

Автоматизация и Современные Технологии

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ МЕЖОТРАСЛЕВОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ИЗДАЁТСЯ С 1947 ГОДА

Главный редактор
В.Л. Белоусов

12
—
2012

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)

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

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

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»

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

Яцун С.Ф., Мальчиков А.В. Автоматизированный мобильный комплекс для диагностики трубопроводов переменного диаметра	3
Пожидаев Ю.А., Кадошников В.И., Шаповалова Е.О. Исследование эффективности системы демпферов, ре- куперирующих энергию колебаний	9

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Ничков А.В., Перфилов А.С., Ничков А.Г. Выбор опти- мального сочетания параметров режима резания, заборного конуса червячной модульной фрезы и схемы зубофрезерования	16
Кривошеев С.В., Орманов Д.Р. Оптимизация движения с помощью решения обратной задачи кинематики для твёрдотельной модели многозвездного манипулятора в среде Matlab методом перебора	20
Белоусов В.Л., Денисов Д.Ю. Формирование механизма контроля процесса выполнения исследовательских работ	23
Микаева С.А., Железникова О.Е., Синицына Л.В. Комплекс современного исследовательского обору- дования для световых измерений	34

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНОЙ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Иванов А.П., Михалёв А.С. Взаимосвязь макроэкономи- ческих показателей в банковской деятельности	38
--	----

ОБЗОР ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПЕЧАТИ

По страницам журналов	44
-----------------------------	----

Указатель статей, опубликованных в журнале «Автоматизация и современные технологии» в 2012 году	45
--	----

CONTENTS

AUTOMATION OF SCIENTIFIC-RESEARCH AND PRODUCTION

Yatsun S.F., Malchikov A.V. The automatic mobile complex for variable diameter pipelines diagnostics	3
Pozhidaev Yu.A., Kadoshnikov V.I., Shapovalova E.O. Re- search of the dampers system effectiveness recuperating oscillations energy	9

MODERN TECHNOLOGIES

Nichkov A.V., Perfilov A.S., Nichkov A.G. An optimum combination choice of cutting conditions, relieve taper of the modular worm hob and hobbing layout	16
Krivosheev S.V., Ormanov D.R. Movement optimization by means of the kinematics return problem solution for solid- state model of the multilink manipulator in the Matlab envi- ronment via the search method	20
Belousov V.L., Denisov D.Yu. The monitoring mechanism formation of the research implementation process	23
Mikaeva S.A., Zheleznikova O.E., Sinitina L.V. The mod- ern research equipment complex for light measurements ...	34

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF SCIENTIFIC AND ECONOMIC AKTIVIES

Ivanov A.P., Mikhalev A.S. Macroeconomic indicators inter- relation in bank activity	38
--	----

SURVEY OF PERIODICALS

Periodicals review	44
--------------------------	----

Index of articles, published in the magazine «Automation and modern technology» in 2012	45
--	----

**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);
телефоны для справок: (499) 269 6600, 269 5298**

Художественный редактор Галицина Т.Н.
Компьютерный набор Путилов В.Н.
Компьютерная верстка Тугаринов А.А., Веремеев С.В.

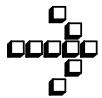
Сдано в набор 28.09.12. Подписано в печать 27.11.12.
Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 5,88. Уч. изд. л. 6,9. Цена свободная

Набрано в ФГБНУ «Научно-исследовательский
институт – Республиканский исследовательский
научно-консультационный центр экспертизы»
Москва, ул. Антонова-Овсеенко, 13. Тел.: (499) 795 1789

Отпечатано в ООО «Белый ветер»
115407, Москва, Нагатинская наб., 54

**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**

ООО «Издательство Машиностроение»,
«Автоматизация и современные технологии», 2012 г.



УДК 62-503.57

С.Ф. Ящун, д-р техн. наук, проф., А.В. Мальчиков
(Юго-Западный государственный университет, г. Курск)

zveroknnpp@gmail.com

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МОБИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ТРУБОПРОВОДОВ ПЕРЕМЕННОГО ДИАМЕТРА

Рассмотрен автоматизированный мобильный комплекс, предназначенный для мониторинга и диагностики внутренних поверхностей трубопроводов переменного диаметра. Предложена двухконтурная система управления приводами, обеспечивающими перемещение и фиксацию устройства в трубе. Разработана математическая модель и получены результаты моделирования работы устройства.

Ключевые слова: автоматизированный мобильный комплекс, диагностика трубопроводов, импульсная система управления, математическое моделирование.

The automatic mobile complex intended for monitoring and diagnostics of variable diameter pipelines internal surfaces is considered. The double-circuit control system of the drives providing the device movement and fixation in a pipe is proposed. The mathematical model is developed and modeling results of the device operation are received.

Key words: automatic mobile complex, pipeline diagnostics, pulse control system, mathematical modeling.

Введение. В последние годы всё более широкое распространение получают системы мониторинга и диагностики трубопроводов, основанные на использовании мобильных робототехнических комплексов, состоящих из транспортной платформы, видеоаппаратуры, системы управления и навесного технологического оборудования [1, 2].

На сегодня существуют различные конструкции мобильных транспортных модулей, предназначенные для исследования внутренних поверхностей трубопроводов [3–5]. Анализ роботизированных систем для внутритрубного перемещения показал, что наибольшее распространение получили колёсные роботы [6]. В то же время такие устройства обладают невысокой проходимостью, что ограничивает их применение в трубах при наличии загрязнений. Для таких условий эксплуатации более эффективными оказываются роботы, использующие змееподобные и червеподобные способы перемещения [7, 8].

Взаимодействие змееподобных роботов с поверхностью трубы происходит таким образом, что ряд звеньев робота используются для фиксации робота в трубе, а остальные перемещаются относительно этих неподвижных звеньев.

Такой способ позволяет уверенно передвигаться в вертикальных и наклонных трубах при наличии жидких и твёрдых загрязнений.

Конструкция и принцип работы диагностического комплекса. Рассмотрим схему автоматизированного мобильного комплекса (рис. 1)

Комплекс состоит из транспортной платформы, которая представляет собой шестизвездную конструкцию. Звенья 1–6 соединены между собой цилиндрическими шарнирами 7–11, в узлах которых расположены приводы вращательного движения. На платформе установлено диагностическое оборудование 12, система визуального мониторинга 13 и блок элементов питания 14.

Мобильный робот перемещается благодаря периодической фиксации переднего или заднего модуля внутри трубы за счёт расклинивания звеньев 1, 2 или 5, 6. При этом приводы 7–10 или 8–11 обеспечивают движение элементов робота относительно фиксированных звеньев.

На рис. 2, *a* и *б* показаны различные положения робота, соответствующие перемещению звеньев 3–6 относительно неподвижных звеньев 1–2. Рис. 2, *в* иллюстрирует момент фиксации пары звеньев 5–6 в трубе. Затем (рис. 2, *г*) звенья 1–2 разблокируются и начнут перемещаться совместно со звеньями 3, 4 относительно неподвижных звеньев 5, 6. На рис. 2, *д* показан очередной этап фиксации звеньев 1, 2. Далее цикл движения повторяется.

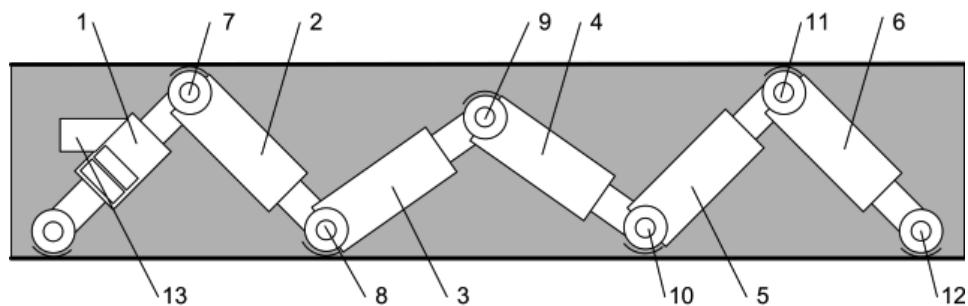


Рис. 1. Конструкция автоматизированного комплекса

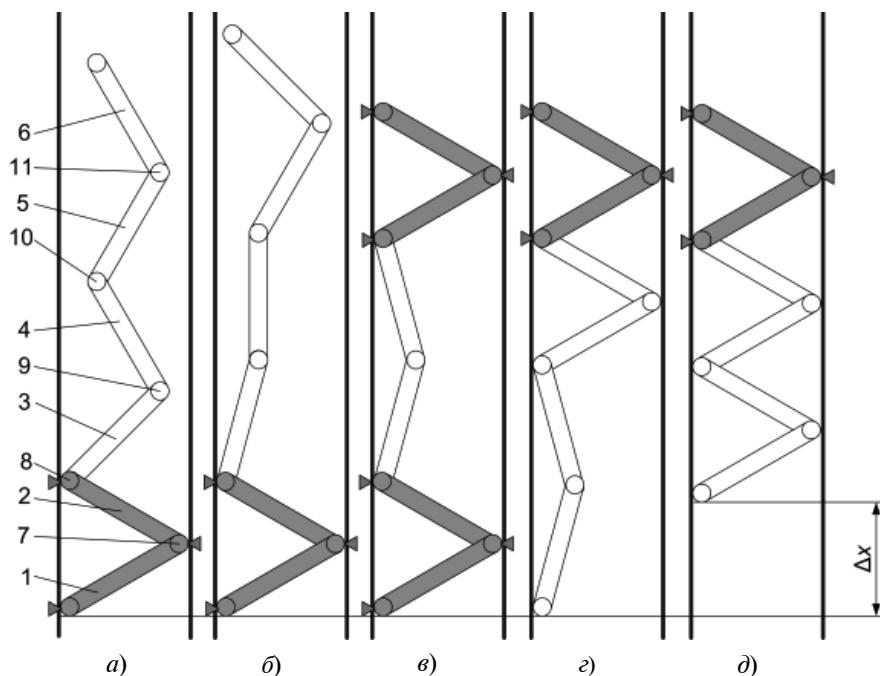


Рис. 2. Алгоритм прямолинейного движения змееподобной конструкции:

Δx – величина шага

Управление электроприводами фиксирующих модулей. Для удержания робота в трубе необходимо создать силы трения между корпусом и поверхностью трубы, компенсирующие вес звеньев робота и силы инерции, вызванные перемещением подвижных звеньев. Для этого на соответствующий электропривод 7 или 11 подаётся управляемое напряжение. Возникающий крутящий момент, приложенный к звеньям робота, участвующим в процессе удержания корпуса в трубе (например, к звеньям 1, 2), должен обеспечить гарантированную фиксацию робота.

Структурная схема системы автоматического управления электроприводами (САУЭПР) 7 и 11 между звеньями 1, 2 и 5, 6 показана на рис. 3. Задача САУЭПР состоит в обеспечении заданного усилия поджатия звеньев к внутренней поверхности трубы при отсутствии проскальзывания

робота и ограничении тока в обмотках якорных цепей электродвигателей, согласно алгоритму движения транспортной платформы комплекса.

На схеме приняты следующие обозначения: X_1 , X_3 – максимально допустимый уровень силы тока в обмотках электродвигателей; X_2 , X_4 – допустимая скорость скольжения фиксирующих модулей робота относительно стенок трубы во время блокировки (в данном случае X_2 , $X_4 = 0,001$ м/с); Y_1 , Y_3 – сила тока, измеряемая на обмотках двигателей с помощью датчиков; Y_2 , Y_4 – скорость скольжения фиксирующих модулей, измеряемая оптическими датчиками; Δi – величина рассогласования текущего значения силы тока Y_1 , Y_3 и предельно допустимого значения X_1 , X_3 , определяемая как $\Delta i = X_1 - Y_1$; $\Delta \dot{y}$ – величина рассогласования текущей скорости фиксирующего модуля относительно трубы Y_2 , Y_4 и заданного предель-

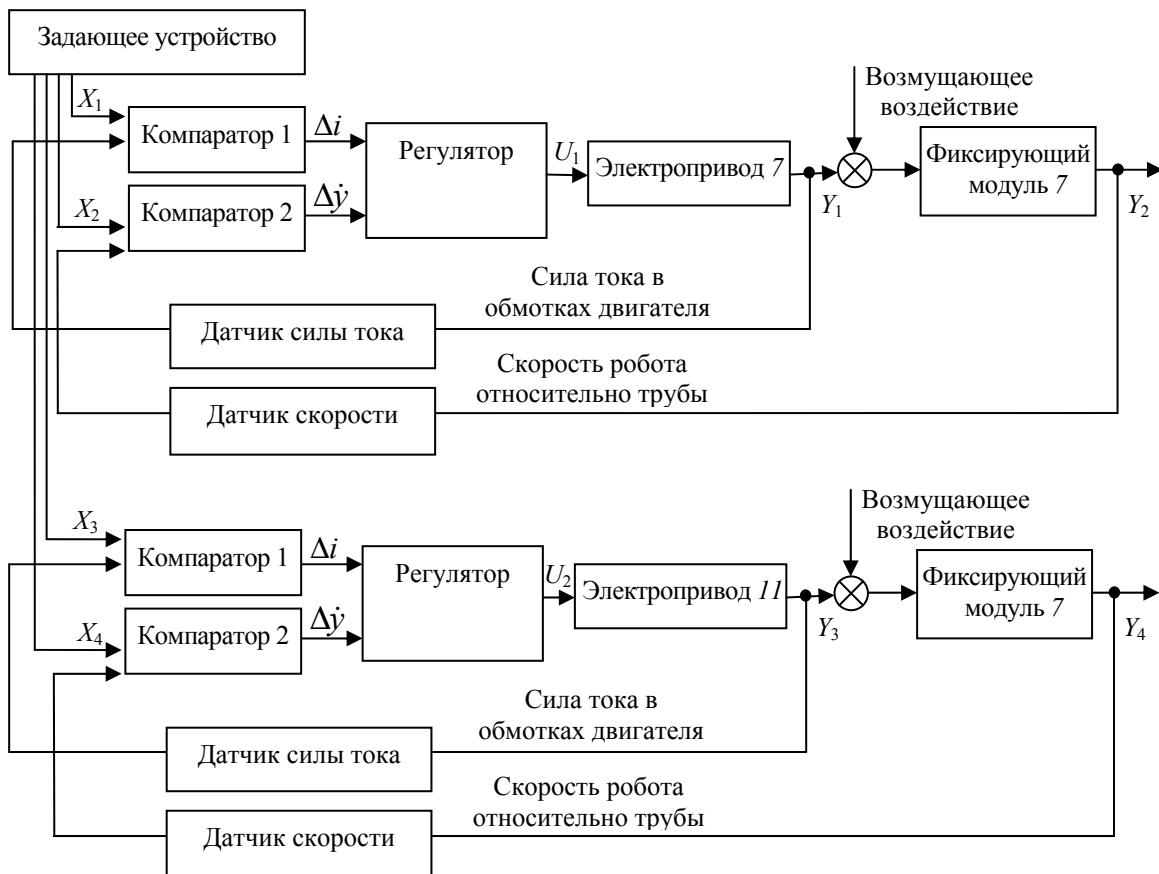


Рис. 3. Структурная схема системы управления

ного значения X_2 , X_4 , $\Delta\dot{y} = X_2 - Y_2$; U_1 и U_2 – управляющие напряжения.

Со стороны регуляторов на электроприводы подаётся управляющее напряжение U_j , определяемое величиной соответствующих рассогласований:

$$U_j = \sum_{k=1}^2 U_{jk}, \quad (1)$$

где $j = 1, 2$ – электроприводы фиксирующих модулей.

При этом

$$U_{j1} = \begin{cases} 0, & \text{если } \Delta i \geq 0; \\ k_p \Delta i, & \text{если } \Delta i < 0; \end{cases}$$

$$U_{j2} = \begin{cases} U_j^0 + \Delta U_0, & \text{если } |\Delta\dot{y}| > \delta; \\ U_j^0 - \Delta U_0, & \text{если } |\Delta\dot{y}| < \delta, \end{cases}$$

где k_p – пропорциональный коэффициент; U_j^0 , ΔU_0 , δ – параметры, определяемые расчётным или эмпирическим путём.

Таким образом, пока значения силы тока в обмотках не достигнут предельного значения ($\Delta i \geq 0$), управляющее напряжение зависит только от величины отклонения скорости $\Delta\dot{y}$ от заданного значения. В случае превышения предельного значения силы тока напряжение питания двигателя определяется как сумма $U_j(\Delta i)$ и $U_j(\Delta\dot{y})$. При этом, если скорость фиксирующего модуля 7 не равна нулю, т. е. робот скользит по трубе, то регулятор вырабатывает управляющий сигнал для системы управления фиксирующего модуля 11, в результате чего модуль переходит в режим фиксации, увеличивая тем самым возможности робота для удержания его в трубе. Одновременно на пульт оператора поступает сигнал тревоги.

Моделирование фиксации робота в трубе. Для определения параметров системы управления k_p , U_j^0 , ΔU_0 , δ предложен метод расчёта, основанный на математическом моделировании робота в режиме его фиксации в трубе. Математическая модель робота учитывает взаимодействие звеньев с поверхностью трубы, а также геометрические параметры устройства. Расчётная схема робота в режиме фиксации показана на рис. 4.

На рис. 4, *a* приняты следующие обозначения: $F_{\text{тр}}$ – приведённая сила трения, позволяющая работу сохранять своё положение под действием силы тяжести. Предположим, что сила приложена в точке *C*, а остальные точки контакта робота с трубой считаются абсолютно гладкими; N_A , N_B , N_C – силы нормальной реакции; G – сила тяжести робота, в рассматриваемом случае, направлена вертикально вниз и приложена в центре тяжести системы. На рис. 4, *b*: m_{2g} – сила тяжести, действующая на звено *BC*; M_{12} , M_{32} – крутящий момент между звеньями 1–2 и 3–2 соответственно; R_{12} , R_{32} – реакции в шарнирах, имеющие две составляющие R_x и R_y ; сила R_{32} действует на фиксирующий модуль под углом β (β – угол между силой и нормалью к звену 2); α – угол между звеном робота и перпендикуляром к поверхности трубы. На рис. 4, *c*: m_{1g} – сила тяжести, действующая на звено *AB*; M_{21} – крутящий момент между

звеньями 2 и 1; R_{21} – реакция в шарнире *B*, имеющая две составляющие R_x и R_y .

При моделировании силу трения определяем согласно закону Кулона:

$$F_{\text{тр}} = \begin{cases} kN\text{sign}(\dot{y}), & \text{если } \dot{y} \neq 0; \\ F_0, & \text{если } \dot{y} = 0 \text{ и } |F_0| \leq kN; \\ kN\text{sign}(F_0), & \text{если } \dot{y} = 0 \text{ и } |F_0| > kN, \end{cases}$$

где F_0 – равнодействующая всех сил, кроме силы сухого трения, приложенных к фиксирующему модулю; N – нормальная реакция, образующаяся при контакте робота с трубой; k – коэффициент сухого трения; \dot{y} – скорость проскальзывания звеньев робота относительно трубы.

Момент электропривода моделировался двумя уравнениями. Первое уравнение получено

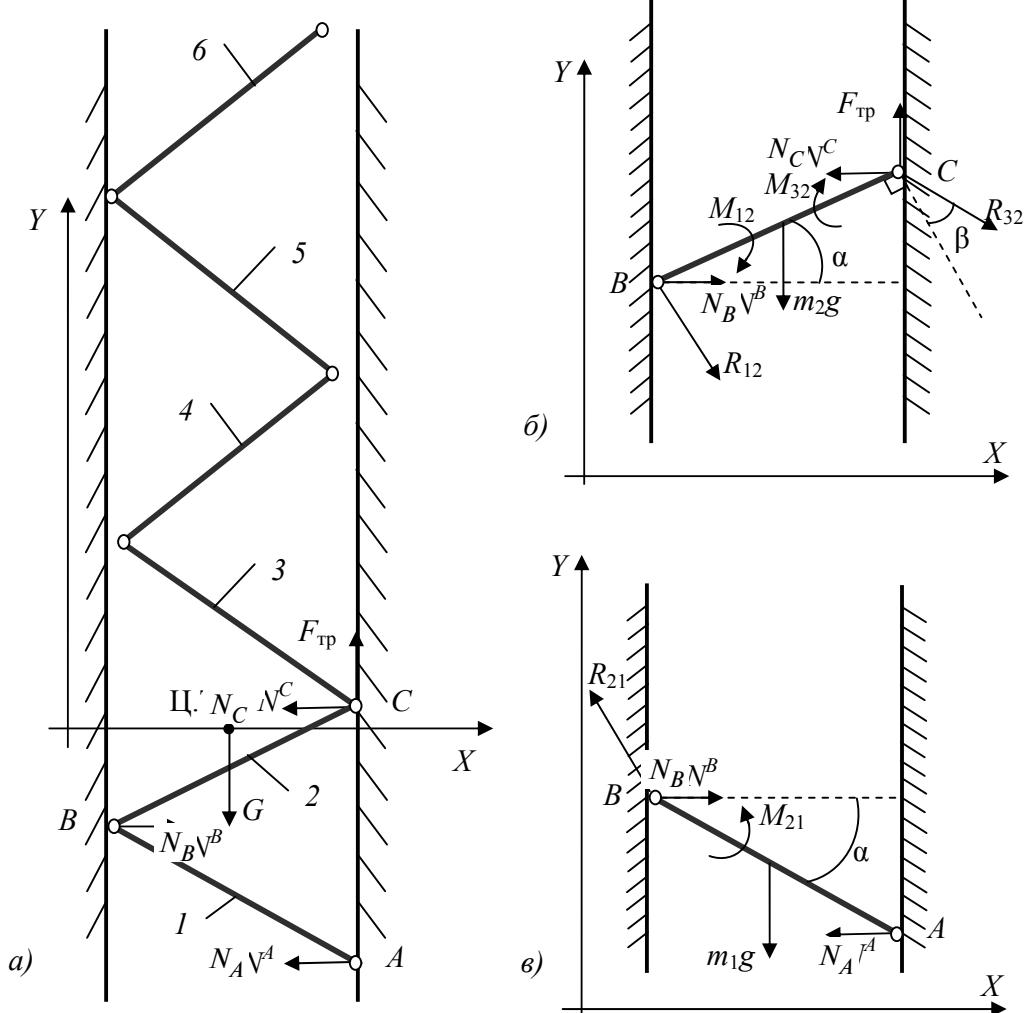


Рис. 4. Расчётная схема в режиме фиксации:

a – робот в вертикальной трубе; *б* – звена *BC*; *в* – звена *AB*

согласно второму закону Кирхгофа для цепи якоря:

$$L_{\text{я}} \frac{di_{\text{я}}}{dt} + r_{\text{я}} i_{\text{я}} + c_e \Omega = U.$$

Второе уравнение представляет собой закон равновесия моментов на валу двигателя:

$$c_m i_{\text{я}} - M_{12} = J \frac{d\Omega}{dt}.$$

В этих уравнениях $L_{\text{я}}$ и $r_{\text{я}}$ – индуктивность и сопротивление цепи якоря; c_e и c_m – электрический и электромеханический коэффициенты пропорциональности; J – приведённый к оси двигателя суммарный момент инерции; Ω – угловая скорость двигателя, поток возбуждения; M_{12} – момент нагрузки, приведённый к валу двигателя; U – управляемое напряжение.

Движение робота под действием силы тяжести вдоль оси OY описывается уравнением

$$My = F_{\text{тр}} - G - \mu \dot{y},$$

где M – суммарная масса робота; G – сила тяжести; μ – коэффициент вязкого сопротивления; $F_{\text{тр}}$ – сила сухого трения между звенями робота и поверхностью трубы.

Для получения аналитического решения представим системы уравнений в матричной форме как $A \cdot X = B$:

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & a \sqrt{1 - \left(\frac{d}{a}\right)^2} & 0 & 0 & -d \\ -1 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ a \sqrt{1 - \left(\frac{d}{a}\right)^2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N^A \\ N^B \\ N^C \\ R_{21}^x \\ R_{21}^y \\ F_{\text{тр}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -R_{32} \left(\frac{d \cos \beta}{a} + \sqrt{1 - \left(\frac{d}{a}\right)^2} \sin \beta \right) \\ R_{32} \left(\frac{d \sin \beta}{a} - \sqrt{1 - \left(\frac{d}{a}\right)^2} \cos \beta \right) \\ -M_{12} - M_{32} - m_2 g \frac{d}{2} - R_{32} \cos \beta \cdot a \\ 0 \\ -m_2 g \\ M_{21} - m_1 g \frac{d}{2} \end{bmatrix}.$$

Используя математическую модель взаимодействия робота с поверхностью трубы, было проведено численное моделирование системы управления электроприводами устройства. Результаты моделирования подтвердили эффективность фиксации робота внутри трубы при использовании системы управления моментом электропривода.

Результаты моделирования системы управления.

Моделирование проводилось следующим образом. В начальный момент управляющий сигнал для электропривода фиксирующего модуля равен нулю. Под действием силы тяжести робот начинает соскальзывать вдоль трубы вниз. Момент соскальзывания, а также параметры движения фиксирует датчик ускорения, и система автоматического регулирования формирует управляющий сигнал для электропривода. Крутящий момент, создаваемый приводом, поджимает звенья к поверхности трубы, и робот останавливается за счёт сил трения.

Результаты моделирования для закона управления (1) при $\Delta U_0 = 0,1 \text{ В}$ представим в виде графиков (рис. 5–6).

Данный способ управления позволяет избежать перегрева двигателя, снижает энергозатраты, что важно для автономных мобильных систем.

Заключение. Автоматизированный мобильный комплекс для перемещения по трубопроводам переменного диаметра, оснащённый системой управления приводами, регулирующими величину силы поджатия в зависимости от типа поверхности и величины внешних сил, позволяет эффективно перемещаться как в горизонтальных, так и в вертикальных трубах.

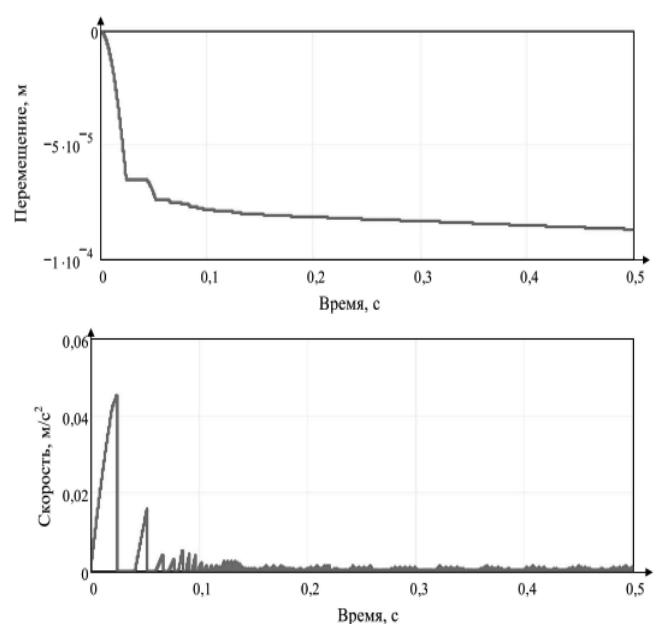


Рис. 5. Перемещение и скорость робота при скользении в трубе

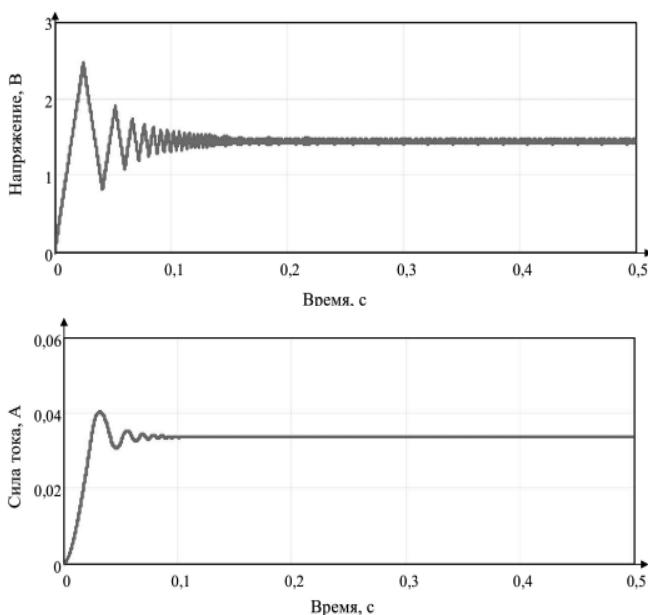


Рис. 6. Зависимость управляющего напряжения и силы тока от времени

Разработанная система импульсного управления приводами решает проблему фиксации робота в трубе без использования сложных электромеханических устройств, таких как тормозные электромагнитные муфты, стопоры или самотормозящиеся передачи, что значительно упрощает конструкцию без снижения эффективности. Предложенная схема робота может быть легко миниатюризована до размера нескольких сантиметров, что позволяет расширить область применения устройств подобного типа.

Библиографические ссылки

1. **Vibration** driven robots for in pipe inspection / S. Jatsun, K. Zimmerman, I. Zeigis, A. Jatsun // Proceedings of International Conference on Mechatronics. Kumamoto, 2007. P. 237–249.
2. **Modeling** of Motion of Vibrating Robots / S. Jatsun, N. Bobotnik, K. Zimmerman, I. Zeigis // 12 IFTOMM World Congress, Besanson. 2007. P. 171–188.
3. **Mobile** systems with vertical displacement robots / V.G. Gradetskiy, M.Y. Rachkov, Y.G. Sizov, S.V. Ul'yanov, F.L. Chernous'ko // Journal of Computer and Systems Sciences International. 1993. T. 31. № 1. C. 126–142.
4. **Черноусько Ф.Л.** Движение многозвенника по горизонтальной плоскости // Прикладная математика и механика. 2000. Т. 64. Вып. 1. С. 8–18.
5. **Мальчиков А.В., Гребенников М.А., Яцун А.С.** Трёхзвенный ползающий робот // Мехатроника, робототехника: современное состояние и тенденции развития: сб. науч. ст. Всерос. науч. школы для молодежи, ЮЗГУ, Курск. 2011. С. 55–61.
6. **Мальчиков А.В.** Адаптивный робот для перемещения по трубопроводам переменного диаметра // Мехатроника, робототехника: современное состояние и тенденции развития: сб. науч. ст. Всерос. науч. школы для молодежи, ЮЗГУ, Курск. 2011. С. 110–118.
7. **Мальчиков А.В., Яцун С.Ф.** Адаптивный мобильный робот для перемещения внутри трубопроводов // Современная мехатроника: сб. науч. трудов Всерос. науч. школы, Орехово-Зуево. 2011. С. 121–125.
8. **Мальчиков А.В.** Математическое моделирование адаптивного внутритрубного робота // XXIII Междунар. инновационно-ориентированная конф. молодых учёных и студентов: материалы конф., ИМАШ РАН, Москва. 2011. С. 117.



КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ТРАКТОРОВ:

учебник для студентов вузов.

В.М. Шарипов

2009. – 752 с. ISBN: 978-5-94275-437-2

Цена 693 р.

Рассмотрены основные принципы конструирования и расчета тракторов. Приведены методики расчета сборочных единиц и деталей, характеристики используемых материалов.

2-е издание (1-е изд. 2004 г.) переработано и дополнено разделами по гидродинамическим передачам, гусеничному движителю и гидрообъемному рулевому управлению.

Для студентов высших учебных заведений, изучающих конструирование и расчет тракторов и автомобилей, а также для инженерно-технических работников, занимающихся разработкой новых и совершенствованием существующих моделей тракторов.

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

УДК 62-752.2

Ю.А. Пожидаев, В.И. Кадошников, канд. техн. наук, проф., Е.О. Шаповалова
(Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова)

yoran74@rambler.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ДЕМПФЕРОВ, РЕКУПЕРИРУЮЩИХ ЭНЕРГИЮ КОЛЕБАНИЙ

Исследованы колебательные процессы динамической системы верхней пары валков четырёхвалковой дробилки. Рассмотрены характеристики демпфирующих устройств, рекуперирующих энергию колебаний динамических систем. Оценена рекуперация диссипативной энергии колебаний динамической системы.

Ключевые слова: рекуперация энергии, система демпферов, энергия колебаний, валковая дробилка, электромеханический модуль.

Dynamic system oscillatory processes of the upper pair rollers of a four-roller crusher are investigated. Characteristics of damper devices, recuperating oscillations energy of the dynamic systems are considered. The dissipate energy recuperation of oscillations for dynamic system is estimated.

Key words: energy recuperation, dampers system, oscillation energy, roll crusher, electromechanical module.

Введение. Требования к современному технологическому оборудованию становятся более жёсткими. Первоочередное предписание к любой машине – это безопасность для окружающей среды и человека. Одно из требований – это низкий уровень вибрации и акустических шумов.

Существует множество концепций, которые позволяют осуществить проектирование машин в определённой последовательности, так как конструируемый объект должен удовлетворять заявленным требованиям. Для снижения вибрации сначала применялись демпфирующие материалы, а затем скомбинировали системы демпферов из упругих элементов, шумопоглощающих полимеров и амортизаторов.

Металлургическое производство оснащено большим количеством механического оборудования, которое испытывает знакопостоянные или знакопеременные нагрузки. Циклические нагрузки порождают колебательные процессы. В зависимости от энергосиловых параметров и природы колебательного процесса объект находится в стационарном или нестационарном состоянии. Если вибрационное возмущение элементов машины приводит к неустойчивым состояниям рассматриваемой динамической системы, то применяют гашение колебаний демпфирующими устройствами. Для гашения резонансных состояний динамических систем применяются аддитивные или активные способы демпфирования. Однако внедрение подобных систем дорого и необходимо квалифицированное обслуживание.

При обзоре металлургического оборудования [1] установлено, что внедрение демпфирующих систем на электромеханических модулях в суще-

ствующие машины даёт не только технологический, но и экономический эффект. Если комплексно решать проблему утилизации рекуперируемой энергии, то это позволяет снизить затраты на электроэнергию. Один из эффективных методов реализации таких затрат – это создание сети автономных потребителей.

Задачи исследования. В настоящее время для исследования динамических явлений и дальнейшей реализации результатов исследований используются методы моделирования, идентификации и диагностики. Для изучения динамических свойств объектов машиностроения одновременно с аналитическим описанием применяются экспериментальные исследования.

При анализе динамических систем, рассматриваемых как колебательные, металлургических машин выявлены математические приёмы, в основе которых заложена теория случайных процессов. Данные приёмы позволяют определить динамические характеристики, учитывая поле возмущений и его плотность, что значительно сокращает время конструирования динамической системы.

Гашение колебаний основывается на превращении кинетической энергии в другие виды энергии (тепловую, электрическую и др.). Превращение кинетической энергии механических колебаний в электроэнергию будем называть рекуперацией энергии колебаний.

Рекуперация энергии механических колебаний объекта возможна с применением в системе демпферов электромеханических модулей, под которыми понимается кинематическая связь между подвижной частью динамической системы, участвующей в колебательном процессе, и электри-

ческой машины (электрогенератором), образующих демпфирующую систему.

Определение уровня колебательного процесса, выявление частотного состава колебаний и анализ взаимосвязи колебательных процессов упрощаются с применением демпфирующих систем на электромеханических модулях.

Объектом для исследований выбрана четырёхвалковая дробилка Д4Г 980×700, установленная в цехе подготовки топлива и входящая в состав горного обогатительного предприятия металлургического комбината ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат». Структурная схема дробилки представлена на рис. 1.

На станине четырёхвалковой дробилки расположены две пары валков: верхние валки 1 и 2 осуществляют предварительное дробление, а нижние 3 и 4 (с меньшим зазором между валками) – окончательное дробление. От ведущих валков 1 и 3 вращение передается валкам 2 и 4 на подвижной опоре клиновидными ремнями. Натяжные ролики 5 обеспечивают необходимое натяжение ремней. Цапфы осей валков 2 и 4 расположены в ползунах 6, которые перемещаются в направляющих станины 7. При попадании крепких материалов (руды, уголь и др.) в кокс, а также из-за неоднородности свойств самого кокса валки 2 и 4 с ползуном 6, и закреплённой траверсой 8, отходя от неподвижных валков 1 и 3, сжимают последовательно блоки упругих элементов 9, а затем возвращаются в исходное положение. Тяга-винт 10, присоединённая к ползуну 6 находится в сопря-

жении с гайкой 11 для регулирования зазора между валками 3 и 4. По аналогии выбирают зазор между валками 1 и 2.

При анализе поведения динамической системы четырёхвалковой дробилки большой интерес представляет верхняя пара валков, осуществляющая предварительное дробление кокса до размера 10–12 мм. Смещение опор подвижного валка (в верхней паре) в направляющих достигает 40 мм.

Предложена структурная схема верхней пары валков (рис. 2), позволяющая смоделировать и описать математически колебательный процесс при дроблении. Дробимый материал представим упругим элементом жёсткостью C_M , имеющим собственный коэффициент демпфирования k_M . При этом в процессе дробления часть энергии расходуется на смещение подвижного валка от равновесного положения. При непрерывной подаче материала в дробилку возникает колебание подвижного валка верхней пары валков в опорах относительно направляющих, что ухудшает процесс дробления на первой стадии.

В конструкции четырёхвалковой дробилки отсутствует амортизатор, а набор упругих элементов предохраняет конструкцию станины от удара и быстрого выхода из строя подшипниковых узлов. Гашение колебаний осуществляется в узлах трения и поглощается конструкционными материалами машины и упругими элементами.

Амортизатор, установленный между траверсой и корпусом, позволяет осуществить гашение ударных нагрузок на подшипниковые узлы вал-

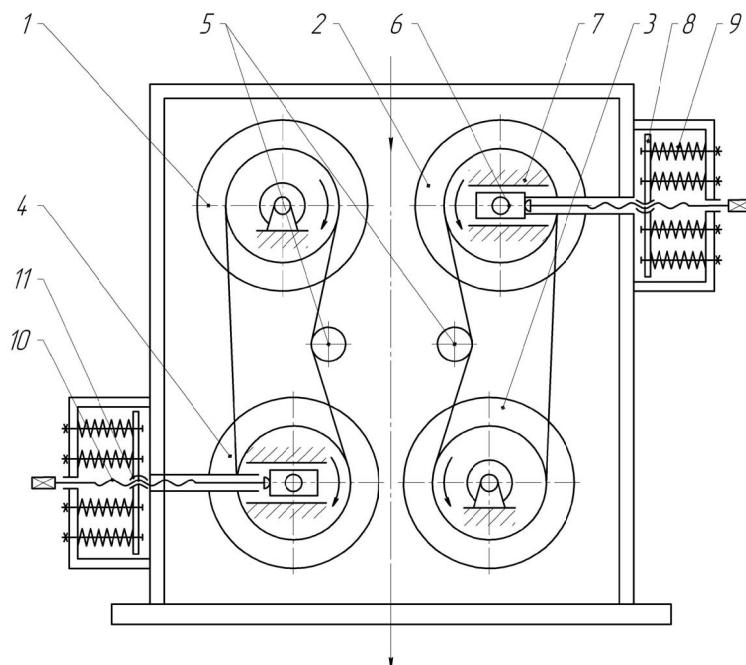


Рис. 1. Общий вид четырёхвалковой дробилки

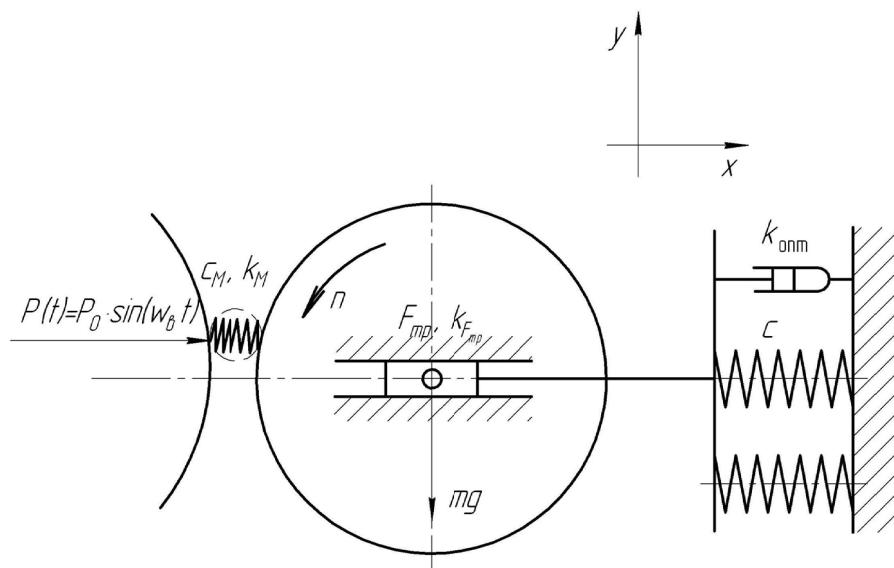


Рис. 2. Схема динамической системы верхней пары валков четырёхвалковой дробилки

ков и стабилизировать процесс дробления. Таким образом, система демпферов будет состоять из блоков упругих элементов с жёсткостью c и амортизатора, имеющего коэффициент демпфирования $k_{\text{опт}}$.

Амортизатором является синхронная электрическая машина роторного типа, работающая в режиме генератора, связанная структурно с направляющими подвижного вала. Кинематические связи обеспечивают превращение возвратно-поступательного движения во вращательное, которое создаёт крутящий момент на роторе генератора. Главной задачей при конструировании демпфирующей системы на электромеханических модулях является обеспечение работоспособности электрогенератора. Важно также минимизировать габариты системы демпферов.

Исследования. Для исследования эффективности системы демпферов, рекуперирующих энергию колебаний, разработан план эксперимента и сконструирована экспериментальная установка (рис. 3), позволяющая оценить работу и выявить возможные варианты потери устойчивости динамической системы.

Экспериментальная установка работает следующим образом. Компрессор (поршневой, производительностью 160 л/мин) нагнетает сжатый воздух в полости пневмоцилиндра 1 (диаметр поршня 63 мм, ход 700 мм) через дросселирующий узел. Подачу сжатого воздуха контролирует аналого-цифровой блок управления, имеющий обратную связь с дросселирующим узлом. Воздух подаётся поочерёдно в каждую полость. Подача воздуха запрограммирована в блоке управления с помощью персонального компьютера

(ПК). При поочерёдной подаче воздуха в полости пневмоцилиндра, корпус которого жёстко закреплён, поршень 2 совершает возвратно-поступательные движения. Шток поршня прикреплён к грузу 3 пружиной растяжения 4 жёсткостью C_1 . С другой стороны к грузу массой m прикреплён трос 5, огибающий шкив 6 электрогенератора 7 (трёхфазная синхронная электрическая машина с электромагнитным возбуждением и встроенным выпрямительным блоком на кремниевых диодах модели KNG-3701000-53), а другим концом — к пружине растяжения 8 жёсткостью C_2 . Пружина 8, жёстко прикреплена к основанию установки, возвращает систему в исходное положение. Поршень пневмоцилиндра, совершая возвратно-поступательные движения, создаёт возмущающее колебательное воздействие, которое передаётся динамической системе экспериментальной установки. Системой демпферов, рекуперирующей энергию, являются электрогенератор 7 и две пружины растяжения 4 и 8 с разной жёсткостью.

Для того чтобы динамические системы верхней пары валков четырёхвалковой дробилки и экспериментальной установки были аналогичны, необходимо учесть, что жёсткость упругих элементов валковой дробилки больше жёсткости дробимого материала, поэтому при создании экспериментальной установки реализуем обязательное условие $C_1 < C_2$.

Система демпферов работает следующим образом. Перемещение груза вызывает движение троса, который вращает шкив электрогенератора,рабатывающего электрический сигнал, поступающий в ПК через аналого-цифровой пре-

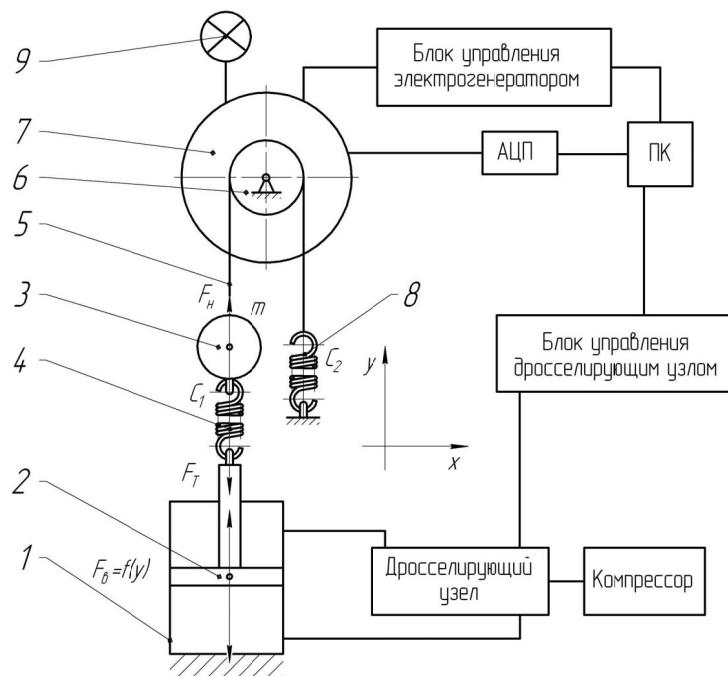


Рис. 3. Структурная схема экспериментальной установки

образователь (АЦП). В ПК обрабатываются результаты и программируются блоки управления электрогенератором и дросселирующим узлом. Блок управления электрогенератора корректирует генераторные режимы работы синхронной электрической машины, что определяет коэффициент демпфирования амортизатора и долю рекуперации энергии колебаний. Выработанная электрогенератором энергия поступает к потребителю 9.

Цель эксперимента – оценить потерю (диссиацию) энергии и выявить процент рекуперации энергии.

Теряющую энергию определяли следующим образом. Воздух нагнетается компрессором и поступает в пневмоцилиндр через дросселирующий узел. Сжатый воздух дискретно подаётся только в штоковую полость, заставляя поршень смещаться вниз по оси ординат. После каждой порции поступления воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра дросселирующий узел открывает клапан для выравнивания давления с окружающей средой, в этот момент упругие элементы 4 и 8 возвращают динамическую систему экспериментальной установки в исходное состояние. Таким образом, поршень пневмоцилиндра совершает периодические возмущающие поступательные движения с усилием F_b . В блоке управления дросселирующего узла прописан закон возмущающего усилия F_b в зависимости от перемещения поршня, т. е. $F_b = f(y)$. Алгоритм перемещений реализуется через дросселирующий узел,

который задаёт скорость и объём воздуха, поступающего в пневмоцилиндр, и последующее открытие выравнивающего клапана. Возмущая динамическую систему экспериментальной установки силой F_b , придаём смещение инертной массы m в направлении собственной силы тяжести F_t , через упругий элемент с жёсткостью C_1 . Смещение массы m изменяет силу натяжения троса F_h , что даёт приращение к изменению линейного размера упругого элемента с жёсткостью C_2 . Шкив электрогенератора выполняет функцию блока, по которому перемещается трос. Упругий элемент с жёсткостью C_2 прикреплён одной стороной к основанию установки, а другой к тросу. Трос, охватывая шкив электрогенератора, вращает его при каждом изменении положения массы динамической системы, что вызывает вращательные движения ротора электрогенератора. Так вырабатывается электрический сигнал, который через АЦП поступает в ПК, где проводится оценка сигнала.

Выявляя закономерности изменения рекуперации энергии при работе диссипативных сил динамической системы в зависимости от характеристик колебательного процесса и настройки электрогенератора, используем теорию планирования многофакторного эксперимента [2], что позволяет уменьшить число опытов.

Величины, определяющие условия опыта, обычно называют факторами, их совокупность – факторным пространством. Набор значений факторов характеризует некоторую точку фак-

торного пространства, а совокупность всех опытов составляет факторный эксперимент. Расположение точек в факторном пространстве определяет план эксперимента, который задаёт число и условия проведения опытов с регистрацией их результатов. Для получения регрессионной математической зависимости рекуперации энергии диссипации проводим многофакторный эксперимент, основанный на планах Хартли [3].

Определим факторы планированного эксперимента по оценке рекуперируемой энергии колебаний. Динамическую систему можно охарактеризовать такими параметрами, как инертная масса, жёсткость упругих элементов, конструктивные решения, выраженные в количественной форме, устойчивость элементов конструкции и др. [4]. При стационарном возмущении динамической системы знакопеременной силой система находится в колебательном процессе, который характеризуют следующие параметры: перемещения инертной массы (амплитуда), скорость и ускорения элементов динамической системы, коэффициент затухания колебаний и др. В динамической системе экспериментальной установки электрогенератор является управляемым амортизатором, изменение свойств которого определяется способами управления синхронной электрической машиной [5]. К способам управления электрогенератором (синхронной электрической машиной) относятся: изменение напряжения обмотки возбуждения, регулирование сопротивления в цепи якоря, изменение магнитного потока возбуждения и регулирование мощности потребителя электроэнергии.

Анализ факторов позволил выделить значимые из перечисленных, к которым относятся: инертная масса m , амплитуда колебаний инертной массы A , напряжение на обмотке возбуждения электрогенератора U , мощность потребителя, изменяемая сопротивлением R . Параметры перечисленных факторов сведены в таблицу.

По результатам эксперимента получена регрессионная зависимость рекуперируемой энергии диссипации колебаний динамической системы от варьируемых факторов:

$$E = 0,377 + 0,428 \frac{(A-200)}{100} + \\ + 0,56 \frac{(R-0,62)}{0,31} - 0,638 \frac{(m-7,5)(A-200)}{5 \cdot 100} + \\ + 1,341 \frac{(m-7,5)(U-12)}{5 \cdot 2} - 0,522 \frac{(m-7,5)(R-0,62)}{5 \cdot 0,31} - \\ - 0,668 \frac{(A-200)(U-12)}{100 \cdot 2} + 0,49 \frac{(A-200)(R-0,62)}{100 \cdot 0,31} - \\ - 0,523 \frac{(R-0,62)(U-12)}{0,31 \cdot 2} + 0,355 \frac{(m-7,5)^2}{5^2} + \\ + 0,245 \frac{(A-200)^2}{100^2} + 0,22 \frac{(U-12)^2}{2^2} + \\ + 0,698 \frac{(R-0,62)^2}{0,31^2}.$$

Влияние каждого из факторов на значение рекуперируемой энергии и их совокупность отражают поверхности отклика полученной регрессионной зависимости. Поверхность отклика показывает изменение значения рекуперируемой энергии при рассмотрении двух выбранных факторов в пределах интервалов варьирования каждого из них. Анализируя поведение сформированного факторного пространства полученной регрессионной зависимости, выявлены следующие закономерности. Инертная масса m и её перемещения A имеют взаимообратное воздействие при увеличении рекуперируемой энергии, т. е. большая инертная масса m и малая амплитуда колебаний A или малая инертная масса m и большая амплитуда колебаний A способствуют возрастанию рекуперируемой энергии.

Параметры варьируемых факторов

Варьируемый фактор	Единица измерения	Обозначение	Основной уровень фактора	Интервал варьирования фактора
Масса груза (инертная масса)	кг	m	7,5	± 5
Амплитуда колебания системы	мм	A	200	± 100
Напряжение на обмотке возбуждения электрогенератора	В	U	12	± 2
Сопротивление потребителя	Ом	R	0,62	$\pm 0,31$

Снижение мощности потребителя (увеличение сопротивления R) и понижение напряжения U на обмотке возбуждения якоря электрогенератора делают динамическую систему податливой, о чём свидетельствует увеличение периодов затухания при увеличении амплитуды A . Увеличивая напряжение U на обмотке возбуждения якоря электрогенератора и мощность потребителя (уменьшение сопротивления R), а также с утяжелением инертной массы m , рекуперируемая энергия возрастает.

Анализ полученной регрессионной математической модели рекуперируемой энергии от четырёх варьируемых факторов для затухающих колебаний. Оценим энергию диссипации для вариантов реализации возмущающих усилий динамической системы экспериментальной установки и сравним полученные энергетические показатели.

Изменение полной энергии механической системы, испытывающей вынужденные колебания, имеет вид [6]

$$\frac{dW}{dt} = -r\dot{x}^2 + \dot{x}F_0 \cos(\Omega t),$$

где $-r\dot{x}^2$ – диссипативная функция; $\dot{x}F_0 \cos(\Omega t)$ – мощность внешнего источника энергии.

Для упрощения оценки энергии колебаний рассмотрим процесс, когда отсутствует источник внешнего воздействия. Экспериментально это происходит после каждого поступления воздуха в камеру пневмоцилиндра. Дросселирующий узел открывает клапан для выравнивания давления с окружающей средой. В этот момент замеряем характеристики колебаний. Таким образом, механическая колебательная система рассматривается при затухающих колебаниях, тогда изменение механической энергии запишем в виде

$$\frac{dW}{dt} = -r\dot{x}^2.$$

Данное выражение позволяет утверждать, что энергия колебаний, рассматриваемой динамической системы экспериментальной установки, полностью рассеивается работой диссипативных сил, т. е. накопленная потенциальная энергия тратится на возвращение кинематических элементов динамической системы в статичное состояние, а кинетическая энергия рассеивается, причём система демпферов отнимает большую её часть. Так как рассматриваемая динамическая система имеет упругие элементы (пружины), то допустим, что энергия системы W равна потенциальной энергии W_{Π} упругих элементов. Тогда с учётом сказанного выше будет справедливо равенство

$$W = W_{\Delta} = W_{\Pi} = \frac{cx^2}{2},$$

где c – коэффициент квазиупругой силы; x – смещение системы из состояния устойчивого равновесия; W_{Δ} – энергия диссипации.

Сравнивая рекуперируемую энергию диссипации E со значением энергии диссипации W_{Δ} для одной реализации колебания, определяем долю полезной энергии.

Заключение. Эксперимент показал, что процент рекуперируемой энергии E составляет 5–10 % энергии W динамической системы, испытывающей возмущения от механических колебаний.

Рассматривая динамическую систему, оснащённую демпфирующими устройствами для рекуперации энергии, обратим внимание на двойственность трактовки полученных результатов.

С одной стороны, динамическая система – это некоторая энергоёмкая субстанция, в которой присутствуют «паразитные» диссипативные силы и реализуется процесс создания нового источника энергии. При этом конструктивно минимизируются диссипативные силы и создаются условия для рекуперации энергии, что увеличивает КПД динамической системы.

С другой стороны, в конструкции динамической системы, участвующей в колебательном процессе, необходимо минимизировать параметры колебаний или оптимизировать режим демпфирования.

Один из наиболее значимых факторов – это амплитуда. С точки зрения рекуперации энергии амплитудные колебания обеспечивают стабильность работы электрогенератора, а демпфирование позиционируется на снижение амплитуды.

Присутствие инертной массы в динамической системе позволяет сохранять кинетическую энергию, тем самым поддерживает инерционность системы. Таким образом, массивность подвижных конструктивных элементов увеличивает энергетические показатели процесса рекуперации. Однако дополнительные собственные частоты колебательной системы могут вызвать резонанс.

Эмпирические исследования демпфирующей системы для рекуперации энергии колебаний предоставили новые знания о мехатронных (электромеханических) модулях, работающих в режиме генерирования электроэнергии в механических колебательных системах. Полученные знания могут реализовываться при создании новых технических результатов, направленных на совершенствование управления поведением динамических систем машин, работающих в различных условиях. Внедрение рациональных предложений, которые основаны на полученных технических результатах, способствует развитию энергосберегающей

технологии, где экономия ресурсов заключается в создании новых энергетических источников, генерирующих полезную энергию, и налаживании обратной связи источника с объектом. Полезная энергия (электроэнергия) направляется к потребителю и должна соответствовать ГОСТ 13109–97 [7]. Потребителем может выступать технический, технологический или хозяйственный объект.

Для динамической системы верхней пары валков четырёхвалковой дробилки Д4Г 980×700 сконструировано демпфирующее устройство рычажно-реечного типа для рекуперации энергии и выполнен его расчёт, требуемая мощность электромеханического модуля (электрогенератора) составляет 18 кВт, а суммарная мощность электродвигателей дробилки – 90 кВт. Если судить о КПД выбранного объекта по отношению к требуемой мощности до внедрения предлагаемого демпфирующего устройства к той же мощности за вычетом номинальной мощности электрогенератора, установленного в демпфирующем устройстве для рекуперации энергии, то КПД четырёхвалковой дробилки Д4Г 980×700 с установкой

демпфирующей системы для рекуперации энергии увеличивается в 1,25 раза.

Библиографические ссылки

1. **Пождаев Ю.А., Кадошников В.И., Савочкина Л.В.** Проектирование демпфирующих систем для рекуперации энергии // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. 2011. № 3. С. 80–83.
2. **Численные методы / И.И. Данилина и др.** М.: Высшая школа, 1976. 368 с.
3. **Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В.** Планирование эксперимента при потоке оптимальных условий. М.: Наука, 1976. 289 с.
4. **Пановко Я.Г., Губанова И.И.** Устойчивость и колебания упругих систем. М.: Наука, 1979. 384 с.
5. **Нейман Л.Р., Демирчян К.С., Коровкин Н.В.** Теоретические основы электротехники: в 3-х т. СПб.: Питер, 2009. 443 с.
6. **Яворский Б.М., Детлаф А.А.** Справочник по физике для инженеров и студентов вузов. М.: Наука, 1965. 848 с.
7. **ГОСТ 13109–97 «Электрическая энергия».** [Электронный ресурс]. URL: <http://gostexpert.ru/gost/gost-13109-97>.



СПРАВОЧНИК СЛЕСАРЯ-МОНТАЖНИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.

Серия справочников для рабочих

В.И. Голованов, П.П. Алексеенко, В.А. Калугин и др.

2010 г. 640 с. ISBN 978-5-94275-528-7

Цена 1300 р.

Изложены основы строительно-монтажного производства, система обеспечения безопасности при выполнении монтажных работ. Даны основы и практические рекомендации по эффективной деятельности монтажных предприятий и организаций в современных рыночных отношениях. Главное внимание обращено на вопросы технологической подготовки производства, методы осуществления основных монтажных работ, приемы выполнения слесарных, сборочных и вспомогательных работ и обеспечение их безопасного производства. Приведены сведения о составе и технологической структуре процессов и операций, выполняемых при монтаже оборудования промышленных предприятий. Представлены характеристики точности, технические характеристики инструмента, машин и приспособлений, используемых монтажниками. Рассмотрены вопросы испытания и ввода оборудования в эксплуатацию, а также организации оплаты труда в монтажных организациях.

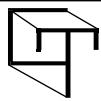
По сравнению со вторым изданием содержание справочника значительно видоизменено, а объем увеличен. Введены новые главы: "Основы строительно-монтажного производства", "Обеспечение безопасности при производстве строительно-монтажных работ", "Нормирование и оплата труда монтажников". Приведены новые виды инструментов и приспособлений и их характеристики. Дополнены отдельные главы и внесены изменения в технологию и процессы монтажа оборудования. Обновлена система стандартов и внесены соответствующие изменения в справочник.

Справочник предназначен для слесарей-монтажников промышленного и технологического оборудования, рабочих смежных специальностей, учащихся специальных учебных заведений, техникумов и колледжей.

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



УДК 621.9.02

А.В. Ничков, канд. техн. наук, доц., **А.С. Перфилов,** А.Г. Ничков, д-р техн. наук, проф.
 (Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,
 г. Екатеринбург)

nav8080@rambler.ru

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СОЧЕТАНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ, ЗАБОРНОГО КОНУСА ЧЕРВЯЧНОЙ МОДУЛЬНОЙ ФРЕЗЫ И СХЕМЫ ЗУБОФРЕЗЕРОВАНИЯ

Приведены результаты сравнительных исследований двух технологических схем зубофрезерования цилиндрических колёс червячными модульными фрезами с заборным конусом. В качестве критерия оптимальности при выборе варианта обработки зубчатого колеса принята технологическая себестоимость операции зубофрезерования.

Ключевые слова: зубофрезерование, заборный конус, режимы резания, технологическая себестоимость операции.

Comparative researches results of two technological layouts for spur gear cutting by the modular worm hob with a relieve cone are adduced. As an optimality criterion at a gear cutting version choice a technological cost price of hobbing operation is accepted.

Key words: hobbing, relieve taper, cutting conditions, operation technological cost price.

В справочной литературе по зубообработке отсутствуют чёткие рекомендации по конструкции, эксплуатации червячных модульных фрез с заборным конусом и выбору схемы зубофрезерования, поэтому вопрос о выборе оптимального сочетания указанных факторов представляет теоретический и практический интерес при нарезании цилиндрических зубчатых колес.

Данное исследование выполнено для двух схем зубофрезерования, отличающихся направлениями витков фрезы, зубьев колеса и осевой подачи, а именно, схемы I (фреза и колесо разноимённые, подача встречная) и схемы III (фреза и колесо одноимённые, подача попутная). Заборный конус расположен на входной стороне фрезы. За основу при проведении данного исследования взяты некоторые сведения из работ [1, 2].

В качестве критерия оптимизации при решении задачи принята технологическая себестоимость С операции зубофрезерования, определяемая по формуле

$$C = t_0 \left(C_p + C_p \frac{t_{cm}}{T} + \frac{\mathcal{E}_i}{T} \right), \quad (1)$$

где t_0 – основное технологическое время, мин; C_p – стоимость одной станкоминуты работы станочника и станка, руб; t_{cm} – время на смену инструмента, мин; T – период стойкости инструмента, мин;

\mathcal{E}_i – затраты на эксплуатацию инструмента за период его стойкости, руб.

Исследовано два варианта нарезания зубьев колеса: первый вариант – черновое нарезание за один проход; второй вариант – чистовое нарезание за один проход без предварительного чернового прохода. Рассмотрим вначале первый вариант обработки зубчатого колеса. Ограничением при выборе осевой подачи в первом случае являлась наибольшая допустимая прочностью зубьев фрезы толщина a_{dop} срезаемого слоя, определяемая по формуле (2)

$$a_{dop} = 0,16\sqrt{m}K_m, \quad (2)$$

где m – модуль, мм; K_m – коэффициент, учитывающий свойства обрабатываемого материала.

Во втором случае ограничением являлись требуемая шероховатость и точность обработки профиля зубьев колеса. Вычислив по формуле (2) значение a_{dop} и подставив его в формулу (3), определим величину допустимой подачи S_{odop} без перегрузки зубьев фрезы:

$$S_{odop} = \left[C_a a_{dop} \Psi^{-\left(b_1 + \ln \left(z_1^{b_6} \beta_1^{b_7} R_{ad}^{b_8} \right) \right)} \times \right]$$

$$\begin{aligned} & \times z_1^{-\left(b_2 + \ln(\beta_1^{b_9} R_{ao}^{b_{10}})\right)} \cdot \beta_1^{-\left(b_3 + b_1 \ln R_{ao}\right)} \times \\ & \times R_{ao}^{b_5} z_0^{\left[\frac{1}{b_4 + \ln(\psi^{b_1} z_1^{b_{13}} \beta_1^{b_{14}} R_{ao}^{b_{15}})}\right]} \end{aligned} \quad (3)$$

где C_a – постоянный коэффициент; ψ – угол заборного конуса фрезы и технологической схемы зубофрезерования на такие параметры, как осевая подача, необходимая длина L_p режущей части фрезы, обеспечивающая полное профилирование зубьев колеса и отсутствие перегрузки зубьев фрезы, путь врезания l_{bp} фрезы в заготовку, стоимость C_p фрезы и её экономическая стойкость T_3 , скорость резания V , основное время t_0 и, наконец, технологическая себестоимость C операции зубонарезания, приведены табл. 4 и 5. Исходными данными для составления таблиц были следующие параметры: $m = 6$ мм, $z_1 = 150$, $\beta_1 = 20^\circ$, $R_{ao} = 75$ мм, $z_0 = 10$, ширина обода колеса $B = 60$ мм, $h_{\text{доп}} = 0,5$ мм, $h_{\text{нач}} = 0,1$ мм, число переточек фрезы $i = 21$, расстояние L_1 от межосевого перпендикуляра до конического участка фрезы равно 20 мм, стоимость одной станкоминуты работы станочника и станка $C_p = 3$ руб/мин. Экономическая стойкость определялась по формуле (5)

$$\begin{aligned} V = & C_v \left(\frac{h_{\text{доп}} - h_{\text{нач}}}{T} \right)^{0,403} \times \\ & \times (\Psi^{(b_1 + \ln(Z_1^{b_7} \beta_1^{b_8} S_0^{b_9} R_{ao}^{b_{10}}))} \cdot Z_1^{b_2} \times \\ & \times \beta_1^{(b_3 + \ln(S_0^{b_1} R_{ao}^{b_{12}}))} \cdot S_0^{(b_4 + b_1 \ln(R_{ao}))} \times \\ & \times R_{ao}^{b_5} Z_0^{b_6})^{-0,403}, \end{aligned} \quad (4)$$

где C_v – постоянный коэффициент; $h_{\text{доп}}$ – допускаемый износ фрезы, мм; $h_{\text{нач}} = 0,05–0,1$ мм – начальный износ фрезы; T – период стойкости фрезы, мин. Значения коэффициентов C_v и b_i приведены в табл. 2 и 3.

Для промежуточных значений модулей скорость резания определяется путём интерполяции.

В качестве примера влияния заборного конуса фрезы и технологической схемы зубофрезерования на такие параметры, как осевая подача, необходимая длина L_p режущей части фрезы, обеспечивающая полное профилирование зубьев колеса и отсутствие перегрузки зубьев фрезы, путь врезания l_{bp} фрезы в заготовку, стоимость C_p фрезы и её экономическая стойкость T_3 , скорость резания V , основное время t_0 и, наконец, технологическая себестоимость C операции зубонарезания, приведены табл. 4 и 5. Исходными данными для составления таблиц были следующие параметры: $m = 6$ мм, $z_1 = 150$, $\beta_1 = 20^\circ$, $R_{ao} = 75$ мм, $z_0 = 10$, ширина обода колеса $B = 60$ мм, $h_{\text{доп}} = 0,5$ мм, $h_{\text{нач}} = 0,1$ мм, число переточек фрезы $i = 21$, расстояние L_1 от межосевого перпендикуляра до конического участка фрезы равно 20 мм, стоимость одной станкоминуты работы станочника и станка $C_p = 3$ руб/мин. Экономическая стойкость определялась по формуле (5)

$$T_3 = \frac{1-m_1}{m_1} \left(t_{\text{см}} + \frac{\mathcal{E}_i}{C_p} \right), \quad (5)$$

где m_1 – показатель степени в зависимости скорости резания от периода стойкости инструмента; $t_{\text{см}}$ – время смены инструмента, мин; \mathcal{E}_i – затраты на инструмент за период его стойкости, руб.

Из табл. 4 видно, что по себестоимости обработка колеса по схеме I ниже, чем по схеме III. Что касается подачи и скорости резания, отметим следующее. С увеличением угла ψ заборного конуса подачу необходимо существенно снижать из-за роста a_{\max} на зубе в месте сопряжения конической и цилиндрической частей фрезы (см. рис.). Скорость резания при нарезании колеса по схеме I фрезой с $\psi = 5^\circ$ можно несколько увели-

Таблица 1
Значения коэффициентов C_a и b_i

Модуль m , мм	Коэффициенты C_a и b_i															
	C_a	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9	b_{10}	b_{11}	b_{12}	b_{13}	b_{14}	b_{15}
3	1,858	0,28	-0,294	1,109	-0,14	-0,09	0,147	-0,274	0,127	-0,036	-0,033	-0,136	-0,11	0,005	0,237	-0,016
10	0,045	0,184	-0,233	0,377	0,216	0,397	0,095	-0,225	0,163	0,031	-0,063	-0,052	-0,158	0,014	0,115	0,016

Таблица 2
Значения коэффициента C_v

Модуль m , мм	Исследуемый интервал ψ и схема зубофрезерования		
	Схема I; $5^\circ \leq \psi \leq 10^\circ$	Схема I; $10^\circ \leq \psi \leq 15^\circ$	Схема III; $5^\circ \leq \psi \leq 15^\circ$
3	1010	56,4	18,04
6	519	1840	-
10	183	22450	8,42

Таблица 3

Значения коэффициентов b_i

m , мм	Угол ψ и схема зубофрезерования	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9	b_{10}	b_{11}	b_{12}	b_{13}
3	Схема I; $5^\circ \leq \psi \leq 10^\circ$	3,133	-0,256	2,0	-0,671	0,375	-0,9	0	-0,806	0	0	0,383	-0,36	0
	Схема I; $10^\circ \leq \psi \leq 15^\circ$	1,253	-0,153	-1,04	-0,146	-0,602	-0,9	0	0	0	0	0,148	0	0
	Схема III; $5^\circ \leq \psi \leq 15^\circ$	0,15	-0,216	-1,02	-0,208	-0,832	-0,9	0	0,255	0	0	0,191	0	0
6	Схема I; $5^\circ \leq \psi \leq 10^\circ$	1,263	-0,36	2,354	0,484	0,154	-0,9	0	-0,591	-0,274	0,37	0,189	-0,48	0
	Схема I; $10^\circ \leq \psi \leq 15^\circ$	2,991	-0,2	1,845	-0,23	0,63	-0,9	0	-0,565	0	0	0,199	-0,369	0
10	Схема I; $5^\circ \leq \psi \leq 10^\circ$	-1,574	-1,07	2,31	1,264	0,671	-0,9	0,397	-0,356	-0,208	0,412	0,16	-0,549	-0,191
	Схема I; $10^\circ \leq \psi \leq 15^\circ$	2,38	-0,152	3,39	0,757	2,34	-0,9	0	-0,44	0	0	0,202	-0,776	-0,219
	Схема III; $5^\circ \leq \psi \leq 15^\circ$	-0,312	0,164	-1,234	0,325	-0,928	-0,9	0	0,408	0	0	0	0	0

Таблица 4

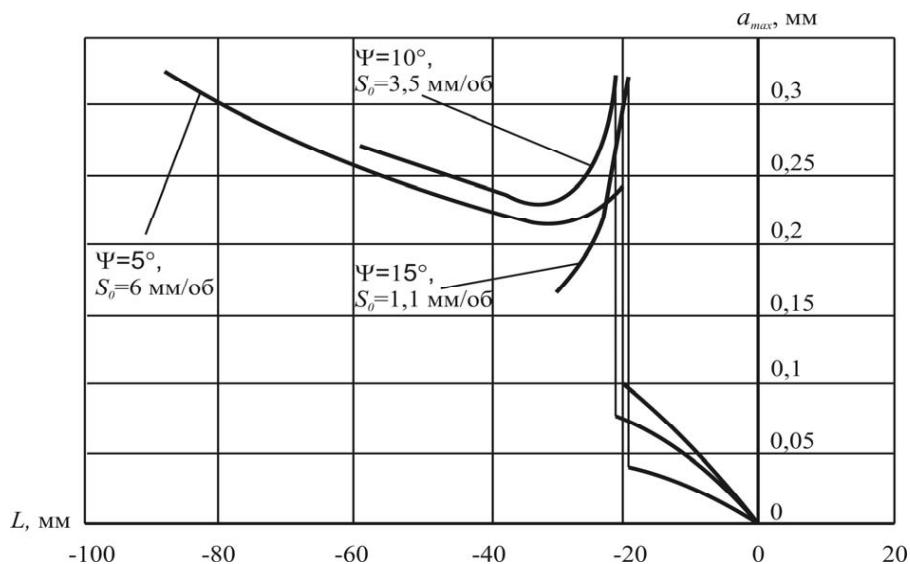
Результаты расчета рациональных параметров зубофрезерования при черновой обработке

Параметры зубофрезерования	Угол заборного конуса ψ , град.							
	0		5		10		15	
	Технологическая схема							
	I	III	I	III	I	III	I	III
$S_{\text{одоп}}$, мм/об	7,5		6,0		3,5		1,1	
L_p , мм	148	141	113	106	86	75	57	51
$l_{\text{вр}}$, мм	68	58	54	50	49	47	48	47
$C_{\text{и}}$, руб.	16 283	15 618	12 931	12 252	10 293	9 202	7 391	6 780
$T_{\text{з}}$, мин	446	431	368	352	307	281	238	224
V , м/мин	23,5	20,4	27,3	22	27,3	18,5	28,5	24,1
t_o , мин	55	59	53	61	87	110	264	312
C , руб./оп	278	297	268	306	438	552	1324	1567

Таблица 5

Результаты расчета рациональных параметров зубофрезерования при чистовой обработке

Параметры зубофрезерования	Угол заборного конуса ψ , град.							
	0		5		10		15	
	Технологическая схема							
	I	III	I	III	I	III	I	III
$S_{\text{одоп}}$, мм/об	1,0							
L_p , мм	138	125	102	90	77	61	56	50
$l_{\text{вр}}$, мм	68	58	54	49	49	47	48	47
$C_{\text{и}}$, руб.	15 332	14 088	11 862	10 687	9 401	7 797	7 290	6 677
$T_{\text{з}}$, мин	424	396	344	316	286	248	236	221
V , м/мин	42,7	36,9	43,7	30,9	34,7	27	29	24,6
t_o , мин	228	245	200	272	240	306	285	336
C , руб./оп	1148	1231	1007	1367	1207	1538	1431	1688



Графики распределения максимальных толщин срезаемых слоев вдоль оси фрезы

чить по сравнению с фрезой без заборного конуса, правда, при $\psi = 10\text{--}15^\circ$ скорость резания возрастает незначительно.

С увеличением ψ уменьшается длина L_p режущей части фрезы, путь врезания l_{bp} , стоимость фрезы C_i (с 16283 до 7391 руб.), сначала несколько сокращается основное время с увеличением ψ от 0 до 5° , а затем при $\psi = 10\text{--}15^\circ$ резко возрастает. И, наконец, анализ изменения себестоимости показал следующее. Наиболее рациональным при нарезании данного зубчатого колеса оказалось применение фрезы с заборным конусом $\psi = 5^\circ$ по схеме I ($C = 268$ руб./оп). Дальнейшее увеличение ψ до 10 и 15° приводит к росту себестоимости соответственно до 438 и 1324 руб./оп. При нарезании колеса по схеме III себестоимость операции с ростом ψ от 0 до 15° непрерывно возрастает от 297 до 1567 руб./оп.

Результаты аналогичных расчетов при чистовом нарезании такого же зубчатого колеса за один проход приведены в табл. 5. Естественно, что подача здесь выбиралась не из условия прочности зубьев фрезы, а из ограничений по шероховатости и волнистости поверхности зубьев нарезаемого колеса. Из анализа табл. 5 (схема I) видно, что характер изменения L_p , l_{bp} , C_i , и T в зависимости от ψ аналогично их изменению в предыдущем примере чернового зубофрезерования и только V резко снижается с ростом ψ от 10° и далее. Наиболее рациональным по себестоимости оказался вариант обработки зубчатого колеса фрезой с заборным конусом $\psi = 5^\circ$ по сравнению с $\psi = 0^\circ$ себестоимость снизилась с 1148 до 1007 руб./оп. При нарезании колеса по технологической схеме III себестоимость операции с ростом ψ от 0 до 15° непрерывно увеличив-

ается с 1231 до 1688 руб./оп, т. е. аналогично предыдущему случаю чернового нарезания колеса по схеме III.

Из вышеизложенного следует, что:

угол заборного конуса червячной фрезы оказывает существенное влияние на технологические, конструктивные и стоимостные параметры зубофрезерования;

схема зубофрезерования влияет на выбор оптимального угла заборного конуса фрезы;

в технологической схеме I увеличение угла ψ более $5\text{--}8^\circ$ не рационально, так как приводит к значительному увеличению себестоимости операции зубофрезерования; в технологической схеме III заборный конус в рассматриваемом случае применять не рекомендуется из-за непрерывного роста себестоимости операции зубофрезерования с увеличением угла ψ от 0° до 15° ;

заборный конус иногда приходится делать из-за недостаточной длины имеющейся червячной фрезы при нарезании колеса с большим числом зубьев, или по той же причине длина фрезы при её проектировании без заборного конуса оказывается весьма значительной и не рациональной в изготовлении и эксплуатации.

Библиографические ссылки

1. Ничков А.В. Исследование износа червячных модульных фрез с заборным конусом в технологических схемах зубофрезерования: Автореф. дис. канд. техн. наук. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2004. 26 с.

2. Ничков А.Г. Основы комплексного исследования процесса зубофрезерования и оптимизации его конструктивных и технологических параметров в простых и комбинированных схемах нарезания зубчатых колес червячными фрезами: дис ... д-ра техн. наук. Тула: 1991. 43 с.

УДК 681.5.015

С.В. Кривошеев, Д.Р. Орманов

(Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики)

krivosheev.sergey89@gmail.com

ОПТИМИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ КИНЕМАТИКИ ДЛЯ ТВЁРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ МНОГОЗВЕННОГО МАНИПУЛЯТОРА В СРЕДЕ MATLAB МЕТОДОМ ПЕРЕБОРА

Рассмотрена проблема оптимизации движения многозвенного манипулятора с большим количеством степеней свободы, а также моделирование этого процесса. Для разрешения поставленных проблем был осуществлён импорт модели в среду математического моделирования, а затем реализован алгоритм, позволяющий найти оптимальное решение для обратной задачи кинематики с заданной погрешностью.

Ключевые слова: оптимизация движения, многозвенный манипулятор, моделирование сложных систем, обратная задача кинематики.

The movement optimization problem of the multilink manipulator with a large number degrees of freedom and this process modeling too is considered. For the raised problems decision model import to mathematical modeling environment was carried out, and then the algorithm, allowing to find the optimum decision for a kinematics inverse task with the specified error is realized.

Key words: movement optimization, multilink manipulator, complex systems modeling, inverse kinematics inverse task.

На нынешнем уровне развития науки и техники важную роль в создании разнообразных устройств и механизмов играет этап анализа разрабатываемого объекта и, в особенности, его движения. Системы автоматизированного проектирования (САПР), использующиеся в производстве обладают целым рядом достоинств и большим количеством дополнительных функций, позволяющих проанализировать полученный объект с точки зрения его физико-механических свойств. Они позволяют симулировать внешнее воздействие на отдельные компоненты разрабатываемого узла такие как изгиб, кручение и т. д. Некоторые пакеты САПР позволяют даже задавать простые варианты движения и взаимодействия звеньев внутри механизма посредством манипуляции мышкой с захваченной деталью или с помощью не сложного заданного закона движения (например, линейно возрастающего). Однако именно вопрос движения узлов в данных типах программ развит наиболее слабо.

Вопрос оптимизации мехатронных и робототехнических устройств является крайне актуальным в связи с целым рядом факторов. Во-первых, ежегодное увеличение промышленных роботов, появление новых и модернизация старых устройств требуют постоянного улучшения качества производимой работы, т. е. большей скорости, точности, уменьшения используемых ресурсов и т. д. Во-вторых, при разработке подоб-

ных устройств предпочтительным является компьютерное моделирование, так как оно фактически не требует вложения денег на создание опытной модели разрабатываемого устройства, что значительно сокращает расходы выпускающих предприятий. С точки зрения математического описания и аналитического изучения эти объекты представляют большие трудности в силу значительного числа степеней подвижности [1]. Одним из наиболее удобных способов решения данных задач являются пакеты программ предлагаемых компанией MathWorks, MatLab и Simulink.

Перед авторами была поставлена задача создания алгоритма, находящего оптимальное перемещение многозвенного манипулятора из начальной точки до задаваемой точки в его сервисной зоне, а также визуализация полученного результата. Для решения задачи необходимо было импортировать твердотельную модель в среду MatLab. Импорт твердотельной модели был осуществлен с помощью программы SimMechanics и её дополнительного модуля SimMechanicsLink. Возможности данного модуля позволяют импортировать из некоторых САПР-пакетов (Inventor, ProEngineer, SolidWorks, а в версии 2012 г. из любой программы) твердотельные модели, изменяя соответствующее расширение таким образом, чтобы MatLab мог выстроить в своём пространстве полноценную визуальную модель с сохранени-

ем физико-геометрических параметров (модели сохраняются в формате .xml). Данный перенос из проектировочной среды в среду математическую позволяет применять разработчику весь спектр возможностей данной программы для анализа движения разрабатываемого объекта и воздействия на него различных внешних сил [2].

После установки необходимых файлов для импорта была выбрана разработанная модель манипулятора. С инструкцией по импорту можно ознакомиться на сайте компании разработчика. Важно отметить, что чем большим количеством мелких деталей обладает сборка, тем больше времени займёт сохранение объекта. Поэтому, если имеются ограничения во времени и мощностью ПК, стоит сохранять упрощённую модель с выставленными сопряжениями, установленными таким образом, чтобы реализовывалось то движение, которое необходимо исследовать и симулировать.

После сохранения модели в формате .xml открывается получившееся изображение в MatLab. Важно чтобы рабочая директория совпадала с местом хранения файла, иначе модель в среде MatLab сохраняя все параметры, будет отражаться не корректно. В диалоговом окне так же доступна функция обновления модели, т. е. нет необходимости при обновлении и доработке модели, каждый раз загружать новую модель, а достаточно будет обновить уже имеющуюся, программа сама внесёт все дополнения изменения.

После импорта в среду MatLab строит привычную блочную схему и в зависимости от того, какие сопряжения были использованы, устанавливает связи между звеньями, тем самым определяя, какие движения они могут совершать. Если открыть один из блоков Body, то можно обнаружить, что каждый блок обладает определёнными параметрами: весом, геометрией, количеством входов. Эти данные формируются на основании той модели, которая переносится из среды CAD-программы. Для уточнения модели был изменён вес некоторых звеньев с учётом упрощений, которые были допущены.

MatLab самостоятельно устанавливает точку в пространстве, за которой закреплена данная модель. Этот момент является важным, так как в прикрепленном блоке Machine Environment необходимо изменить показания действующих на систему по координатам сил, в противном случае при первом и дальнейших запусках объект будет совершать хаотичные движения, вызванные действием силы тяжести. Поэтому изначально вводится упрощение об отсутствии действующих на манипулятор внешних сил. Манипулятор работает в угловой системе координат [3].

Решение поставленной задачи относительно автоматического поиска оптимальных углов по-

ворота свелось к следующим шагам. Было составлено 13 переходных матриц размером 4×4 по числу степеней подвижности объекта.

Матрицу перехода в нераскрытом виде представим следующим образом:

$$M_{ij} = \begin{bmatrix} \cos(x_i^{\wedge}x_j) \cos(x_i^{\wedge}y_j) \cos(x_i^{\wedge}z_j) x_i^{Oj} \\ \cos(y_i^{\wedge}x_j) \cos(y_i^{\wedge}y_j) \cos(y_i^{\wedge}z_j) y_i^{Oj} \\ \cos(z_i^{\wedge}x_j) \cos(z_i^{\wedge}y_j) \cos(z_i^{\wedge}z_j) z_i^{Oj} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Стоит отметить, что на самом схвате каждый «палец» имеет три степени подвижности, что, естественно, усложняет систему, но в тоже время придаёт ей некоторую схожесть с анатомией живых объектов. С помощью этих матриц изначально решалась прямая задача для манипулятора. Рабочие выражения в данных матрицах расположены на 1-й, 2-й, 3-й строках четвёртого столбца. Выражение, расположенное в первой строке, описывает перемещение одного звена относительно другого по координате X , выражение во второй строке описывает перемещение по координате Y , выражение в третьей строке описывает перемещение по координате Z . В эти выражения введены углы поворота каждого звена и обозначены как q_1, q_2, \dots, q_{13} .

Затем был выбран алгоритм оптимизации, позволяющий получать верные результаты с заданной степенью погрешности. Суть алгоритма заключается в том, что изначально задаются длины звеньев манипулятора и задаётся конечное положение схвата в рабочей зоне манипулятора. После того, как были введены необходимые и желаемые данные, программа начинает автоматически перебирать с заданным шагом ($r = 0,001$) все углы, на которые может повернуться одно звено относительно другого, с учётом вводимых конструктивных ограничений. После этого выбранные углы вводятся в выражения, характеризующие перемещение по X, Y, Z . В итоге программа находит ту комбинацию углов, при которой движение схвата манипулятора к заданной точке в рабочей зоне будет оптимальным, т. е. выполняется поставленная задача.

Стоит отдельно остановиться на вопросе вводимой погрешности. Была введена погрешность равная 0,00015. В данном случае время, затрачиваемое на поиск оптимального решения, составляет несколько секунд, что в условиях реального рабочего процесса достаточно много, поэтому важно соблюсти баланс между временем, затрачиваемым системой на поиск решений для многозвенных механизмов, и большим количеством степеней

подвижности и точностью находимого решения. Малая погрешность (около 0,1) обеспечивает достаточную точность позиционирования, а погрешность в случае критически большого её значения может быть доработана введением системы обратной связи.

Таким образом, был создан алгоритм позволяющий найти оптимальное решение обратной задачи кинематики для манипулятора с трёхпалым схватом, обладающим тринадцатью степенями подвижности. Алгоритм является универсальным и требует небольшого количества времени и доработки в случае поиска решения для манипуляторов с большими или меньшим количеством степеней подвижности. Удалось также визуализировать полученный результат и апробировать его на полноценной твердотельной модели манипулятора.

В дальнейшем представляется возможным разработать с помощью MatLab дружественный интерфейс и использовать полученные результаты в учебном процессе. Помимо этого данный алгоритм является реально работающим, что позволяет надеяться на его применение по назначению, т. е. при работе манипуляторов.

Библиографические ссылки

1. Юревич Е.И. Основы робототехники. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: БХВ-Петербург, 2007. 416 с.
2. Teaching Mechatronics Using MATLAB and Simulink. URL: <http://www.mathworks.com/matlabcentral/linkexchange/links/1896-teaching-mechatronics-using-matlab-and-simulink> (дата обращения 31.12.2009).
3. Попов Е.П. Основы робототехники: Введение в специальность: учеб. для вузов по спец. «Робототехн. системы и комплексы». М.: Высш. шк., 1990. 224 с.

УДК 65.01

В.Л. Белоусов, д-р экон. наук, проф., Д.Ю. Денисов

(Московский государственный университет приборостроения и информатики)

dmitry.denisov@live.ru

ФОРМИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССА ВЫПОЛНЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

Рассматривается механизм контроля процесса выполнения научно-исследовательских работ (НИР). Показаны этапы формирования плана контроля выполнения НИР и процесс определения сроков проверки исполнения НИР на основе метода экспертных оценок.

Ключевые слова: план контроля, научно-исследовательская работа, информационно-процедурная модель, экспертная оценка, эксперт.

The monitoring mechanism of the research implementation process (RIP) is considered. The monitoring plan formation stages of the RIP implementation and the inspection date definition process of the RIP implementation on the basis of expert valuations are shown.

Key words: monitoring plan, research work, information and procedural model, expert valuation, the expert.

Процесс выполнения исследовательских работ, как правило, ведётся на основании технического задания и календарного плана их проведения, которые формируются разработчиком и утверждаются заказчиком.

Пример календарного плана проведения работ по НИР представлен на рис. 1 (форма 1), который отвечает требованиям п. 4.4 ГОСТ 15.1.101-98.

Как известно, контроль процесса выполнения исследовательских работ должен проводиться на плановой основе. Рассмотрим порядок разработки плана контроля данного процесса (рис. 2).

План контроля процесса выполнения НИР (далее – План контроля) является основополагающим документом, на базе которого формируются процедуры управления исследовательскими процессами, включая, например, государственные контракты или договоры на проведение НИР. В результате контроля указанных объектов необходимо ответить на три вопроса: ЧТО, КТО, КОГДА? Следовательно, при формировании Плана контроля целесообразно включить в него некоторые реквизиты календарного плана проведения работ по НИР (см. рис. 1): наименование этапов, содержание выполняемых работ и разрабатываемых документов. Кроме того, в План контроля должны войти графы «Ответственные исполнители исследований» и «Дата исполнения исследований».

Форма 1

(наименование научно-исследовательской работы)

№ п/п	Наименование этапов	Содержание выполняемых работ	Перечень документов, разрабатываемых на этапе	Срок выполнения (начало – окончание)	Цена НИР, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6

Рис. 1. Календарный план проведения работ по НИР

Следует отметить, что проверки могут проводиться в рамках предварительного, текущего и последующего контроля. Количество проверок зависит от длительности установленного срока выполнения работы и в каждом конкретном случае определяется исходя из сложившейся обстановки, значимости работы и т. д. Однако на практике установлено, что независимо от времени, отведенного на выполнение работы, для каждого из них должна быть обязательно предусмотрена превентивная и завершающая проверка. В данном случае превентивная проверка обеспечивает предупредительный контроль до завершения работы в целях устранения возможных отклонений в работе. На основании завершающей проверки даётся оценка выполнения работы, принимается решение о снятии данной работы с контроля или продлении сроков её исполнения.

На рис. 3 представлена временная диаграмма проверки хода выполнения работы. В данном случае под работой следует понимать все мероприятия, которые включены в графы 3 и 4 формы 1 (см. рис. 1). В качестве примера в диаграмме указаны две проверки, включая завершающую.

С учётом этих замечаний предлагается План контроля процесса выполнения НИР, представленный на рис. 4 (см. форму 2).

Для создания Плана контроля следует определить информационные источники для заполнения формы 2.

В графы 1–3, 5, 7 и 9 указанной формы включается информация, содержащаяся соответственно в графах 1–4 календарного плана проведения работ по НИР (см. рис. 1). Что касается исполнителей НИР (см. графы 4 и 8), то они назначаются её научным руководителем при открытии темы НИР. Графы 5 и 9 формы 2 (см. рис. 4) заполняют информацией из графы 5 формы 1 (см. рис. 1), в которой указываются сроки выполнения НИР или сроки выполнения каждого её этапа.

Таким образом, для создания Плана контроля осталось определить даты начала проверки исполнения по каждой работе, входящей в НИР, и каждому документу, разрабатываемому на данном этапе (см. графы 6 и 10 формы 2).

Для проверки сроков исполнения работ (см. рис. 3) необходимо определить: дату начала проверки t_{DH} , дату истечения срока проверки t_{DC} и срок самой проверки t_h . При этом следует иметь в виду, что количество проверок, как правило, устанавливают научные руководители или ответственные исполнители НИР. Кроме того, для обеспечения превентивного контроля им необходимо определить время на проверку t_h и дату начала проверки t_{DH} соответственно.

Следует отметить, что t_h можно представить в целом как срок проверки исполнения исследовательских работ, проводимых в рамках конкретных НИР.

Время t_h в общем случае должно включать временные затраты на извещение исполнителей и проверяющих о приближении срока исполнения работы, оформление исполнителями необходимых материалов о её выполнении и представление их проверяющему, оценку результатов выполнения работы проверяющим и научным руководителем НИР.

При использовании компьютеров для контроля извещение исполнителей и проверяющего осуществляется параллельно во времени по локальной сети, при неавтоматизированном контроле – последовательно, например, лицом, ведущим журнал или картотеку работ, поставленных руководителем на контроль.

Рассмотрим процесс определения сроков проверки исполнения исследовательских работ.

На рис. 5 представлена модель проверки исполнения исследовательских работ.

Указанная модель может быть использована и для проверки подготовки документов, отражающих результаты исследований.

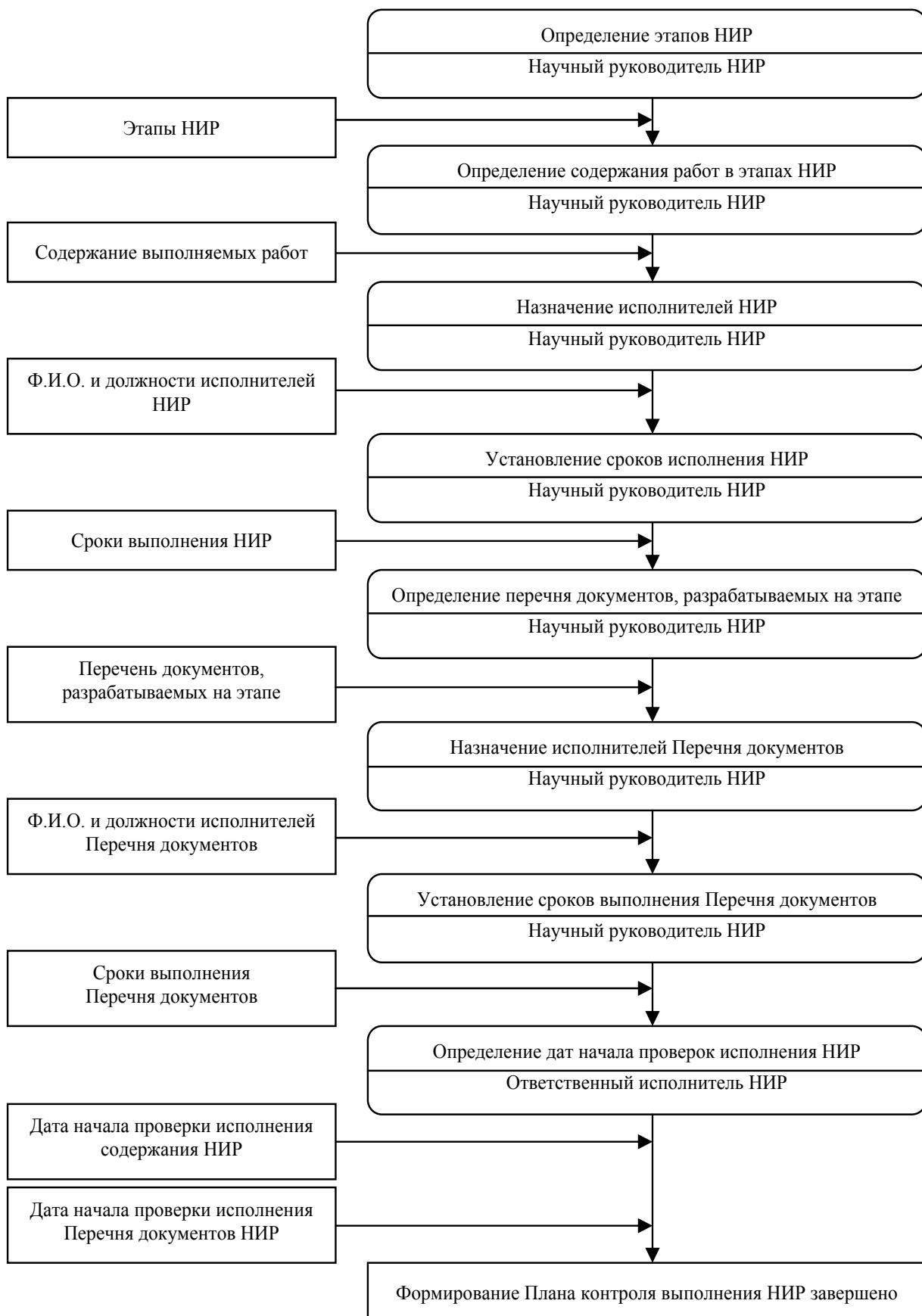


Рис. 2. Информационно-процедурная модель формирования плана контроля выполнения научно-исследовательской работы

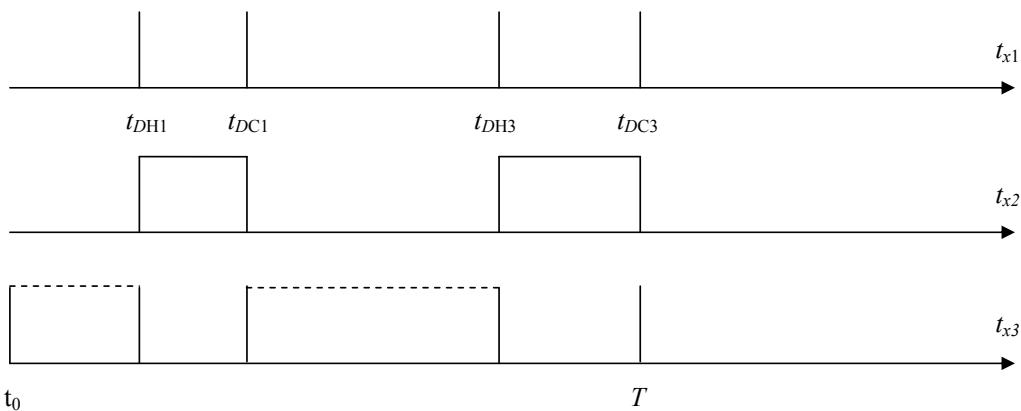


Рис. 3. Временная диаграмма проверки ходы выполнения работы:

t_x1 – ось дат; t_x2 – ось времени периода проверки t_h ; t_x3 – ось времени периода выполнения работы;
 t_{DH1} , t_{DH3} – даты начала превентивной и завершающей проверок соответственно;
 t_{DC1} , t_{DC3} – даты истечения сроков превентивной и завершающей проверок соответственно;
 t_0 – начало отсчета выполнения работы; T – установленное время выполнения работы

Следует отметить (см. рис. 5), что исполнители могут выполнять работу независимо друг от друга параллельно во времени, а проверяющий – только последовательно, получая необходимую информацию от каждого исполнителя. К этому необходимо добавить, что проверяющим следует считать лицо, назначенное ответственным за контроль хода выполнения данной работы в целом. В то же время проверяющий может обеспечивать контроль лично или привлекать для этой цели комиссию, использовать другие формы проверки. Однако за результаты контрольной работы несёт ответственность только он. Из этого следует, что проверяющий, как и научный руководитель работы, может быть только один. Следовательно, математическое выражение определения t_h можно представить в виде:

$$t_h = (nl + 1) * t_{oi} + t_{ip} + \sum_1^n t_{kn} + t_p, \quad (1)$$

где n – число исполнителей; $l = 1$ при неавтоматизированном контроле и $l = 0$ при компьютерном контроле; t_{oi} – время оповещения одного исполнителя или проверяющего о приближении срока исполнения работы; t_{ip} – наибольшее время, необходимое одному из n исполнителей на представление проверяющему отчёты о материалах; t_{kn} – время, затрачиваемое проверяющим на оценку выполнения работы n -м исполнителем; t_p – время, затрачиваемое руководителем на оценку результатов выполнения работы.

Зная дату завершения работы t_{DC} , легко определить дату начала проверки t_{DH} , используя t_h (см. рис. 3).

Если принять, что процесс выполнения работы является условно непрерывным, и она прерыва-

ется только на период её проверки исполнения (см. рис. 3), то можно сделать следующий вывод: чем больше проверок, тем меньше остаётся времени на выполнение работы. Практически приемлемым может быть такое соотношение, когда совокупное время проверок составляет не более 7–10 % от общего времени выполнения самой работы.

С учётом данного замечания перейдём к оценке соотношения продолжительности проверок хода выполнения работы к общему времени, предусмотренному на выполнение этой работы. Данное соотношение должно удовлетворять следующему неравенству:

$$\sum_1^k t_{hk} < 0,1T, \quad (2)$$

где k – количество проверок; t_{hk} – время, расходуемое на одну k -ю проверку; T – установленное время завершения работы.

Если не удовлетворяется неравенство (2), то необходимо или сократить время проверок и их число, или увеличить бюджет времени на выполнение работы.

Для получения необходимой информации, содержащей затраты времени на проверку исполнения i -й исследовательской работы t_{oii} , t_{ipi} , ..., t_{kni} , t_{pi} (см. выражение 1) возможно применение следующих методов: метода моментных наблюдений, самофотографии рабочего дня, опытно-статистических методов, расчетно-аналитических методов и метода экспертных оценок. В случае отсутствия каких-либо статистических данных о сроках выполнения работ возможно использование только методов экспертных оценок, в связи с чем они

Форма 2

ПЛАН
контроля процесса выполнения НИР

(наименование научно-исследовательской работы)

№ п/п	Наименование этапов	Содержание выполняемых работ	Ф.И.О. и должность исполнителя (соисполнителя)	Срок выполнения (начало – окончание)	Дата начала проверки исполнения			Перечень документов, разрабатываемых на этапе	Ф.И.О. и должность исполнителя (соисполнителя)	Срок выполнения (начало – окончание)	Дата начала проверки исполнения		
					Первая проверка, t_{DH1p}	Вторая проверка, t_{DH2p}	Завершающая проверка, t_{DH3p}				Первая проверка, t_{DH1q}	Вторая проверка, t_{DH2q}	Завершающая проверка, t_{DH3q}
1	2	3	4	5				6		7	8	9	10

Рис. 4. План контроля процесса выполнения НИР

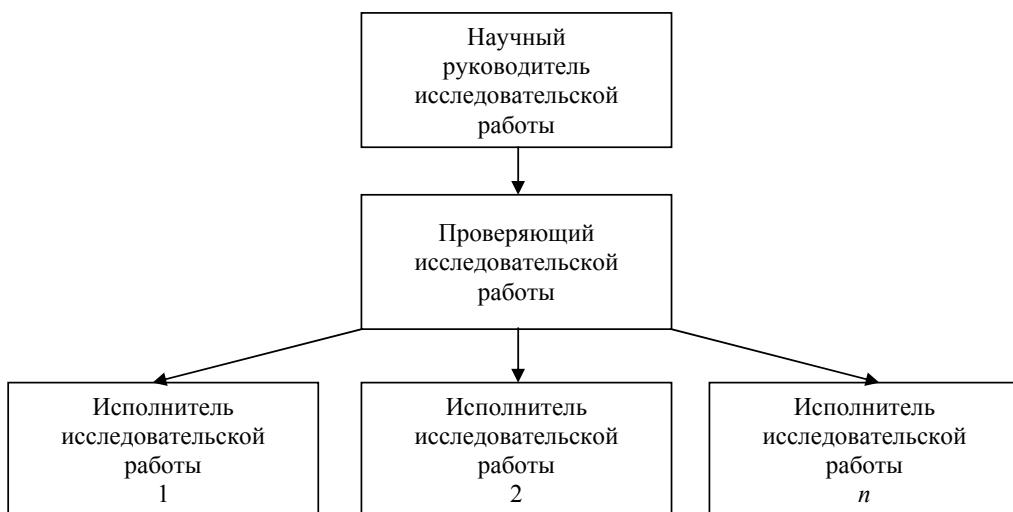


Рис. 5. Модель проверки исполнения исследовательских работ

рекомендованы для проведения указанных расчётов (рис. 6).

В этом случае экспертиза как процесс получения экспертных оценок будут состоять из следующих этапов: выбор метода экспертных оценок, подбор экспертов (определение качественного и количественного состава экспертов), разработка алгоритма обработки экспертных оценок, разработка процедур и форм (методики) опроса экспертов [1].

Характерными особенностями методов экспертных оценок как научного инструмента решения сложных неформализуемых проблем являются научно обоснованная организация всех этапов экспертизы (процесс получения экспертных оценок), применение количественных методов, как при организации экспертизы, так и при оценке суждений экспертов и формальной групповой обработке результатов.

Для решения проблем данного класса успешно применяются методы математической статистики, основанные на определении данных, поскольку эксперты в данном случае рассматриваются как качественные источники информации, а их суждения группируются вблизи истинного значения. Определение затрат времени на выполнение каждой i -й работы НИР обеспечивается сотрудниками исследовательской организации, поскольку они являются «аккумуляторами» достаточного уровня знаний и опыта, базирующихся с одной стороны, на сложившихся в рассматриваемой области традициях этой организации, которые они, как эксперты, представляют и, с другой стороны, на личном опыте работы в данном научном направлении.

Затраты времени на выполнение этапов НИР в силу того, что они зависят от многих внутренних

и внешних факторов, могут рассматриваться как непрерывные случайные величины.

Для полной характеристики случайной величины необходимо и достаточно знать перечень всех возможных её значений и вероятность появления каждого из этих значений, т. е. знать закон распределения вероятностей случайной величины.

Выбор закона распределения и, как следствие, статистических характеристик, применяемых при первичной обработке экспертной информации, зависит от количества чисел, с помощью которых выражается мнение отдельных экспертов. Известно, что такие числа в виде точечных экспертных оценок, или как их ещё называют «оценки типа времени осуществления события», могут быть выражены в виде одного числа (одноточечные оценки), двух чисел (интервальные оценки), трёх и более чисел (квартильные и квантильные оценки) [2].

Более удобной и наиболее часто принимаемой на практике оценкой продолжительности операций является определение возможных границ, т.е. интервальные оценки, между значениями которых, по мнению эксперта, находится истинное значение временной характеристики. Этими границами являются: минимальное время a , за которое может быть выполнена данная операция при самом благоприятном стечении обстоятельств (оптимистическая оценка), и максимальное время b , которое требуется на выполнение операции при самых неблагоприятных условиях (пессимистическая оценка)[3].

Интервальная оценка, как наиболее простая форма представления мнений экспертов, учитывая особенности выполнения научных исследований, принята в настоящей методике. При выборе законов распределения вероятностей были рас-

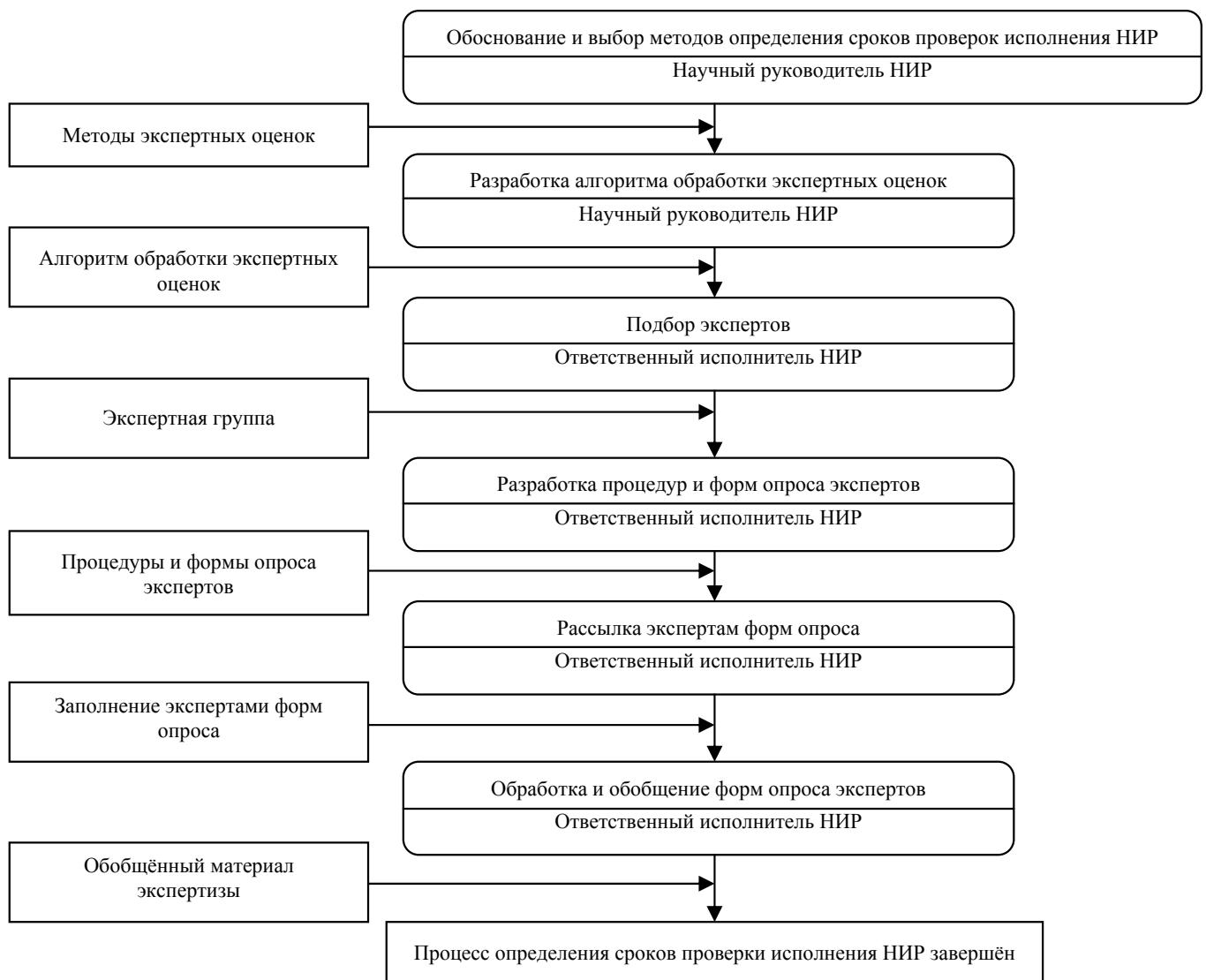


Рис. 6. Информационно-процедурная модель процесса определения сроков проверки исполнения научно-исследовательской работы

смотрены только те законы, для которых известны формулы расчёта параметров распределения по двум оценкам продолжительности операции, даваемым экспертами. К таким законам распределения вероятностей относятся: законы, обладающие нулевой асимметрией (нормальный, равномерный, треугольный); законы, обладающие положительной асимметрией (бета-распределение, логарифмически-нормальный закон) [4].

Выберем из перечисленных законов нормальный закон распределения вероятностей с нулевой асимметрией, как наиболее соответствующий объекту экспертизы, имеющий следующее выражение определения значений случайной величины внутри заданного интервала:

$$(a+b)/2 .$$

Таким образом, принимаем, что расчёт одноточечных или точечных экспертных оценок производится по формуле 2:

$$\hat{i} = (a_i + b_i)/2. \quad (3)$$

Перейдём к формированию обобщённой экспертной оценки. Одноточечные оценки в пределах конкретной работы, входящей в состав НИР, можно представить как точки числовой (временной) оси и рассматривать их как реализации случайной величины. Поэтому для оценки центра группировки и разброса этих точек рекомендуется использовать методы математической статистики.

Выбор статистических характеристик, применяемых при обработке точечных экспертных оце-

нок, зависит от вида распределения экспертных оценок. Установление соответствия эмпирического распределения случайной величины (точечных экспертных оценок) какому-либо теоретическому или гипотетическому распределению осуществляется с помощью сравнительных статистик – критериев согласия.

Проведённые расчёты позволяют выдвинуть нуль-гипотезу о принадлежности выборок к нормальному распределению.

Статистическая проверка соответствия распределения точечных экспертных оценок нормальному распределению включает следующие основные этапы [5]:

на основе полученных данных (экспертной информации) вычисляется некоторое число, называемое критерием согласия;

определяется вероятность получения вычисленного критерия при условии, что закон распределения выбран правильно;

вычисленная вероятность сравнивается с принятым значением, так называемой «малой» вероятностью, при этом если вероятность вычисленного критерия мала (меньше табличного), то выдвинутая нуль-гипотеза отвергается, а если вероятность вычисленного критерия не мала, то выдвинутая нуль-гипотеза подтверждается.

В математическом анализе с известной степенью условности считается «малой» вероятность, равная 0,10; 0,05 и менее.

Особенностью реализации рассматриваемой случайной величины (точечных экспертных оценок) является их малый объем выборки ($n < 10$). В качестве критерия согласия для проверки малых выборок на соответствие нормальному распределению может быть использовано отношение R/S , где R – размах или разность между наибольшими значениями в выборке, S – среднеквадратическое (стандартное) отклонение. В статистическом анализе с известной степенью условности при задании уровня значимости α используется принцип практической невозможности маловероятных событий, согласно которому считают значимыми только такие расхождения, вероятность появления которых $p < 0,01$. Поскольку $p = 1 - \alpha$, то принимаем $\alpha = 0,99$. Если рассчитанное отношение R/S находится внутри критических границ, то нуль-гипотеза подтверждается, в противном случае – она отвергается, т. е. нормального распределения нет.

Собранные у экспертов оценки целесообразно подвергнуть предварительному вероятностному анализу для выявления аномальных значений, так как слишком большие и слишком малые значения внутри ряда умеренно различающихся измерений могут вызвать нарушение нормального распределения.

Выявление аномальных значений в выборке может быть осуществлено с помощью статистики \hat{M} [6]. Для этого:

1) измерение значения выборки необходимо упорядочить по величине:

$x_1 < x_2 < \dots < x_n$ – для отсеивания минимального значения выборки;

$x_1 > x_2 > \dots > x_n$ – для отсеивания максимального значения выборки.

В обоих случаях x_1 соответствует экстремальному значению.

2) вычисляется статистика M :

$$\hat{M} = \frac{x_n - x_{n-1}}{x_n - x_1} \quad (\text{для } n = 3-7) \quad (4)$$

или

$$\hat{M} = \frac{x_n - x_{n-1}}{x_n - x_2} \quad (\text{для } n = 8-10), \quad (5)$$

которая затем сравнивается с границами значимости [6].

Если статистика M равна или превосходит табличное значение границы, соответствующее заданному уровню значимости $p = 0,05$ и объёму выборки n , то принимается, что проверяемое экстремальное значение принадлежит другой генеральной совокупности, для данного ряда измерений является излишним, и, как следствие, исключается из рассмотрения. При этом для сохранения репрезентативности выборки, поскольку она и так является малой, а также для учета влияния аномального значения, рекомендуется заменить его на среднее значение выборки. Выполнив эту процедуру, определим центр группировки одноточечных экспертных оценок, которым в рассматриваемом случае является точечная оценка t_{kj} [6]:

$$\hat{t}_{kj} = \frac{1}{n_{kj}} \sum_{i=1}^{n_{kj}} \hat{t}_{ji}, \quad (6)$$

где n_{kj} – количество работ, принадлежащей kj -й выборке; \hat{t}_{ji} – точечная оценка kj -го эксперта.

Разброс точечных оценок экспертов t_{kji} относительно среднего значения kj -й выборки находится из выражения:

$$\hat{D}_{kj} = \frac{1}{n_{kj}-1} \sum_{i=1}^{n_{kj}} (\hat{t}_{kji} - \hat{t}_{kj})^2. \quad (7)$$

Степень однородности (согласованности) точечных экспертных оценок kj -й выборки опреде-

ляется с помощью числовой меры, называемой коэффициентом вариации, по формуле:

$$V_{kj} = \frac{\sqrt{\hat{D}_{kj}}}{t_{kj}}. \quad (8)$$

Согласованность точечных оценок экспертов в k_j -й выборке считается достаточной при условии выполнения следующего требования:

$$V_{kj} < V_{kj\text{доп}}. \quad (9)$$

Выполнение условия (9) указывает на статистическую надёжность полученных результатов. Допустимое значение коэффициента вариации $V_{kj\text{доп}}$ определяется требуемой точностью оценки, т. е. допустимым доверительным интервалом $\varepsilon_{\text{доп}}$, соответствующим принятому уровню статистической значимости $p = 0,05$ (или уровню доверия $\alpha = 1 - p = 0,95$) и объёму анализируемой выборки n_{kj} .

Используя критерий Стьюдента, получаем значение доверительного интервала [6]:

$$\varepsilon_1 = \frac{t_{a,n} S_{kj}}{\sqrt{n_{kj} - 1}}, \quad (10)$$

где $t_{a,n}$ – табличное значение, зависящее от уровня доверия и объёма выборки n_{kj} и определяемое по Приложению III [2]; S_{kj} – стандартное отклонение ($S_{kj} = \sqrt{\hat{D}_{kj}}$).

Разделив обе части выражения (10) на t_{kj} , получим

$$\frac{\varepsilon_1}{t_{kj}} = \frac{t_{a,n} S_{kj}}{\hat{t}_{kj} \sqrt{n_{kj} - 1}} \text{ или } \varepsilon_1 = \frac{t_{a,n} V_{kj}}{\sqrt{n_{kj} - 1}}, \quad (11)$$

где ε_2 – относительная погрешность, выраженная в долях t_{kj} .

Допустимое значение относительной погрешности $\varepsilon_{2\text{доп}}$ задано, исходя из отношения половины размаха к среднему значению выборки точечных экспертных оценок. Для всех выборок эта величина не превышает значения, равного 0,35, и поэтому можно принять $\varepsilon_{2\text{доп}} = 0,35$. Для малых выборок табличное значение критерия $t_{a,n}$ определяется для доверительной вероятности:

$$S(t) = \alpha/2 + 0,5$$

или в рассматриваемом случае

$$S(t) = 0,95/2 + 0,5 = 0,975.$$

Из выражения (11) получим следующее выражение для допустимого значения $V_{kj\text{доп}}$:

$$V_{kj\text{доп}} = \frac{\varepsilon_{2\text{доп}} \sqrt{n_{kj} - 1}}{t_{a,n}}. \quad (12)$$

Подставив в выражение (11) значение $\varepsilon_{2\text{доп}}$, получим:

$$V_{kj\text{доп}} = \frac{0,35 \sqrt{n_{kj} - 1}}{t_{a,n}}. \quad (13)$$

При выполнении требования (7), т. е. если $V_{kj} \geq V_{kj\text{доп}}$, производится корректировка выборки, заключающаяся в выявлении аномального значения по максимальному модулю $|\hat{t}_{kj} - \hat{t}_{kji}|_{\max}$ и замене его на среднее значение данной выборки \hat{t}_{kj} .

Для скорректированной выборки проверяется согласованность мнений экспертов. В результате с вероятностью $\alpha = 0,95$ можно утверждать, что среднее значение выборки находится в пределах

$$\hat{t}_{kj} \pm \frac{t_{a,n} S_{kj}}{\sqrt{n_{kj} - 1}} \quad (14)$$

Таким образом, выражения (6)–(14) могут быть использованы для построения обобщённых оценок по срокам проверки исполнения исследовательских работ, что позволит создать нормативы времени $t_{\text{ои}}$, $t_{\text{ип}}$, t_{kn} , t_p .

Следует отметить, что для построения обобщённых оценок может быть использован самостоятельный программный продукт «Statistica Base», имеющий широкий набор основных статистик в понятном интерфейсе со всеми преимуществами, с простотой и мощностью технологий «Statistica». На этом разработка алгоритма обработки экспертных оценок завершается.

Что касается определения сроков проверки исполнения исследовательской работы, то они вычисляются по формулам (1) и (2) соответственно.

Рассмотрим процедуру подбора экспертов (см. рис. 6). До проведения процедуры подбора экспертов рабочей группе следует определить количество экспертных групп, которое, как правило, должно соответствовать числу научных направлений в исследовательской организации. Поэтому в состав каждой экспертной группы целесообразно включать учёных и специалистов из соответствующих научных направлений, в которых они работают. В отдельных случаях в состав экспертных

групп могут быть включены учёные и специалисты, не работающие в данной исследовательской организации.

В разделе построения обобщенной экспертной оценки данной работы было установлено, что для определения случайной величины (точечных экспертных оценок) достаточен малый объём выборок ($n < 10$). Этот объём выборок был уточнён при вычислении статистики \hat{M} при $n = 3–7$ (см. выражение 4).

Следовательно, принимаем, что состав экспертной группы должен быть от трёх до семи человек.

Рассмотрим порядок разработки процедур и форм опроса экспертов (см. рис. 6).

Процедуры (опроса экспертов) регламентируют условия работы каждого эксперта, определяют отношения между группой экспертов и организаторами экспертного опроса (рабочей

группой). Опрос экспертов включает в себя две стадии:

- *подготовительную*, в ходе которой разрабатываются программы проведения опроса экспертов (место и время проведения опроса, количество туроров опроса, форма проведения опроса, порядок сбора экспертной информации) и формы опроса экспертов;

- *основную*, в ходе которой осуществляют рассылку экспертам анкеты, их заполнение и сбор анкет.

В процессе подготовительной стадии опроса экспертов рабочая группа в данном случае принимает решения: о проведении опроса в один тур, об использовании в качестве формы опроса двух анкет, представленных на рис. 7 и 8 (см. формы 3 и 4), разработанных рабочей группой.

Далее рабочая группа (см. рис. 6) рассыпает указанные анкеты для их заполнения экспер-

Форма 3

Анкета-1

№ п/п	Наименование научного направления по ГРНТИ	Наименование этапов научного исследования	Содержание выполняемых работ по этапу	Сроки выполнения, дни	$t_{\text{окр}}$, дни		$t_{\text{инр}}$, дни		t_{kpr} , дни		t_{pp} , дни	
					a_i	b_i	a_i	b_i	a_i	b_i	a_i	b_i
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Примечания:

1. В графах 1–5 приведена информация из календарного плана проведения работ по НИР (см. форму 1);
2. В графы 6–13 вносится оценка эксперта в виде сроков a_i (минимальное время) и b_i (максимальное время) проверки работ.

Рис. 7. Анкета-1

Форма 4

Анкета-2

№ п/п	Наименование научного направления по ГРНТИ	Наименование этапов научного исследования	Документы, отражающие результаты исследований по этапу	Сроки выполнения, дни	$t_{\text{окр}}$, дни		$t_{\text{инр}}$, дни		t_{kpr} , дни		t_{pp} , дни	
					a_i	b_i	a_i	b_i	a_i	b_i	a_i	b_i
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Примечания:

1. В графах 1–5 приведена информация из календарного плана проведения работ по НИР (см. форму 1);
2. В графы 6–13 вносится оценка эксперта в виде сроков a_i (минимальное время) и b_i (максимальное время) проверки работ.

Рис. 8. Анкета-2

Сроки проверки выполнения НИР

№ п/п	Наименование научного направления по ГРНТИ	Наименование этапов научного исследования	Содержание выполняемых работ	Срок проверки выполнения работ, t_{hp}	Перечень документов, разрабатываемых на этапе	Сроки проверки под- готовки документов, отражающих результаты исследований по этапу
1	2	3	4	5	6	7

там. Результаты обобщения заполненных экспертами анкет и обработки экспертных оценок сведём в таблицу Сроков проверки выполнения НИР.

Рассмотрим процесс формирования результатов обработки экспертных оценок.

В первую очередь рабочая группа на основе оценок экспертов в графах 6–13 соответственно в Анкете-1 и Анкете-2 по формулам (6)–(14) вычисляет сроки проверки исполнения работ t_{oipr} , $t_{\text{ипр}}$, t_{knp} , t_{pp} и сроки проверки исполнения документов $t_{\text{oид}}$, $t_{\text{инд}}$, $t_{\text{kнд}}$, $t_{\text{рд}}$. Результаты этих вычислений t_{hp} и t_{hd} вносятся соответственно в графы 5 и 7 таблицы. Следует отметить, что в графы 1–4 и 6 этой таблицы информация вносится из календарного плана проведения работ по НИР (см. рис. 1).

На этом завершается формирование таблицы Сроков проверки выполнения НИР, включающей сроки проверки исполнения исследовательских работ и сроки проверки подготовки документов, отражающих результаты исследований.

Рассмотрим последовательность определения и включения дат начала проверки исполнения исследовательских работ (t_{DHp}) и разрабатываемых документов (t_{DHq}) в План контроля процесса выполнения НИР (см. графы 6 и 10 формы 2).

Как видно из рис. 3, между датами t_{DH} и t_{DC} (см. ось времени t_{x1}) расстояние равно t_h (см. ось времени t_{x2}), следовательно, для определения даты t_{DH} требуется произвести обратный отсчёт от даты t_{DC} количества дней, равное t_h .

Как уже отмечалось, количество проверок и даты истечения их сроков (t_{DC}) устанавливает ру-

ководитель исследовательской работы. Поэтому, зная из таблицы t_{hp} (графа 5) и сроки проверки подготовки документов t_{Hq} (графа 7), а также t_{DC} , определяем по изложенной выше методике t_{DH1p} , $t_{DH2p}, \dots, t_{DH3p}$, $t_{DH1q}, t_{DH2q}, \dots, t_{DH3q}$. Результаты этих вычислений вносятся в графы 6 и 10 формы 2 (см. рис. 4) соответственно.

В связи с тем, что в таблице для каждой выполняемой исследовательской работы и документов, отражающих результаты исследования, соответственно t_{hp} и t_{Hq} являются постоянными величинами, то в случае необходимости для определения только промежуточных проверок, например t_{DH2p} и t_{DH2q} , они могут быть изменены руководителем научного исследования. На этом завершается создание плана контроля и формирования механизма контроля процесса выполнения исследовательских работ.

Библиографические ссылки

1. Евланов Л.Г., Кутузов В.А. Экспертные оценки в управлении. М.: Экономика, 1978. 133 с.
2. Общая теория статистики / Под ред. А.Я. Боярского, Г.Л. Громуко. М: МГУ, 1985. 257 с.
3. Вартазаров И.Г., Горлов И.Г. и др. Методы экспертных оценок (обзор). М.: Информ-электро, 1975. 263 с.
4. Справочник по теории вероятностей и математической статистике. М.: Наука, 1985. 302 с.
5. Хан Г., Шапиро С. Статистические модели в инженерных задачах. М.: Мир, 1969. 395 с.
6. Закс Л. Статистическое оценивание: пер. с нем. В.Н. Варыгина / Под. ред. Ю.П. Адлера, В.Г. Горького. М.: Статистика, 1976. 598 с.

Вниманию авторов!

Требования к оформлению статей, присыпаемых для публикации,

можно найти на сайте www.mashin.ru

УДК 535.24

С.А. Микаева, д-р, техн. наук, проф. (Московский университет приборостроения и информатики), **О.Е. Железникова**, канд. техн. наук, доц.,
Л.В. Синицына, канд. техн. наук, доц. (Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, г. Саранск)

mikaeva@pechkin.npo.lit.ru

КОМПЛЕКС СОВРЕМЕННОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СВЕТОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Описана новая установка на основе интегрирующей сферы OL IS-7600 и спектрорадиометра OL 770. Установка уникальна тем, что позволяет с высокой точностью измерять не только световой поток источников света и световых приборов, но и целый комплекс световых, радиометрических и колориметрических характеристик. Данная установка позволяет существенно усовершенствовать традиционные методики в направлении точности, скорости выполнения и наглядности представления результатов измерений.

Ключевые слова: интегрирующая сфера, спектрорадиометр, световой поток, точность световых измерений, спектральное распределение излучения, диаграмма цветности, коррелированная цветовая температура, общий индекс цветопередачи, эталонная лампа, вспомогательная лампа.

New facility on the basis of the integrating sphere of OL IS-7600 and spectroradiometer OL 770 is described. Facility has unique features that allows to measure with high accuracy not only a light flux of the light sources and light devices, but also the whole complex of light, radiometric and colorimetric characteristics. This facility allows to presentation obviousness of the measurements results.

Key words: integrating sphere, spectroradiometer, the luminous flux, optical measurements accuracy, spectral distribution of the radiation, chromaticity diagram, correlated color temperature, general color rendering index, reference lamp, auxiliary lamp.

В рамках реализации программы развития Мордовского государственного университета (МГУ) им. Н.П. Огарева существенно обновилась и пополнилась материально-техническая база лабораторий университета, в том числе и светотехнического факультета. Для активного развития и стимулирования научно-инновационной деятельности созданы и оснащены современным исследовательским оборудованием новые лаборатории, научно-образовательные центры (НОЦ) и центры коллективного пользования (ЦКП).

Так на светотехническом факультете, начиная с 2010 г., формируется материально-техническая база ЦКП «Светотехническая метрология», приобретается уникальное научное оборудование. Цель создания ЦКП – предоставление научным коллективам университета и другим научным организациям возможность проведения светотехнических исследований на высоком научном уровне с помощью современного оборудования, отвечающего мировым стандартам по техническим и эксплуатационным характеристикам приборного парка, для решения приоритетных научных задач. Одна из лабораторий ЦКП «Светотехнические исследования и светодиодная светотехника» позволяет проводить широкий спектр световых и спектральных измерений как для источников

света (ИС), так и для световых приборов (СП) различных типов и назначений. Актуальность нового исследовательского оборудования связана, прежде всего, с расширением применения новых светодиодных ИС и СП на их основе.

ЦКП «Светотехническая метрология» располагает в настоящее время уникальным оборудованием для измерения светового потока на основе интегрирующей сферы (фотометрического шара) и многоканального спектрорадиометра OL Series 770 компании Gooch & Housego (США).

Известно, что световой поток ИС и СП можно определять либо по известному распределению силы света методом расчёта, либо методом измерения с помощью фотометрического шара (шара Ульбрихта (Ulbricht)). Первый метод основан на измерении силы света ИС I_i в большом количестве n заранее выбранных направлений, расчёте световых потоков $\Delta\Phi_i$ внутри достаточно малых телесных углов $\Delta\Omega_i$ и суммировании этих световых потоков. Причём сумма телесных углов $\Delta\Omega_i = 4\pi$. Данный способ достаточно трудоёмкий. Кроме того, работа должна проводиться в тёмной комнате. Поэтому в большинстве случаев световой поток измеряется методом сопоставления освещённостей исследуемого ИС и ИС с известным световым потоком.

Теория интегрирующей сферы. Согласно теории фотометрического шара световой поток, рассеиваемый его внутренней поверхностью, распределяется по ней идеально равномерно. Если коэффициент отражения ρ одинаков по всей поверхности, то источник со световым потоком Φ , помещённый в центр сферы, создаст во всех её точках за счёт многократных отражений одинаковую освещённость:

$$E_{\text{сум}} = E_{\text{пр}} + \frac{\rho}{1 - \rho} \frac{\Phi}{4\pi r^2}, \quad (1)$$

где $E_{\text{пр}}$ — освещённость, которую ИС создаёт в данной точке при непосредственном падении света на внутреннюю поверхность сферы; r — радиус сферы.

Из выражения (1) следует, что освещённость, создаваемая многократными отражениями, одинакова в любой точке и прямо пропорциональна полному световому потоку ИС.

Если с помощью малого непрозрачного экрана, помещённого внутрь сферы, защитить какую-нибудь точку сферы от прямого света ИС, то освещённость такой точки будет прямо пропорциональна потоку ИС, т. е.

$$E = \frac{\rho}{1 - \rho} \frac{\Phi}{4\pi r^2} = a\Phi, \quad (2)$$

где a — коэффициент пропорциональности, зависящий от свойств сферы.

Поэтому, если испытуемый ИС с неизвестным световым потоком Φ заменить внутри сферы на образцовый источник с известным световым потоком Φ_0 , то освещённость в точке

$$E_0 = a\Phi_0. \quad (3)$$

Из выражений (2) и (3) получаем

$$\Phi = \frac{E}{E_0} \Phi_0. \quad (4)$$

Из теории шара следует, что светорассеивающие свойства поверхности интегрирующей сферы имеют первостепенное значение. Прежде всего коэффициент отражения поверхности во всех точках должен быть один и тот же, а поверхность должна рассеивать падающее излучение в соответствии с законом Ламберта. От соблюдения этих условий зависит точность проводимых измерений светового потока.

Технические характеристики и конструкция интегрирующей сферы. В нашем случае интегрирующая сфера OL IS-7600 используется со спектрорадиометром OL 770. Диаметр сферы 75 дюймов

(190,5 см). Интегрирующая сфера конструктивно состоит из двух отдельных полушарий, двух портов выхода, дополнительного порта ИС и внутреннего крепления патрона ИС. Оба полушария легко разъезжаются друг от друга для облегчения установки, замены ИС или частей крепежа. Сфера может вместить ИС размером 60 дюймов (152,4 см) в длину при максимальном значении светового потока 200 000 люменов.

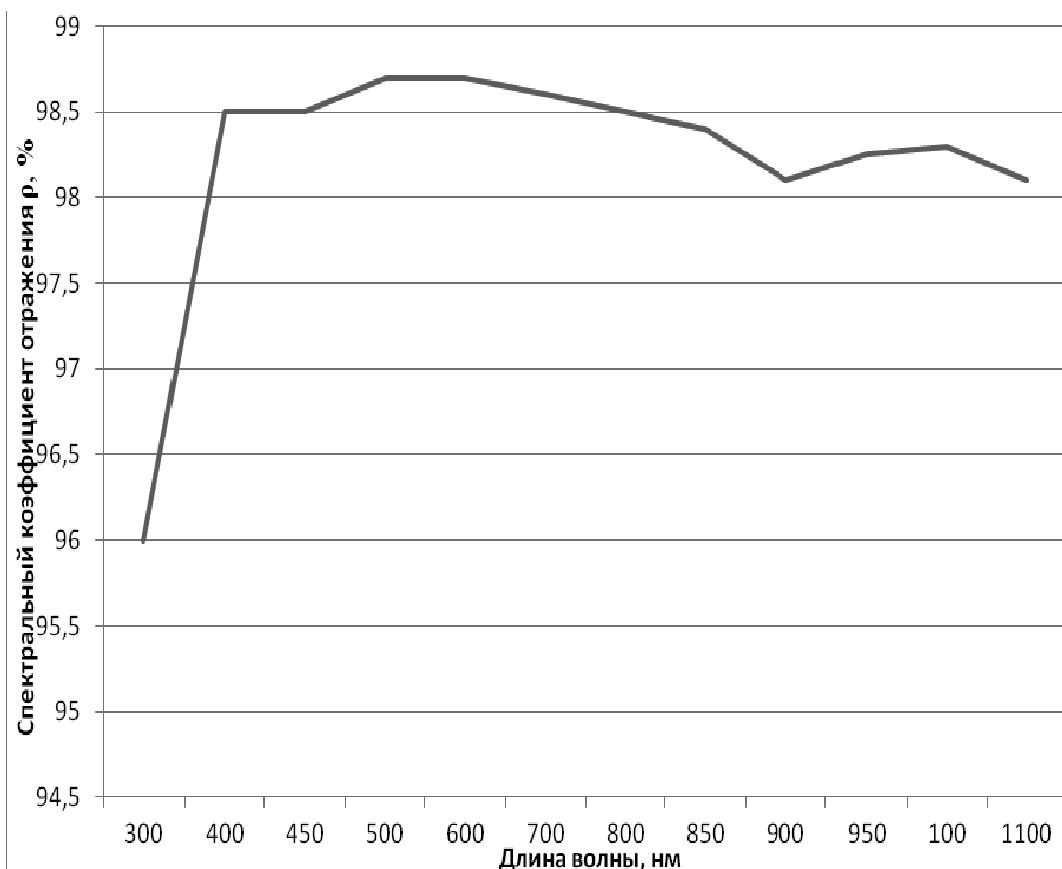
Выходное отверстие сферы OL IS-7600 имеет внутренний экран диаметром 20,3 см, который затеняет фотометрическое отверстие со светорассеивающим стеклом от попадания прямых лучей. Его расположение рассчитано таким образом, чтобы способствовать повышению точности световых измерений. Второй экран диаметром 15,25 см препятствует попаданию излучения от вспомогательного источника на измеряемую или калибровочную лампу и фотометрическое отверстие. Вертикальная сквозная труба предназначена для подключения ИС к источнику питания. Сфера устанавливается на прочную опорную раму с роликами.

Внутренняя поверхность и экраны каждого полушария покрыты высококачественным светоотражающим материалом на основе сульфата бария (оптолоном 2ТМ). Спектральный коэффициент отражения покрытия сферы приведён на рисунке. Использование опалового рассеивателя, входящего в комплект, определяет эффективный диапазон длин волн измеряемого излучения: от 350 до 1100 нм. В комплекте с интегрирующей сферой имеются калибровочный и вспомогательный ИС. Последний предназначен для учёта и определения влияния на результат измерений различных приспособлений, находящихся в сфере. Основные технические характеристики сферы приведены в табл. 1.

Также внутри сферы находится плата-удлинитель для крепежей ИС. Важным преимуществом сферы OL IS-7600 является универсальная крепёжная система OL ISA-UB. Эта дополнительная универсальная базовая система позволяет устанавливать различные виды крепежей.

Если световой поток ИС превышает динамический диапазон системы измерения, то для его уменьшения можно использовать одну из трёх входящих в комплект поставки аппертурных диафрагм диаметрами 0,5, 1,5 и 3 мм. Причём сначала устанавливается первая, самая большая диафрагма (3 мм) и проверяется работа, а затем, если уровень сигнала будет всё ещё высоким, устанавливается диафрагма меньшего размера, пока не будет получен нужный уровень сигнала.

Рассматриваемая выше установка уникальна тем, что позволяет измерять не только световой



Спектральный коэффициент отражения покрытия сферы OL IS-7600

Таблица 1

Технические характеристики интегрирующей сферы

Вид и тип характеристик	Параметры
Материал сферы	Алюминий
Материал рам крепления полушарий	Алюминий
Внутренний диаметр сферы	75 дюймов (190,5 см)
Материал покрытия сферы	Опттолон 2 ТМ
Коэффициент отражения в видимой области	98,6 %
Диапазон длин волн	От 350 до 1100 нм
Вспомогательная лампа	150 Вт, тип DZE
Максимальная длина измеряемого ИС	60 дюймов (152,4 см)
Габаритные размеры	200 × 216 × 234 см
Масса	640 (290) кг

поток ИС и СП, но и целый комплекс световых, радиометрических и колориметрических характеристик.

Измерительная система. В качестве системы «приёмник излучения – регистрирующий прибор» используется многоканальный спектрорадиометр OL 770, включающий спектрограф, тер-

моэлектрически охлаждаемый сенсор ПЗС матрицы, внутреннюю эталонную лампу, источник питания и электронные схемы управления в удобном портативном корпусе.

Излучение от интегрирующей сферы поступает в спектрорадиометр OL 770 через оптоволоконный зонд длиной 1 м и диаметром 3 мм и вход во

Таблица 2

Основные характеристики спектрографа OL 770VIS/NIR

Наименование	Единица измерения	Величина
Диапазон длины волны	нм	380-1100
Точность длины волны	нм	1,0
Оптическая полоса пропускной способности (с минимальным отверстием 100 мкм)	мм	5.0
Спектральное разрешение	мм	0,75
Диафрагма	мкм	100
Оптическое фокусное расстояние	мкм	140

внутренний спектрограф. Основные характеристики спектрографа OL 770 VIS/NIR представлены в табл. 2.

Достоинством спектрорадиометра OL 770 является наличие внутренней эталонной лампы (OL 700-20-X), которая позволяет пользователю быстро провести калибровку системы и поддерживать её точность.

Для применяемой в конфигурации со спектрорадиометром OL 770 интегрирующей сферы используется стандарт калибровки Национального института стандартов и технологий США. Внутренняя вспомогательная лампа также проходит точную систему калибровки. Благодаря этому описываемый многоканальный спектрорадиометр может выполнять точные измерения спектральных (спектральная плотность потока излучения, спектральная плотность светового потока, пиковая, доминирующая, центроидная длины волн), фотометрических (световой поток, яркость), радиометрических (энергетическая яркость, облучённость) и колориметрических (координаты цветности в системах XYZ и U'V'W', чистота цвета, коррелированная цветовая температура, специальные и общий индекс цветопередачи) характеристик исследуемых ИС и СП.

Прикладное программное обеспечение, разработанное для использования с системой OL 770,

позволяет выводить на дисплей данные, регистрировать и хранить их; выводить данные в Word и Excel; представлять графики в реальном режиме времени; осуществлять переход курсора к пику/минимуму; аккумулировать графики для изучения; представлять диаграммы цветности в системах XYZ и U'V'W'.

Заключение. Рассмотренная установка на основе интегрирующей сферы OL IS-7600 и спектрорадиометра OL 770 для проведения фотометрических и колориметрических измерений отвечает самым высоким требованиям, предъявляемым к их точности. В процессе эксплуатации измерительный комплекс необходимо правильно обслуживать и регулярно калибровать. Практика проведения фотометрических измерений для различных ИС в том числе и светоизлучающих диодов показала, что использование данной установки позволило существенно усовершенствовать традиционные методики в направлении точности, скорости выполнения и наглядности представления результатов измерений. Погрешность фотометрических данных составляет $\pm 5\%$, воспроизводимость фотометрических данных $\pm 2\%$, погрешность определения координат цветности $\pm 0,002$, воспроизводимость координат цветности $\pm 0,0005$, воспроизводимость измерения коррелированной цветовой температуры — координат цветности ± 20 К (при 2856 К).

Уважаемые читатели!

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



УДК 65.9

А.П. Иванов, д-р экон. наук, проф. (Московский государственный университет путей сообщения), **А.С. Михалёв** (ОАО «Уралсиб», Москва)

alexmikhalev87@gmail.com

ВЗАИМОСВЯЗЬ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В БАНКОВСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Исследованы зависимости между макроэкономическими показателями: ставка рефинансирования, инфляция, денежная масса, процентные ставки банков и др. Проведён их численный анализ. Взаимосвязь показателей для РФ в кризисный период 2008–2009 гг. иллюстрирована численно и графически.

Ключевые слова: ставка рефинансирования, инфляция, процентная ставка банка, объём выданных кредитов, размер ссуд, денежная масса.

Dependences between macroeconomic indicators (refinancing rate, inflation, monetary weight, banks interest rates, etc) are researched. Their numerical analysis is carried out. The indices interrelation for the Russian Federation during the crisis period 2008–2009 is numerically and graphically illustrated.

Key words: a refinancing rate, inflation, bank interest rate, the given-out credits volume, the loans size, monetary weight.

Банковские системы различных стран достаточно разнообразны по структуре, истории становления, региональным особенностям деятельности. В РФ до конца XX в. не существовало понятия «коммерческий банк». По сути, вся банковская система в то время была централизованной и сфокусирована на деятельности Центрального банка. Очевидным минусом такой структуры было отсутствие конкуренции в банковской сфере. Лишь в конце 1980 гг., когда в РФ был зарегистрирован первый коммерческий банк, началось становление многоуровневой, конкурентоспособной и единственной банковской системы. После этого банковский сектор в РФ стал быстро расти, и к концу 90 гг. XX в. государство получило реальные механизмы управления экономикой через банковскую сферу.

В современных развитых странах практически все реформы в народном хозяйстве проводятся с помощью банковского сектора. При этом главным регулятором кредитно-денежной политики выступает Центральный банк (ЦБ) страны. Не занимаясь коммерческой деятельностью, ЦБ решает проблемы финансового регулирования в стране [1]: осуществляет контроль за эмиссией наличных денег и стабильностью национальной валюты, обеспечивает высокие темпы экономического роста, регулирует приток иностранного капитала и создаёт условия для обращения денег

в реальном секторе экономики. Большую часть своих задач ЦБ решает регулированием деятельности коммерческих и государственных банков.

В настоящее время для банков разработаны нормативы и формы отчётности перед ЦБ. Эти показатели призваны регулировать и своевременно сигнализировать ЦБ об уровне ликвидности отдельного банка, структуре и достаточности капитала, состоянии его активов и степени их концентрации, структуре пассивов, их зависимости от иностранного капитала и др. Выполнение данных требований может гарантировать стабильное функционирование финансового сектора, но не его развитие. В качестве примера можно привести кризис 1998 г., когда большинство банков значительную часть своих операций стали проводить с государственными краткосрочными облигациями (ГКО). На тот момент эти ценные бумаги являлись высокодоходными, а так как их эмитентом было государство, то возникла иллюзия о низкой рисковой составляющей выполнения операций с ними. Более того, эти бумаги считались достаточно ликвидными и могли выступать как часть обязательных резервов. Однако ГКО, являясь альтернативой кредитования государственного бюджета, использовались в качестве привлечения средств для государства. По сути ГКО были первой отечественной финансовой пирамидой государственного масштаба. Таким образом, не-

смотря на то, что всем обязательным нормативам коммерческие банки безусловно соответствовали, реальный сектор экономики страны остался вне финансового обращения, что в итоге и вылилось в кризис народного хозяйства.

Корректировка деятельности банковского сектора проводится в рамках процентной политики, целью которой, в отличие от нормативной, является обоснование и удержание процентных ставок по банковским операциям на уровне, необходимом для развития социально-экономических приоритетов страны. Инструменты проведения процентной политики ЦБ можно разделить на две группы: внутренние и внешние. К первой группе относятся регулирование ставки рефинансирования, изменение норм объёма обязательных резервов и др. К внешним инструментам можно причислить темпы инфляции, курсы валют, регулирование денежной массы в обращении и т. д.

В статье показана взаимосвязь негативных экономических явлений с инструментами процентной политики ЦБ – ставкой рефинансирования и показателями деятельности коммерческих банков. Для анализа использованы данные, публикуемые в открытом доступе на сайте ЦБ РФ [2].

Одним из существенных макроэкономических факторов деятельности кредитных организаций является инфляция.

Инфляция вносит изменения в балансы фирм, влияет на прибыль компаний [3]. Причины, вызывающие инфляцию, находятся в разных областях денежного сектора и в нефинансовой сфере. Согласно работе [4] к факторам возникновения инфляции в денежной сфере можно отнести чрезмерную закредитованность реального сектора экономики, неадекватные методы ЦБ по поддержанию курса и стабильности национальной валюты, избыточную массу денежных средств в обращении, вызванную чрезмерной эмиссией денег, и замедлением её обращения. К неденежным факторам [4] относятся структурные диспропорции в общественном воспроизводстве, затратном механизме хозяйствования, сокращение реального ВВП. Для РФ значительным фактором являются монополии, особенно в сырьевой отрасли, способные самостоятельно устанавливать уровень цен на произведённые товары и оказываемые услуги. Отметим наличие временного лага между движением денежной массы и динамикой инфляции. Различными методами, анализируя разные периоды времени, установлено, что наиболее тесная связь между этими показателями наблюдалась со сдвигом в шесть месяцев. При этом невозможно однозначно указать, что из этих явлений есть причина, а что – следствие.

Направление вектора причинно-следственной связи зависит от природы возникновения изме-

нения в показателях. Здесь можно выделить два основных фактора:

1. Изменения в показателях инфляции и денежной массы вызваны ростом цен, превышением совокупного спроса над реальным объёмом производства.

2. Изменения в показателях обусловлены ростом ставки рефинансирования ЦБ и кредитных ставок банков, обеспечивающих развитие реального сектора.

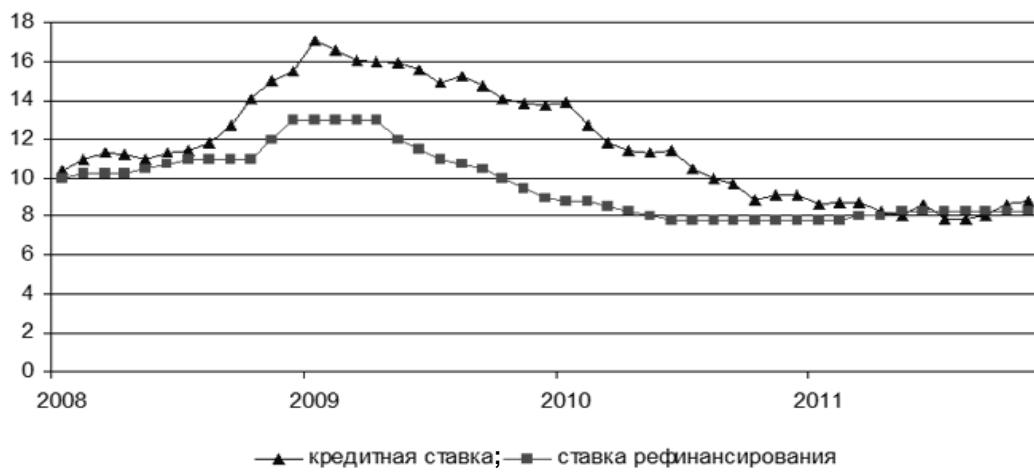
В первом случае говорят о монетарной инфляции, во втором – о немонетарной. Соответственно, различным видам инфляции соответствуют и различные меры её сдерживания. Анализ экономических показателей в РФ в кризисные периоды 1998 г., а также 2008–2009 гг. показывает, что одним из основных методов борьбы ЦБ РФ выбрал регулирование денежной массы с помощью изменения величины ставки рефинансирования. Однако данные меры были неоднозначными.

Во-первых, наблюдается противоречие между природой инфляционного всплеска и выбранными методами сдерживания. Если главную роль во времена перечисленных выше кризисов в обесценивании национальной валюты сыграла инфляция предложения, то корректировка ставки рефинансирования, очевидно, относится к методам борьбы с инфляцией спроса.

Во-вторых, увеличение стоимости ресурсов для банков со стороны ЦБ неминуемо повлекло и увеличение стоимости денег со стороны коммерческих банков для реального сектора, что не способствовало увеличению денежного оборота в материальном производстве.

Для подтверждения изложенного выше рассмотрим более подробно взаимосвязь ставки рефинансирования с процентными ставками банков по кредитам, предлагаемым реальному сектору. Для анализа рассмотрим динамику показателей ставки кредитования и ставки рефинансирования (под ставкой кредитования будем подразумевать средневзвешенную ставку по рублёвым кредитам нефинансовым организациям сроком до 1 года). Ниже приведён график изменения этих показателей за период с января 2008 г. по ноябрь 2011 г. (рис. 1).

При рассмотрении графика заметно совпадение направлений изменения показателей. Достаточно интересным представляется несоизмеримое увеличение кредитной ставки по отношению к ставке рефинансирования во время кризиса. В то время как ЦБ в январе 2009 г. повысил стоимость ресурсов для коммерческих банков на 30 % по отношению к тому же периоду 2008 г., коммерческие банки увеличили ставки кредитования не более чем на 60 %. Данное обстоятельство подчёркивает негативное последствие попыток



Источник: www.cbr.ru.

Рис. 1. Динамика ставок кредитования и рефинансирования

Таблица 1

Структура доходов и расходов действующих кредитных организаций, %

Статьи доходов	Годы	
	2007	2008
Процентные доходы по средствам, предоставленным юридическим лицам	11,13	8,36
Доходы по вложениям в ценные бумаги	8,11	3,48
Доходы, полученные от операций с иностранной валютой	36,90	62,27
Восстановление сумм резервов на возможные потери	25,78	12,84

Источник: www.cbr.ru.

урегулирования инфляционных явлений только повышением ставки рефинансирования. Такая диспропорция в повышении ставок легко объясняется, если рассмотреть показатели структуры доходов в целом по банковскому сектору на эти моменты времени (табл. 1).

Повысив ставку рефинансирования, ЦБ способствовал уменьшению объема кредитования, что, в свою очередь, уменьшало средства коммерческих банков на резервных счетах ЦБ. Данный факт подтверждают цифры того же периода: отчисления в резервы на возможные потери на начало 2008 г. составляли 29,43 % от всех расходов банка, а на момент начала 2009 г. этот показатель заметно сократился – 15,82 %.

Подобная тенденция обозначала падение банковской ликвидности, что в кризисный периодгрозило неминуемым банкротством для кредитной организации. Банки же в этот период стремились даже в ущерб прибыли уделить особое внимание устойчивости своего финансового положения. Кроме того, существовала негативная динамика роста проблемных и безнадежных ссуд. В итоге реальный сектор национальной экономи-

ки не стал для коммерческих банков приоритетным, а главное – надежным направлением деятельности. Таким образом, банки выбирали на тот момент наименее рискованный вариант развития, проведению которого не мешала процентная политика ЦБ.

Рассмотрим более детально взаимосвязь ставки рефинансирования и объема кредитования. Для этого проанализируем динамику этих показателей за период с 2007 г. по настоящее время. Рассмотрим динамику показателей общего объема выданных кредитов и ссуд по банковскому сектору и доли просроченной задолженности среди них. Из материалов сайта ЦБ РФ [2] следует, что общий объем выданных кредитов на начало 2007 г. составил 9466,20 млрд руб., на начало 2008 и 2009 гг. 14 288,6 млрд руб. и 19 941 млрд руб. соответственно. Таким образом, в абсолютном выражении в предкризисный период сохранилась положительная динамика роста кредитного портфеля. Стоит отметить, что в 2008 г. коммерческими банками было выдано на 830 млрд руб. больше кредитов и ссуд, чем в более спокойном и стабильном с экономической точки зрения 2007 г.

Однако при детальном рассмотрении последствия наступления кризиса были уже заметны. Об этом свидетельствуют следующие обстоятельства.

Во-первых, в относительном выражении скорость прироста кредитного портфеля в 2008 г. снизилась по сравнению с предшествующим годом с 50,9 до 39,5 %.

Во-вторых, началось резкое ухудшение качества портфеля. На начало 2007 г. объём просроченной задолженности составил 121,1 млрд руб., и за весь этот год прирост проблемных кредитов составил 52 %, дойдя до уровня 184,1 млрд руб.

Если сравнить показатели роста просроченной задолженности и кредитного портфеля в относительных выражениях, то очевидно, что за рассматриваемый 2007 г. целенаправленной и акцентированной работы по проблемным активам не велось, их рост вызван только общим увеличением объёма портфеля. Ситуация ухудшилась в 2008 г. По данным на 1 января 2009 г., сумма просроченной задолженности составила 422 млрд руб. В то время как портфель вырос на 39,5 %, объём проблемных кредитов и ссуд вырос в относительном выражении на 129,2 %, увеличившись с 1,2 % в 2007 г. до 2,1 % на конец 2008 г.

Описанное ухудшение качества портфеля являлось одним из предвестников кризиса. В кризисном 2009 г. ситуация ухудшилась, началось снижение объёма выданных кредитов и ссуд. К середине 2009 г. объём кредитного портфеля составил 19 915,2 млрд руб., а на начало 2010 г. выделено 19 878,4 млрд руб. При этом динамика роста просроченной задолженности продолжала иметь негативные тенденции. К середине 2009 г. задолженность зафиксирована на уровне 830,1 млрд руб., а по итогам 2009 г. составила 1014,7 млрд. руб. Отсюда темп прироста просроченной задолженности поднялся до уровня 140,4 % в год, а доля проблемных кредитов и ссуд за год выросла в относительном выражении с 2,1 до 5,1 %. В дальнейшем ситуация начала выпрямляться. Рост задолженности значительно замедлился: за 2010 г. составил 2 %, а за 10 месяцев 2011 г. – 12,5 %, что в абсолютном выражении составляет 1165,70 млрд руб. Одновременно с этим возобновился рост объёма выданных ссуд и кредитов: по итогам 2010 г. данный показатель вырос до уровня 22 166,7 млрд руб., а за десять месяцев 2011 г. поднялся до уровня 26 844,8 млрд руб.

Таким образом, темпы прироста портфеля ссуд и кредитов превышают темпы прироста просроченной задолженности. Последний факт свидетельствует о «выздоровлении» экономики. Однако банкам предстоит большая работа по сокращению объёмов просроченной задолженности.

Если вернуться к взаимосвязи ставки рефинансирования и объёма кредитования, то можно рас-

смотреть два периода. Первый – относительно устойчивый период развития национальной экономики, заключает в себе трёхлетний промежуток с 2005 г. по 2007 г. (табл. 2). Данный период характеризуется стабильным снижением ставки рефинансирования и как следствие ростом объёма выданных кредитов и ссуд. Параллельно с этим растёт и объём просроченной задолженности, однако на протяжении трёх рассматриваемых лет доля проблемных ссуд и кредитов в общем объёме стабильно составляла 1,3–1,4 %. Таким образом, наблюдается обратно пропорциональная связь между объёмом выданных кредитов и ссуд, с одной стороны, и ставкой рефинансирования, с другой.

В качестве второго анализируемого временного промежутка выберем посткризисный период (2010 и 2011 гг.). Рассмотрим тенденции приращения ставки рефинансирования и объёма выданных кредитов и ссуд. В течение 2010 г. наблюдается тенденция, подобная рассмотренному выше случаю: снижение ставки рефинансирования влечёт за собой повышение объёмов выданных кредитов и ссуд. Однако, по данным 2011 г. [2], при росте ставки рефинансирования объёмы кредитования по-прежнему продолжают расти.

Рассмотрим этот момент более подробно. В 2011 г. ставка рефинансирования поднималась дважды. ЦБ объяснял этот рост повышенными инфляционными ожиданиями. Обратимся к динамике относительного прироста объёмов выдач кредитов и ссуд в 2011 г. За январь месяц рассматриваемый объём сократился на 0,24 %. Это может быть связано с ежегодным всплеском инфляции в начале года, вызванным традиционным повышением тарифов ЖКХ, энергетики и других регулируемых тарифов. В дальнейшем средний темп прироста объёма выданных ссуд и кредитов составляет 2,19 %. При этом именно на март выпадает наименьшее значение темпа прироста объёмов (0,42 %). Следовательно, потенциальные объёмы посткризисного рынка кредитования коммерческими банками были оценены значительнее, чем возможные потери при подтверждении прогноза повышенного уровня инфляции.

Одним из аргументов в пользу этой гипотезы может служить динамика ставок по рублёвым кредитам нефинансовым организациям. Несмотря на повышение ставки рефинансирования, ставки по рублевым кредитам, в промежутке с февраля по май 2011 г., снижались с 8,7 до 8 %. Стоит отметить, что в конце первого квартала 2011 г. большую часть в структуре пассивов занимали средства клиентов. Так, по данным ЦБ, общая сумма пассивов кредитных организаций на 1 апреля 2011 г. составила 34 009,4 млрд руб., из них средства клиентов 21 344,6 млрд руб., т. е.

Таблица 2

Динамика объёмов выданных кредитов и ссуд по банковскому сектору

Годы	01.01.05	01.07.05	01.01.06	01.07.06	01.01.07	01.07.07	01.01.08
Кредиты и прочие ссуды — всего, млрд. руб.	4463,8	5399,4	6371,1	7539,8	9 440,50	11 217,20	14288,6
Абсолютный прирост за полугодие, млрд. руб.	748	935,6	971,7	1168,7	1900,70	1776,70	3071,40
Относительный прирост за полугодие, %	20,13	20,96	18	18,34	25,21	18,82	27,38
В том числе просроченная задолженность, млрд. руб.	61,9	72,9	76,4	101	121,1	159,5	184,1
Абсолютный прирост за полугодие, млрд. руб.	0,9	11	3,5	24,6	20,1	38,4	24,6
Относительный прирост за полугодие, %	1,48	17,77	4,8	32,20	19,90	31,71	15,42
Ставка рефинансирования, %	13	13	13	12	11	10,5	10

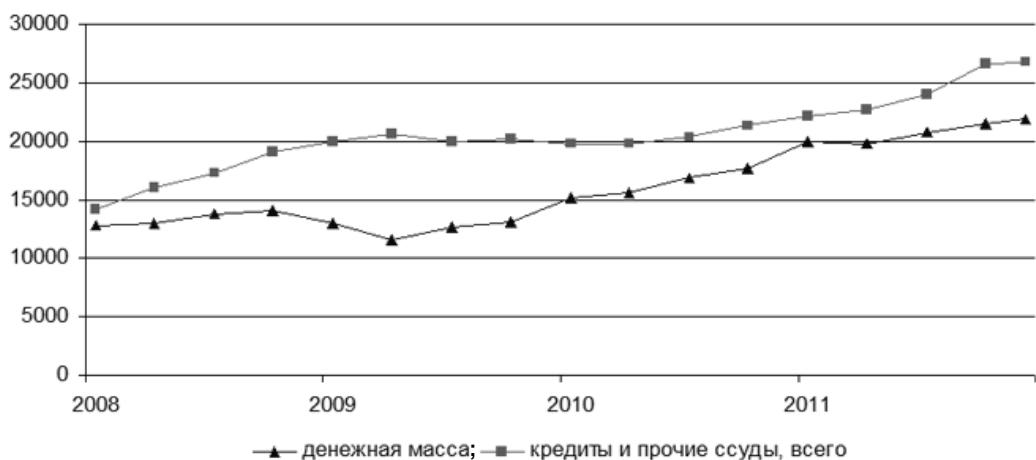
Источник: www.cbr.ru.Источник: www.cbr.ru.

Рис. 2. Динамика денежной массы и объёмов выданных кредитов и ссуд

почти 2/3 всех привлечённых средств. В свою очередь, ЦБ косвенно подтвердил чрезмерность своих опасений по прогнозу инфляции, снизив 26 декабря 2011 г. ставку рефинансирования до уровня 8 %.

Таким образом, можно сделать вывод, что при стабильном развитии национальной экономики и устойчивой политической системе изменение ставки рефинансирования влечёт за собой обратное приращение изменения объёма выданных ссуд и кредитов. Более того, возникают случаи, когда потенциал рынка перекрывает возможные потери от обесценения валюты. В этом случае рост объёма кредитов и ссуд происходит даже на фоне роста ставки рефинансирования.

Далее определим зависимость между объёмами кредитования и денежной массой. Объём денежной массы зависит от двух факторов: собственно количества денежной массы, регулируемой государством как эмитентом денег и скорости её обращения. Несмотря на представленное разделение, роль государства не ограничивается лишь выбором объёма эмиссии денежных средств. Государство через ЦБ РФ определяет нормы обязательных резервов, учётных ставок по кредитам, экономические нормативы для банков, в том числе и нормативы проведения операций с ценными бумагами и валютой (все эти меры в банковском секторе призваны регулировать объём денежной массы в обращении). Сами же банки

играют непосредственную роль в денежно-кредитной политике, направленной на контроль денежной массы: при выдаче кредитов и ссуд своим клиентам банки увеличивают денежную массу, при погашении клиентами своей задолженности денежная масса сокращается. Таким образом, связь между объёмом кредитования и денежной массой очевидна. Рассмотрим эту связь более подробно (рис. 2).

Анализируя данные рис. 2, можно сделать вывод, что объём денежной массы реагирует на кризисные ситуации в экономике быстрее, чем показатель объёма выданных ссуд и кредитов. Так, в период кризиса 2008–2009 гг. изменение денежной массы влекло изменение объёмов кредитования с временным лагом от 6 до 12 месяцев.

Таким образом, рассмотрена взаимосвязь основных финансовых показателей: инфляции, ставки рефинансирования, денежной массы, процентной ставки банков, объёмов выданных кредитов и ссуд. Показана зависимость между ставкой рефинансирования и инфляцией, дано описание основных причин этой зависимости. Численно показан факт обратно пропорциональной зависимости между величиной ставки рефинансирования и объёмом выданных кредитных про-

дуктов. При этом, на примере данных 2011 г., был подчёркнут неабсолютный характер этой зависимости, т. е. объём кредитования может расти и при незначительном повышении стоимости банковских ресурсов со стороны ЦБ при условии достаточного потенциала рынка кредитования. Продемонстрирована зависимость между денежной массой и объёмом выданных кредитов и ссуд. Также отмечено, что в предкризисный период, а также непосредственно в 2009 г. показатель объёма денежной массы реагировал быстрее на изменяющуюся экономическую обстановку, чем объём выданных кредитных продуктов. Статистическая оценка временного лага не проводилась, однако, исходя из динамики показателей, была предоставлена его приблизительная оценка, составившая от 6 до 12 месяцев.

Библиографические ссылки

1. Фетисов Г.Г., Лаврушин О.И., Мамонова И.Д. Организация деятельности центрального банка. М.: КноРус, 2008. 432 с.
2. URL: <http://www.cbr.ru>.
3. Иванов А.П. Финансовые инвестиции на рынке ценных бумаг. 5-е изд. М.: Дашков и К, 2012. 479 с.
4. Перекрестова Л.В., Романенко Н.М., Сазонов С.П. Финансы и кредит. М.: Академия, 2004. 288 с.



ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ:

учебник для студентов машиностроительных специальностей

А.М. Дальский, Т.М. Барсукова, А.Ф. Вязов и др.

6-е издание 592 с.: ил ISBN 5-217-03311-8

Цена 319 р.

Рассмотрены современные и перспективные технологические способы производства черных и цветных металлов, изготовление заготовок и деталей машин из металлов и неметаллических материалов: литьем, обработкой давлением, сваркой, резанием и другими способами, а также прогрессивные малоотходные способы изготовления заготовок и деталей из порошковых материалов.

Шестое издание (5-е изд. 2003 г.) исправлено и дополнено новыми материалами по нанотехнологиям, публикацией задачника по всем основным разделам курса с доведением решения задач до числового значения. При этом обеспечивается очень тесная связь методического характера с учебным материалом в его приложении к технологии. В этом проявляется, в частности, старый мудрый принцип: "Знать – значит уметь!".

Учебник подготовлен коллективом преподавателей МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Для студентов машиностроительных специальностей вузов.

Гриф Минобрнауки

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



ОБЗОР ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПЕЧАТИ

УДК 621.002.51

По страницам журналов

Концепция формирования конструктивных параметров подвижного состава городского пассажирского транспорта. *Грузовик.* 2011. № 10.

Рассмотрены основные конструктивные параметры подвижного состава городского пассажирского транспорта, в частности троллейбуса. Выделены основные проблемы и несовершенства в конструкции троллейбуса, которые подлежат изменению для создания транспортного средства для городских пассажирских перевозок, удовлетворяющего требованиям современных мегаполисов, крупных и средних городов. Предложены изменения в конструкции троллейбуса, трансформирующие его в автономное транспортное средство – электробус, с описанием алгоритма работы при различных условиях движения.

Исследование процесса позднего модифицирования с использованием моделирования. *Заготовительные производства в машиностроении.* 2011. № 10.

Моделирование процесса внутриформенного модифицирования в программе FLOW-3D показало эффективность модификатора на основе дисперсных порошков графита и кремния и позволило оптимизировать содержание в нём магния. Опытно-промышленное опробование подтвердило результаты моделирования и позволило внедрить модификатор в производство.

Автоматизированное проектирование композиционных проволок для сварки и наплавки сплавов на основе интерметаллических соединений. *Заготовительные производства в машиностроении.* 2011. № 10.

Представлен алгоритм и дано описание программы компьютерного проектирования композиционной сварочной проволоки. Рассмотрен расчёт проволоки, обеспечивающей в наплавленном металле легированный сплав на основе алюминида никеля. Показано, что разработанная программа AlMe-WireLaB позволяет спроектировать технологически надёжную композиционную проволоку для сварки и наплавки жаропрочных сплавов.

Экспериментальные исследования и оптимизация операции гибки при штамповке коленчатых валов. *Заготовительные производства в машиностроении.* 2011. № 10.

Рассмотрены вопросы формоизменения и распределения волокнистого строения по сечению заготовки при заготовительной операции гибки для последующей штамповки коленчатых валов.

На основе экспериментальных исследований проведена оптимизация процесса гибки с применением метода факторного планирования и разработаны регрессионные зависимости, позволяющие определить оптимальные значения размеров заготовки (диаметры заготовки и шейки вала) и технологических параметров процесса (ход деформирования, радиусы скруглений кромок матрицы и вставок). Такие исследования позволяют проектировать технологические процессы горячей объёмной штамповки поковок коленчатых валов с направленным распределением волокнистого строения, что может повысить резервы работоспособности изготавляемых деталей.

Полимерные молекулярные композиты: ожидания и результаты. *Наноинженерия.* 2011. № 4.

Предложен метод получения молекулярных композитов смешением термопласта полисульфона с раствором жёсткоцепного волокнообразующего полиамидбензимидазола, из которого получают высокопрочные волокна СВМ и Русар. Образование ультратонких волокон из жёсткоцепного полимера происходит при формировании композитных нитей из раствора смесей полимеров. При нагревании композитной нити происходит самоориентация микроволокон из жёсткоцепного полимера, сопровождаемая значительным повышением модуля упругости и прочности. Показано, что, изменяя различное соотношение компонентов в смеси, можно регулировать свойства композита в широких пределах – от плавкого армированного термопласта, перерабатываемого в изделия литьём под давлением, до неплавких термостойких высокопрочных волокон и плёнок.

Управление образованием наночастиц новой фазы в твёрдом растворе методом двойного отжига. *Наноинженерия.* 2011. № 4.

На примере образования нанокристаллов CuCl в стекле методом оптической спектроскопии изучены процессы образования и распада новой фазы в твёрдом растворе при двойном отжиге. Определены критический радиус частиц новой фазы и его зависимость от температуры. Применена новая модель расчёта кинетики нуклеации в твёрдом растворе. Получены расчётные зависимости всех параметров процесса нуклеации CuCl в стекле от времени отжига. Получена сходимость расчётов и экспериментальных зависимостей кинетики изменения среднего радиуса и концентрация частиц CuCl при двойном отжиге.

Функционально-ориентированные технологии упрочнения режущих пластин твёрдосплавного и керамического инструмента. *Наукоёмкие технологии в машиностроении.* 2011. № 4.

Изложен комплексный подход к решению проблемы повышения работоспособности металло режущего инструмента при обработке заготовок из специальных материалов.

Наукоёмкая технология удаления облоя на деталях из термопластов. *Наукоёмкие технологии в машиностроении.* 2011. № 4.

Рассмотрен процесс удаления облоя на деталях из термопластов ударно-механическим воздействием на них наполнителем в виде фарфоровых и стальных шаров в рабочих камерах вибрационных станков после предварительного охлаждения. Получены зависимости для определения рациональных параметров обработки.

Наукоёмкие технологии резания материалов сверхзвуковой струёй жидкости различного состава. *Наукоёмкие технологии в машиностроении.* 2011. № 4.

Рассмотрены возможности и перспективы развивающейся в последние годы технологии обработки материалов сверхзвуковой струёй жидкости различного состава.

Технологии обработки металлов давлением в электромагнитных полях. *Наукоёмкие технологии в машиностроении.* 2011. № 4.

Показано, что действие сильного электрического поля на деформацию при растяжении образцов из латуни и стали приводит к их упрочнению. При обработке прокаткой с током образцов титан-никелевого сплава с эффектом памяти формы установлено повышение степени их деформации без промежуточных отжигов.

Современные конкурентоспособные технологии, оборудование и сплавы при производстве отливок. *Наукоёмкие технологии в машиностроении.* 2011. № 4.

Приведены основные конкурентоспособные технологии, применяемые в литейном производстве. На основе анализа совокупности патентной документации по литейному производству определены направления развития таких технологий на ближайшую перспективу.

Автоматизация процедур обеспечения и оценки эксплуатационной технологичности крупногабаритных изделий. *Сборка в машиностроении, приборостроении.* 2011. № 10.

Рассмотрены подходы к обеспечению эксплуатационной технологичности крупногабаритных изделий на примере технических средств заправки техники. Изложены стратегии обеспечения эксплуатационной технологичности изделий в процессе их проектирования. Приведено описание компьютерной программы расчёта показателей эксплуатационной технологичности.

Моделирование распределения к-фазы в сверхзвуковой части сопла ракетного двигателя. *Полёт.* 2011. № 10.

При использовании смесевых твёрдых топлив в ракетных двигателях в следе выхлопной струи формируется значительное количество жидких и твёрдых частиц, что негативно сказывается на работе двигательной установки летательного аппарата. С помощью метода крупных частиц решена задача по определению распределения к-фазы в потоке многофазной газовой смеси.

Современное состояние и тенденции развития сварки цветных металлов и сплавов. *Сборка в машиностроении, приборостроении.* 2011. № 10.

Проанализированы основные трудности, связанные со свариваемостью магниевых сплавов, а также титана и его сплавов (наличие оксидной плёнки, пористость, склонность к образованию горячих и холодных трещин, обеспечение равнопрочности) и пути их преодоления как на стадии предварительной подготовки изделий под сварку, так и во время сварочного процесса. Приведены отечественные сварочные материалы, а также способы и технологические рекомендации по сварке этих сплавов. Рассмотрены современные тенденции по совершенствованию свариваемости, технологии и техники изготовления сварных металлоконструкций из магниевых и титановых сплавов.

Управление целостностью технологического процесса. *Сборка в машиностроении, приборостроении.* 2011. № 10.

Рассмотрены вопросы управления технологическим процессом промышленного предприятия с позиции концепции целостности. Выделено понятие целостности технологического процесса и признаки, отличающие его от бизнес-процесса. Рассмотрены факторы, обуславливающие общую целостность процесса, а также признаки его структурной, функциональной и целевой целостности. В модели технологического процесса выделены точки возможного разрыва деятельности как ключевые точки управления целостностью процесса. Предложены дополнения в регламент технологического процесса.

Разработка инновационной технологии лубрикации в системе колесо-рельс на базе наноматериалов. *Трение и смазка в машинах и механизмах.* 2011. № 10.

Показано, что борьба со сверхнормативным боковым износом в системе колесо-рельс сдерживается недостатком систематизированных знаний в области транспортной трибологии. Сформулированы основные принципы поведения поверхностных слоёв трибоконтакта колесо-рельс и требования к необходимой для него смазочной композиции. Разработана и предложена к эксплуатации новая технология контактно-ротапринтного стержневого гребнерельсосмазывания.

УКАЗАТЕЛЬ

статей, опубликованных в журнале «Автоматизация и современные технологии» в 2012 году

№ журнала Стр.

АВТОМАТИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Алексеев Н.С., Иванов С.В., Капорин В.А., Лосинская А.А., Разумаков А.А. Износ абразивных материалов в условиях больших контактных давлений	3	8
Асадов Х.Г., Абдуллаев Н.А. Обобщённый метод окружностей для акустической локации. Применение для тропосферной акустической локации	4	12
Ашрятов А.А., Микаева С.А., Микаева А.С. Прибор для контроля характеристик энергосберегающих компактных люминесцентных ламп	6	7
Багдасарян М.К. Система управления процессом измельчения минерального сырья с рациональным использованием электроэнергии	2	13
Бигалиева А.З., Коккоз М.М., Аймагамбетова Р.Ж., Мамаева Н.Н. Расчёт на прочность зубьев плоскоколёсных передач с применением компьютерных технологий	11	10
Бобырь М.В., Титов В.С., Червяков Л.М. Адаптация сложных систем управления с учётом прогнозирования возможных состояний	5	3
Бржозовский Б.М., Захаров О.В. Профилирование дискового инструмента для обработки винтовых поверхностей в среде Matlab	10	7
Быстрицкий В.Е. Автоматизированная транспортная система на базе электрифицированной подвесной дороги	1	13
Васильев Ю.Э. Автоматизация технологической подготовки и сквозного производства материалов для ремонта улично-дорожной сети города	8	3
Васин В.М. Закон распределения массы частиц в потоках компонентов сыпучих материалов в смесителях непрерывного действия	1	9
Воронова Е.В. Применение теплонасосных установок в системах кондиционирования воздуха шахтных зерносушилок	10	3
Ганиева В.Р., Любимов А.С., Еникеев Ф.У. Автоматизация производственных процессов сверхпластической формовки на основе применения методов компьютерного моделирования	1	3
Губанов В.Ф. Модернизированная технология отделочно-упрочняющей обработки выглаживанием	2	10
Даршт Я.А., Холкин И.Н. Исследование гидростатической опоры аксиально-поршневого насоса	5	20
Дубовик В.А., Зиякаев Г.Р. Стационарные движения маятникового автобалансира на гибком валу с упругими опорами	2	3
Емельянов К.А., Сотников Ю.К. Устройство автоматического выпаривания жидкого сельскохозяйственного сырья в вакууме ...	3	13
Каракулин Е.М., Брейдо И.В. Универсальный контроллер для управления мехатронными объектами	8	14
Карелин А.Н., Щусь Ю.Ю., Федоров В.Ю. Исследование и оценка параметров газовой защиты электродных систем	6	17
Комиренко А.В., Климов А.С., Климов В.С., Анциборов А.Н. Микропроцессорное управление контактной сваркой	9	3
Корчак Е.С. Совершенствование систем контроля отклонения колонн гидравлических прессов от геометрической оси	2	7
Мещеряков В.Н., Диденко Е.Е. Система управления электроприводом петлеводержателя	8	8
Микаева С.А., Микаева А.С., Ашрятов А.А., Коваленко О.Ю. Амальгамные лампы в установках по обеззараживанию воды ...	9	10
Мурзинов Ю.В. Автоматизированная система построения плана расположения деревьев в лесонасаждении	5	15
Никифоров С.О., Мархадаев Б.Е., Павлов А.Н., Никифоров Б.С. Управление и применение роторных мехатронных манипуляционных систем	6	10
Носов О.А., Васечкин М.А., Рыжкова Е.А., Стоянова Н.В. Выбор режимов функционирования технических систем	4	6
Пожидаев Ю.А., Кадошников В.И., Шаповалова Е.О. Исследование эффективности системы демпферов, рекуперирующих энергию колебаний	12	9
Поляков С.И. Прогнозирование процесса дозирования сыпучего материала	4	3
Рагимли И.Н. Применение двухмерного датчика электромагнитного типа в системе управления многофункциональными станками	11	3
Редькин А.В., Сорокин П.А. Анализ устойчивости свободностоящих кранов при воздействии ненормируемых ветровых нагрузений	11	6
Ремнева О.Ю. Повышение точности технологических систем координатно-расточных станков путём управления их элементами	6	20
Решетняк Е.П. Синтез дискретной адаптивной системы управления биохимическим реактором с оцениванием сигналов модального управления	10	12
Соколова Я.В. Метод оптимальной расстановки оборудования на предметно-замкнутых участках механической обработки в серийном производстве	6	3

Тутаев Г.М. Двухзонное регулирование скорости в электроприводе на базе асинхронизированного вентильного двигателя	7	8
Тутаев Г.М., Гуляев И.В., Юшков И.С., Биленкис Ю.К. Реализация энергоэффективного управления асинхронизированным вентильным двигателем	5	10
Ходина А.И. Анализ потребности в запасных частях предприятий по ремонту и техническому осмотру	7	3
Яковleva Е.Л., Сердобинцев С.П. Автоматизированная установка для термовакуумной обработки пищевых продуктов ...	3	3
Яцун С.Ф., Мальчиков А.В. Автоматизированный мобильный комплекс для диагностики трубопроводов переменного диаметра	12	3

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Абдуллаев Н.А. Анализ точности методов акустической локации технологических взрывов	2	21
Абдуллаев Н.А. О компенсации температурной погрешности акустической локации наземных и летательных средств	1	35
Аленин А.А. Выявление скрытой передачи информации в звуковых файлах	10	38
Алтайулы С. Система автоматического регулирования процесса удаления влаги из фосфолипидной эмульсии подсолечных масел в ротационно-плёночном аппарате	7	27
Ахмедова Т.А. LC-автогенераторные датчики для информационно-измерительных систем и управления робототехническими комплексами	7	20
Белоусов В.Л., Денисов Д.Ю. Формирование механизма контроля процесса выполнения исследовательских работ	12	23
Белоусов В.Л., Вершин В.Е., Вершин О.В. Применение 3D-графиков к анализу экономических характеристик производства	8	27
Бигалиева А.З., Коккоз М.М. Расчёт на прочность трёхмерных объектов проектирования на основе метода конечных элементов	9	32
Вставская Е.В. Использование широтной модуляции для передачи информации по проводам питающей сети в системах освещения	5	43
Головешкин В.А., Пономарёв А.В., Ульянов М.В. Регулярные деревья рекурсии: описание и теоретический анализ ...	9	16
Дворецкий С.И., Муратова Е.И., Толстых С.Г. Автоматизированная информационная система для расчёта и оптимизации рецептур многокомпонентных пищевых систем	4	33
Дегтярёв Ю.И. Обобщённый алгоритм многопараметрического экспертного оценивания технологических платформ и других сложных объектов	10	19
Дьяков И.Ф. Ультразвуковое упрочнение поверхностей деталей машин	8	35
Егоров А.Т. Подключение систем обработки вызовов к сети IMS	3	17
Замятин К.И., Кузнецов А.П. Автоматизированная система поддержки принятия решений при синтезе структур-стратегий производственных систем машиностроения (СППР «Синтез ПС»)	4	20
Звонов А.О., Янишевская А.Г. Математическая модель информационно-измерительного комплекса на промышленном предприятии	4	16
Змиева К.А., Кузнецова Е.В., Козлов Д.В. Разработка инновационной энергосберегающей технологии повышения энергоэффективности машиностроительного оборудования	7	13
Клименко А.К. О способе ускорения сходимости процесса в одном из классов аддитивных систем	3	22
Крампин А.Г., Крампин Н.Ю. Использование программы «Компас» для решения научных задач	5	26
Кривошеев С.В., Орманов Д.Р. Оптимизация движения с помощью решения обратной задачи кинематики для твёрдотельной модели многозвенного манипулятора в среде Matlab методом перебора	12	20
Крутихин А.Д., Кузнецов А.П. Описание вероятностной модели синтеза маршрутных технологических процессов	1	43
Куклина И.Г. Объектно-ориентированные системы в проектировании дорожных машин	11	17
Кэ Фан, Неусыпин К.А. Алгоритм предварительной фильтрации сигналов навигационных систем летательных аппаратов	10	16
Малышев Е.Н., Бысов С.А. Создание автоматизированных технологических систем на основе концентрации обрабатывающих и сборочных процессов	4	26
Мартынов О.Ю. Методика расчёта эффективности внедрения информационных технологий	7	24
Мартынов О.Ю. Определение оптимального варианта применения информационных технологий на промышленном предприятии	6	31
Микаева С.А., Железникова О.Е., Синицына Л.В. Комплекс современного исследовательского оборудования для световых измерений	12	34
Мкртычев С.В. Классификация специализированных компонентов корпоративной информационной системы страховой компании	9	28
Мокрова Н.В., Кардашев Г.А. Модернизация высокотехнологичных систем переработки природного сырья	6	34
Моляка А.С., Янишевская А.Г. Математическая модель функций эффективности пользователей в перегруженных системах массового обслуживания	8	21

Моляка А.С., Янишевская А.Г. Оптимальное размещение данных в сетях с фиксированным числом клиентов	1	38
Невмержицкий М.Н., Бобошко С.В. Система управления гидростанцией циклового пресса на основе программируемого логического реле	2	34
Неусыпин К.А., Кэ Фан, Дзя Ли Синь Управление и наведение ракет, основанное на теории дифференциальной геометрии	1	16
Неусыпин К.А., Пролетарский А.В., Вайс Ю.Л., Шолохов Д.О. Формирование ансамбля критериев селекции компактного алгоритма самоорганизации	11	14
Ничков А.В., Перфилов А.С., Ничков А.Г. Выбор оптимального сочетания параметров режима резания, заборного конуса червячной модульной фрезы и схемы зубофрезерования	12	16
Плющаев В.И. Система контроля и передачи судовых технологических параметров береговым службам	2	18
Садыков С.С., Сафиулова И.А., Белякова А.С. Автоматическая объективная оценка и выбор наиболее значимых параметров для диагностики сердечно-сосудистых заболеваний	3	27
Соловьёв А.С., Воробьев П.Н. Эволюционная оптимизация в задачах проектирования литейной технологии	10	41
Стешина Л.А., Танрывердиев И.О., Петухов И.В. Виртуализация в терминальных системах автоматизированного управления	6	26
Толмачёва Т. Города берутся за ум	8	18
Тусупбеков Б.К., Шаихова Г.С. Адаптивная настройка математических моделей объектов большой размерности на основе метода общего параметра	2	30
Фархадов М.П., Душкин Д.Н. Сетецентристические технологии: эволюция, текущее положение и области дальнейших исследований	1	21
Фатюхин Д.С. Автоматизированное управление и мониторинг технологического процесса ультразвуковой очистки ..	2	25
Цибизова Т.Ю., Неусыпин К.А. Некоторые аспекты реструктуризации системы управления современными учебно-научными центрами	4	16
Чебкасов М.С., Уразбахтин Ф.А., Курганов Д.А. Адаптация по технологичности элементов ракеты на этапе проектирования	5	36
Шемелин В.К., Филиппенков А.В. Методы повышения достоверности текущих параметров диспетчерско-технологической информации газотранспортной системы	7	31
Ширялкин А.Ф. О проблемах качества автоматизации машиностроительных производственных сред	5	30
Ширялкин А.Ф., Кобелев С.А., Угасин А.Н., Махилько В.П. Формирование таксономической структуры классификации деталей машин автоматизации технической подготовки производства	10	31
Шутеев В.А. Применение концепции интеллектуальных агентов для создания информационно-логистических систем поддержки жизненного цикла научёмкой продукции	9	22
Яцун С.Ф., Мищенко В.Я., Мальчиков А.В. Автоматизированный комплекс для получения пектиновых веществ	8	31

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНОЙ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Безденежных В.М. Внедрение процессного подхода управления российскими предприятиями: проблемы и пути их преодоления	9	40
Белоусов В.Л., Дивуева Н.А. Особенности определения цены экспертизы услуг в научной сфере	9	35
Беляева Т.П., Затворницкий А.П. Постановка задачи планирования и её реализация для управления проектами современного предприятия микроэлектроники	3	43
Бетсис П., Толмачёва Т. Роль транснациональных корпораций в развитии региональной инновационной экономики ..	3	34
Горностаев С.А. Интегрированное планирование ресурсов предприятия и управление жизненным циклом изделия (IRPLM): концепция, модель, перспективы	7	40
Иванов А.П., Михалёв А.С. Взаимосвязь макроэкономических показателей в банковской деятельности	12	38
Иванов А.П., Михалёв А.С. Учёт рисков в управлении предпринимательской деятельностью	11	23
Иванов В.К. Интегрированная система моделирования и управления возможностями предприятия	7	34
Лазарев Е.М., Аксёнов К.А. Создание интеллектуальных программных агентов поиска градостроительных конфликтов (нарушений)	2	41
Лебедев А.В. Разработка операторов налогообложения в понятиях координатно-параметрического управления	3	39
Мистров Л.Е. Милушев Д.Э. Метод управления финансовой устойчивостью банковских систем	6	40
Никифоров С.О., Никифорова О.С., Никифоров Б.С. Машинные дизайн-технологии технического и художественного моделирования при прототипировании и производстве изделий	4	41
Савин М.Г. Внутрихолдинговый расчётный центр в системе управления транспортным холдингом	11	29
Сердобинцев С.П., Ханевич В.С. Управление распределением рыбного сырья по видам переработки в рыночных условиях	11	34

Федосеев С.А., Гитман М.Б., Столбов В.Ю.	Автоматизация планирования производства калиброванного проката	8	40
Хубаев Г.Н.	Оценка резервов роста производительности труда: алгоритм и программное обеспечение	11	41

ВЫСТАВКИ И ПРЕЗЕНТАЦИИ

14-я международная специализированная выставка машиностроения и металлообработки «MASHEX-2011»	1	47
Российские инженеры начнут работу над проектом Cisco в «Сколково» в 2012 г.	6	46
«ПРОДЭКСПО-2012»	7	48
«Связь – Экспоком-2012»	8	47
Cisco повышает прибыльность партнёрского бизнеса с помощью глобальной сервисной партнёрской программы	10	48
Начинается новый конкурс «Премия инноваций Сколково при поддержке Cisco I-PRIZE»	11	46

ОБЗОР ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПЕЧАТИ

По страницам журналов	1–3, 6, 8–9, 11–12
Указатель статей, опубликованных в журнале «Автоматизация и современные технологии» в 2012 году	12 45



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

Цена 10 000 р.



**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, Стромынский 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