия, при соблюдении которых щелевой способ ввода ультразвука аналогичен иммерсионному способу контроля. Исследованы процессы реверберации: ударного импульса между гранями пьезопластины, импульса ультразвука между поверхностями контактного слоя жидкости и эхосигнала между концами радиокабеля. Показана возможность использования реверберации эхосигнала в радиокабеле для повышения чувствительности дефектоскопа. Определен допустимый уровень электромагнитной связи между излучающей и приемной пластинами преобразователя. Выявлено, что при возбуждении пьезопластины ударным видеоимпульсом отраженный в кабель импульс имеет биполярную форму, амплитуда первого пика которого пропорциональна ёмкости пластины.

Вибрационная диагностика подшипников качения на основе эмпирической декомпозиции мод и машин на опорных векторах. Контроль. Диагностика. 2010. № 12.

Учитывая нестационарный характер вибрации подшипников качения, представлен метод вибрационной диагностики на основе эмпирической декомпозиции мод (EMD), методов сингулярного разложения (SVD) и машин на опорных векторах (МОВ). Метод EMD используется для разложения вибрационных сигналов на семейство су-

щественных модальных функций (IMF), на основе которых формируется векторная матрица исходных признаков. Из данной матрицы посредством метода SVD находят сингулярные значения, которые принимают в качестве вектора признаков для классификатора на основе МОВ. Результаты экспериментальных исследований подтверждают эффективность предложенного метода для диагностики дефектов подшипников качения.

Формоизменение кольцевого диска. Заготовительные производства в машиностроении. 2010. № 12.

Проведён анализ формоизменения кольцевого диска постоянной толщины в случае больших пластических деформаций с учётом взаимосвязанного изменения эффективной деформации и деформационного упрочнения. Получены аналитические зависимости, характеризующие относительный размер пластической области. Установлена взаимосвязь между исходной и конечной формой изделия при максимально возможном внутреннем давлении.

Закономерности изменения фрактальной размерности сигналов акустической эмиссии в зависимости от длительной прочности конструкционных материалов при малоцикловых нагрузлениях. Заготовительные производства в машиностроении. 2010. № 12.

Экспериментально и теоретически исследовано изменение фрактальной размерности сигналов акустической эмиссии в зависимости от длительной прочности в различных диапазонах частотного спектра. Установлена зависимость фрактальной размерности сигналов акустической эмиссии от изменения механизмов эволюции структуры конструкционных материалов.

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 соединяемых 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.