# Автоматизация и Современные Технологии

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ МЕЖОТРАСЛЕВОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ИЗДАЁТСЯ С 1947 ГОДА

12
2011

**Главный редактор**
**В.Л. Белоусов**

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

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

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

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

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

ООО «Издательство Машиностроение»

***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***

**© Издательство "Машиностроение",**
**«Автоматизация и современные технологии», 2011 г.**

## СОДЕРЖАНИЕ


**АВТОМАТИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

**Дьяков И.Ф., Моисеев Ю.В., Попович А.В.** Активное измерение диаметров цилиндрических деталей ..... 3

**Змиева К.А., Кулагин О.А., Кузнецова Е.В., Иванова М.Н., Григорьев С.Н.** К вопросу о методах расчёта коэффициента мощности трёхфазного асинхронного двигателя .. 6

**Коваленко О.Ю., Сарычев П.А., Микаева С.А., Микаева А.С.** Совершенствование ультрафиолетовых разрядных ламп низкого давления ..... 13

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

**Саакян А.А.** Устранение влияния компрессии звуковой речи в формате AMR ACELP на точность автоматического распознавания ..... 16

**Сторожок Е.А.** Моделирование процессов в локальных сетях Ethernet ..... 25

**Клячкин В.Н., Михеев А.Ю.** Идентификация режима статистического контроля многопараметрического технологического процесса ..... 27

**ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНОЙ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Долгов В.А.** Разработка и внедрение подсистемы планирования технологической подготовки машиностроительного производства интегрированной АС ТПП ..... 32

**Иванов А.П., Савин М.Г.** Условия и предпосылки проведения рейтинговых оценок в России ..... 37

**ВЫСТАВКИ И ПРЕЗЕНТАЦИИ**

«Агропродмаш-2011» ..... 43

**ОБЗОР ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПЕЧАТИ**

По страницам журналов ..... 44

Указатель статей, опубликованных в журнале «Автоматизация и современные технологии» в 2011 году ..... 45


## CONTENTS


**AUTOMATION OF SCIENTIFIC-RESEARCH AND PRODUCTION**

**Dyakov I.F., Moiseev Yu.V., Popovich A.V.** Diameter active measurement of the cylindrical parts ..... 3

**Zmieva K.A., Kulagin O.A., Kuznetsova E.V., Ivanova M.N., Grigorev S.N.** To question on calculation methods of the three-phase asyn-chronous engine power factor ..... 6

**Kovalenko O.Yu., Sarychev P.A., Mikaeva S.A., Mikaeva A.S.** Improvement of the ultra-violet low pressure digit lamps ..... 13

**MODERN TECHNOLOGIES**

**Saakyan A.A.** Influence elimination of the sonic speech compression at the format AMR ACELP on the automatic recognition quality ..... 16

**Storozhok E.A.** Processes modeling in local networks Ethernet ..... 25

**Klyachkin V.N., Mikheev A.Yu.** Statistical control mode identification of the polyvalent technological process ..... 27

**ECONOMICS AND ORGANIZATION OF SCIENTIFIC AND ECONOMIC AKTIVIES**

**Dolgov V.A.** Planning subsystem development and implementation for the machine-building production technology preparation of the integrated ASTPP ..... 32

**Ivanov A.P., Savin M.G.** Conditions and prerequisites for rating estimations carrying out in Russia ..... 37

**EXHIBITION AND PRESENTATIONS**

Agroprodmash-2011 ..... 43

**SURVEY OF PERIODICALS**

Periodicals review ..... 44

Index of articles, published in the magazine «Automation and modern technology» in 2011 ..... 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); телефон для справок (499) 269 6600, 269 5298**

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

Сдано в набор 30.09.11. Подписано в печать 28.11.11.
Формат 6088 1/8. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 5,88. Уч. изд. л. 7,0. Заказ 816. Цена свободная

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

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



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

**ООО «Издательство Машиностроение», «Автоматизация и современные технологии», 2011 г.**

## АВТОМАТИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 621.9.015

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

i.dyakov@ulstu.ru

# АКТИВНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ДИАМЕТРОВ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

*Предложено устройство для активного измерения цилиндрических поверхностей при механической обработке валов без выключения станка.*

**Ключевые слова:** активное измерение, абразивная обработка, цилиндричность, прямолинейность изделия.

*The device for active cylindrical surfaces measurement for shaft machining without the machining tool shut down is proposed.*

**Key words:** measurement, abrasive machining, roundness, straightness of the part.

**Введение.** При обработке длинных нежёстких валов на токарных и круглошлифовальных станках профили детали в продольном и поперечном сечении получают конусную или бочкообразную форму. Это связано в основном с упругими деформациями заготовки и смещением одного из центров станка в вертикальной плоскости от геометрической оси детали.

Точность обработки таких деталей обеспечивают с помощью дополнительного опорного узла [1], прикладываемого к торцу заготовки и изменяющегося в зависимости от положения режущего инструмента при его перемещении вдоль заготовки, или с помощью дополнительной переменной силы (прикладываемой к середине заготовки). Для одновременного устранения линейных (прогиб) и угловых (поворот сечения) изгибных деформаций заготовки в точке приложения силы необходимо совместное действие опорного момента и дополнительной силы. Однако при этом возникают существенные погрешности при обработке, определяемые смещениями точки по поверхности заготовки в вертикальном и горизонтальном направлениях. Упругие деформации при лезвийной и абразивной обработке снижают потенциальную цикловую производительность и точность формообразования, которые связаны с частыми остановками станка для контроля параметров детали.

Независимо от технологического оборудования средства активного контроля строятся по единой принципиальной схеме, в которую входит измерительный узел, воспринимающий изменение размера обрабатываемой детали. Измерительный узел включает измерительную оснастку в виде скобы, призмы и подводящее устройство. Некоторые функциональные узлы (отсчётный, светофорный и командный) конструктивно объединяют в один узел, который называется отсчётно-командным устройством. Они могут работать в непрерывном и прерывистом режимах обработки детали. Измерение диаметра производят после остановки станка. Имеются специальные измерительные системы (БВ-4170. 00.000.06) визуального отсчёта, которые работают без остановки станка в режиме обработки детали. Однако они конструктивно сложны и имеют большую стоимость.

Результаты эксперимента показали, что при точении заготовки диаметром 10 мм и длиной 100 мм из стали 40Х на токарном станке с ЧПУ D210×400CNC разность диаметров на торцах и в середине вала может составить более 0,14 мм.

Среди известных устройств [2] для измерения диаметров цилиндрических поверхностей интерес представляют системы технического зрения, с помощью которых производят бесконтактное измерение детали при большом расстоянии между ней и измерительным устройством, а также одновременный контроль многих параметров. Устройства, реализующие данный принцип, позволяют изменять разрешающую способность в широком диапазоне измерений и отличаются высоким быстродействием и стабильностью измерения. В качестве первичных преобразователей используют фоточувствительные элементы, обладающие неограниченным сроком службы.

Недостатком данного устройства является невозможность осуществления точного измерения

при механической обработке цилиндрических поверхностей из-за того, что во время этого процесса на деталь подаётся смазочно-охлаждающая жидкость, которая образует плёнку на поверхности и не обеспечивает плотный контакт измерительных импульсов с поверхностью, тем самым внося погрешность при измерении. Кроме того, эти устройства измеряют не диаметр изделия, а только косвенные параметры, которые затем позволяют уже пересчитывать диаметр с определённой погрешностью.

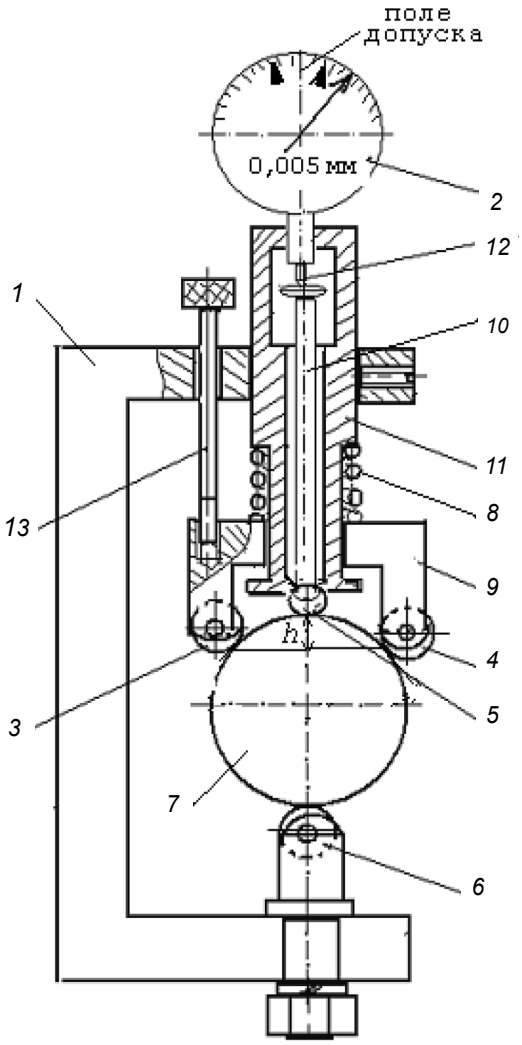
**Основная часть.** С помощью предлагаемого устройства решают задачу активного измерения диаметров в заданном диапазоне цилиндрических поверхностей при механической обработке путём непрерывного измерения по периметру, обеспечивающего получение технического результата, заключающегося в повышении точности. Кроме того, оно расширяет технологические возможности измерений при наличии отклонений от цилиндричности и прямолинейности изделий [3].

Устройство для активного измерения диаметров цилиндрических поверхностей содержит опорную конструкцию, измерительный шток и измеритель перемещения. Оно снабжено направляющим штоком и плунжерной парой с пружиной и направляющей скобой, концы которой соединены с подвижными износостойкими шариковыми опорами, расположенными симметрично оси плунжерной пары.

Измерительный шток снабжён подвижной износостойкой шариковой опорой и установлен с возможностью перемещения по направляющей плунжерной пары и передачи перемещения к измерительной головке цифрового индикатора. Опорная конструкция выполнена в виде скобы, верхняя часть которой имеет отверстие для установки плунжерной пары и направляющего штока, второй конец которого соединён с направляющей скобой. На нижней части скобы опорной конструкции установлена подвижная износостойкая шариковая опора, ось которой расположена соосно оси измерительного штока с его шариковой опорой и плунжерной парой.

Перед измерением скобу *1* (см. рисунок) прикрепляют к суппорту станка и настраивают на нулевое положение цифровой индикатор *2* по радиусным калибрам, которые равны номинальному размеру радиуса измеряемой детали, и производят калибровку.

Поскольку устройство имеет четыре подвижные износостойкие шариковые опоры *3–6*, то происходит самоцентрирование устройства относительно измеряемого изделия *7*. При этом пружиной *8* направляющая скоба *9* устанавливается по минимальной окружности измеряемой поверхности. Подвижные износостойкие шариковые опоры располагаются точно по диаметру об-




**Принципиальная схема измерителя цилиндрических поверхностей**

рабатываемого изделия *7*. При изменении диаметра изделия шариковая опора *5* вместе с измерительным штоком *10* плунжерной пары *11* будет перемещаться в ту или иную сторону. Поскольку измерительный шток *10* кинематически связан с измерительной головкой *12* цифрового индикатора *2*, последний будет отражать изменения диаметра обрабатываемого изделия. В процессе вращения изделия направляющий шток *13* не даёт возможности подпружиненной направляющей скобе поворачиваться на большой угол вокруг своей оси. Подвижные износостойкие шариковые опоры обеспечивают снижение трения в зоне контакта с обрабатываемым изделием и повышение точности измерения. Это позволяет проводить непрерывные измерения (сканирование поверхности), обладать широкодиапазонным активным контролем цилиндричности и прямолинейности изделия.

На основе анализа результатов измерений можно сделать следующие выводы:

**Допускаемые погрешности измерения (мкм) диаметров**

| Интервал размеров детали, мм | Отклонение температуры, °С | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ±5 | ± 10 | ± 5 | ± 10 | ± 5 | ± 10 |
| | Настройка по установленному диску | | Настройка по аттестованной детали | | Настройка по концевым мерам длины | |
| От 50 до 63 | 12/17 | 19/21 | 25/27 | 28/31 | 39/44 | 89/90 |
| Свыше 60 до 80 | 15/20 | 21/27 | 29/32 | 33/36 | 54/56 | 109/110 |
| » 80 до 100 | 17/25 | 24/34 | 37/38 | 39/44 | 65/70 | 133/140 |
| » 100 до 125 | 22/31 | 33/42 | 48/53 | 45/58 | 77/86 | 174/180 |

Примечания: 1. Отклонения температуры следует считать от 20 °С.
2. В числителе приведены погрешности измерения при разности температур детали и установочной меры, равной 1 °С, а в знаменателе – при разности 2 °С.

так как опоры *3–5* располагаются точно по диаметру измеряемого изделия, то производится прямое измерение этого диаметра;

при переходе на обработку с одного режима на другой (с грубого на точный) необходимо уменьшить частоту вращения детали пропорционально увеличению её диаметра с целью исключения пульсации индикатора;

при контроле получаемых размеров по перемещению режущего инструмента (даже с учётом размерного износа инструмента) их действительные значения имеют различные отклонения от заданных, так как в процессе резания значение коэффициента режущей способности ($мм^3$/(минркН)) уменьшается. Для устранения рассеяния размеров деталей целесообразно использовать широкодиапазонный активный контроль.

**Заключение**. Таким образом, во время обработки заготовки без выключения станка происходит активное измерение её цилиндричности и прямолинейности по шкале устройства, в результате чего производительность повышается на 15–20 %. Устройство имеет простую конструкцию и небольшую стоимость. В таблице приведены допускаемые погрешности измерения наружных диаметров по хорде и высоте сегмента. Цена деления измерительной головки 0,005 мм.

Математическая обработка полученных данных позволяет исключить систематическую погрешность измерения, создавая таким образом «идеальный» измеритель, с помощью которого можно на порядок повысить точность контроля обрабатываемой детали. Если вместо цифрового индикатора *2* установить систему аналого-цифрового преобразования сигнала, то появляется возможность отображать данные в цифровом виде, а также передавать в систему ЧПУ станка отклонения от заданных размеров с целью корректировки режимов резания, что делает описанную систему адаптивной.

***Библиографические ссылки***

1. **Мозолевска Т.В., Бохонский А.И**. Исследование законов управления статическими деформациями нежёстких деталей при токарной обработке // Автоматизация производственных процессов в машиностроении и приборостроении: Респ. межвед. науч.-тех. сб. Львов: Вища школа, 1983. Вып. 21. С. 3–10.

2. **А. с. 1672201**, СССР, МКИ G 01 *B* 7/12. Способ измерения диаметров цилиндрических изделий и устройства для его осуществления / Н.Н. Торб и Т.К. Коробцов; заявитель и патентообладатель производственное объединение «Азовмаш»; опубл. 3.11. 88. Бюл. № 31.

3. **Патент 2397439**, МПК G01*B* 7/12. Устройство для активного измерения диаметров цилиндрических изделий / И.Ф. Дьяков, Ю.В. Моисеев; заявитель и патентообладатель Ульян. гос. тех. ун-т; опубл. 20.08.10. Бюл. № 23.

Вниманию авторов!

Требования к оформлению статей, присылаемых для публикации,

можно найти на сайте **www.mashin.ru**

УДК 21.313.1:004.4

**К.А. Змиева,** канд. техн. наук, **О.А. Кулагин, Е.В. Кузнецова, М.Н. Иванова, С.Н. Григорьев,** д-р техн. наук, проф. (Московский государственный технологический университет «Станкин»)

zmieva@stankin.ru

# К ВОПРОСУ О МЕТОДАХ РАСЧЁТА КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ ТРЁХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

*Отображены современные методики оценки коэффициента мощности асинхронных двигателей, показано, что большинство из них являются недостаточно эффективными и точными, особенно в условиях заметной несинусоидальности тока и напряжения. Предложена новая методика расчёта коэффициента мощности и описана разработанная компьютерная программа, её реализующая.*

**Ключевые слова:** коэффициент мощности, асинхронный электродвигатель, энергоэффективность, несинусоидальность.

*Contemporary estimation methods of the asynchronous engines power factor are represented. There is shown that the majority of these methods are insufficiently effective and exact, especially in the conditions of an appreciable current and voltage nonsinusoidality. The new calculation method of the power factor is proposed and the developed computer program for this method realization is described.*

**Key words:** power factor, asynchronous engine, energy efficiency, nonsinusoidality.

**Введение.** В качестве электромеханических преобразователей энергии в производственных процессах широко используют асинхронные двигатели, обладающие простотой, надёжностью, меньшими, по сравнению с электрическими машинами других типов, весом, габаритами и стоимостью. В структуре промышленного энергопотребления асинхронный электропривод составляет 50–70 % общего потребления электроэнергии [1–3]. Любой преобразователь энергии характеризуется коэффициентом полезного действия (КПД) и коэффициентом мощности. Асинхронные двигатели, как правило, имеют достаточно высокий КПД. Коэффициент мощности асинхронных двигателей в номинальном режиме работы также довольно высок, однако при недогрузках значительно снижается [4].

Низкий коэффициент мощности потребителя приводит:

к необходимости увеличения полной мощности трансформаторов и электрических станций, а также сечения подводящих линий электропередачи;

к понижению КПД вырабатывающих, трансформирующих и передающих элементов цепи;

к увеличению потерь мощности и напряжения в проводах. При одних и тех же значениях потребляемой активной мощности уменьшение коэффициента мощности сопровождается увеличением тока в проводах, вследствие чего возрастают потери на их нагрев, и происходит падение напряжения в сети.

Очевидно, что повышение коэффициента мощности является одной из первостепенных задач для современного промышленного предприятия. Чтобы правильно оценить эффективность работы оборудования, в частности асинхронного двигателя как основного потребителя электрической энергии, необходимо оперативно измерять точное значение его коэффициента мощности при различных режимах работы. Рассмотрим подробнее методы измерения и расчёта коэффициента мощности, применяемые в настоящее время.

**Расчёт коэффициента мощности в электрических цепях переменного тока.** В первом приближении можно считать, что питание асинхронного двигателя осуществляется синусоидальным напряжением $u = U_m \sin\omega t$, и при этом в его обмотках протекает синусоидальный ток $i = I_m \sin(\omega t - \varphi)$, отстающий по фазе на угол $\varphi$ ($i$ и $I_m$, $u$ и $U_m$ – мгновенные и амплитудные значения тока и напряжения соответственно; $\omega$ – угловая частота). В этих условиях справедливы формулы классической электротехники, и коэффициент мощности $\lambda$ числено равен

$$\lambda = \cos\varphi.$$

На рис. 1 представлена временная диаграмма синусоидального тока и напряжения.

Для нахождения коэффициента мощности нагрузки при синусоидальных токах и напряжениях достаточно определить угол сдвига фаз между током и напряжением и найти его косинус. Этот метод широко распространён. Именно такой принцип расчёта заложен в современных прибо-

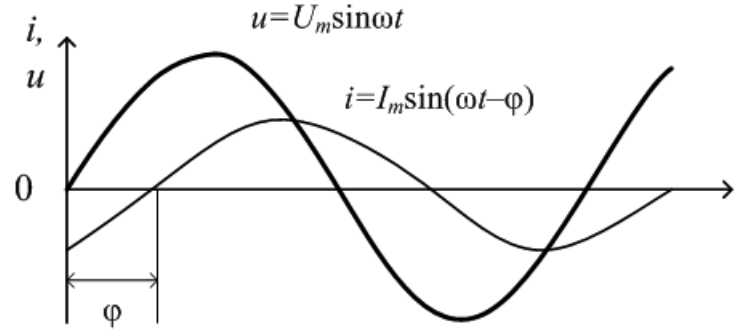



**Рис. 1. Временная диаграмма синусоидального тока и напряжения**

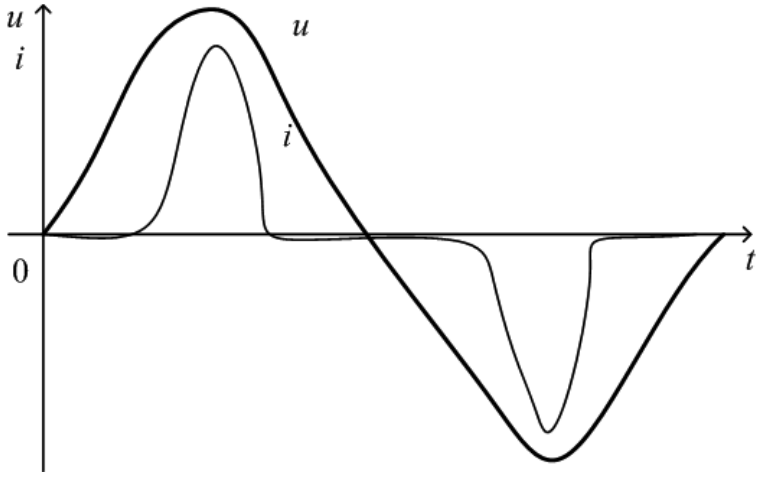



**Рис. 2. Напряжение и ток нелинейной нагрузки в цепи переменного тока**

рах, определяющих коэффициент мощности, – в цифровых фазометрах. В них угол сдвига фаз между током и напряжением определяется путём измерения временного интервала между моментами перехода через ноль мгновенных значений тока и напряжения [5 и 6]. Зная период питающего напряжения, можно вычислить угол сдвига фаз в нужных единицах (градусах, радианах) и косинус этого угла (интерполяцией по таблице или прямым алгоритмом).

До недавнего времени применение специальных средств и методов позволяло поддерживать энергоэффективность электросети предприятий на достаточно высоком уровне. Токи и напряжения благодаря специально принимаемым мерам действительно можно считать синусоидальными. Однако резкое изменение структуры энергопотребления в последнее десятилетие поставило перед потребителями электроэнергии новые задачи. Эти изменения вызваны внедрением нового современного оборудования, которое является принципиально нелинейным и даже более того – нестационарным потребителем электроэнергии. Это означает, что форма потребляемого этими устройствами тока резко отличается от формы подаваемого на них напряжения (рис. 2).

Нелинейные элементы получили широкое распространение, так как с их помощью решаются задачи, принципиально неразрешимые на базе линейных объектов. К ним относятся такие задачи, как преобразование переменного тока в постоянный, регулирование значения тока и напряжения, стабилизация тока и напряжения, изменение частоты и фазы питающего напряжения и т. д. [7].

Для управления асинхронными двигателями всё чаще стали использовать сложные электрические схемы, включающие значительное количество нелинейных элементов. Асинхронные электродвигатели в значительной доле оборудования на производстве уже работают не напрямую от трёхфазной промышленной сети, а подключены через специальные устройства, позволяющие изменять частоту и напряжение, так называемые

частотные преобразователи, которые дают значительное искажение формы кривой напряжения и тока.

Современные силовые электронные блоки частотного преобразования делятся на две основные группы: устройства прямого преобразования, так называемые циклоконвертеры, и преобразователи с промежуточным звеном постоянного тока. Циклоконвертеры «выстригают» при помощи специальных управляемых ключей из синусоидальных напряжений на трёх фазах промышленной сети узкие участки длительностью 1/10–1/100 от длительности одного периода основной частоты, соединяя их в нужной последовательности для синтеза напряжений необходимой формы (рис. 3).

Так как режим работы двигателя меняется во времени, изменяется и конкретный алгоритм переключения управляемых ключей, а следовательно, форма выдаваемого напряжения и потребляемого тока. Результирующее напряжение и потребляемый таким устройством ток при этом не могут являться синусоидальными.

Преобразователи с промежуточным звеном постоянного тока, как видно из названия, превращают промышленное напряжение переменного тока в постоянное. Применяемые для этой цели управляемые или неуправляемые вентильные элементы (диоды, тиристоры, транзисторы) принципиально нелинейны, так как проводят ток только в одном направлении. Следует отметить, что практически вся электроника и системы автоматики на производстве также работают на постоянном токе, т. е. значительная часть поступающей в цех электроэнергии перед потреблением сначала преобразуется из переменного тока в постоянный.

В таких случаях расчёт коэффициента мощности, как косинуса угла сдвига фаз между током и напряжением, является некорректным. Графики тока и напряжения в общем случае не подобны, так что понятие угла сдвига фаз, введённое для синусоидальных функций, не может быть применено, следовательно, алгоритм измерения коэффициента мощности, основанный на измерении временного интервала между переходами через ноль графиков тока и напряжения, будет давать неверный результат [8 и 9].

Ошибочный результат будут давать и приборы электромеханического типа – ватт- и варметры, стрелочные фазометры, так как они спроектированы на измерение параметров электросетей с синусоидальными токами и напряжениями. Сильно искажённый нелинейными потребителями ток содержит большое количество высших гармоник, в то время как электромеханический прибор практически не реагирует на гармоники выше пятой.

Если имеют место сильные искажения формы тока и напряжения, то коэффициент мощности принято рассчитывать как косинус угла сдвига фаз между основными гармониками тока и на-

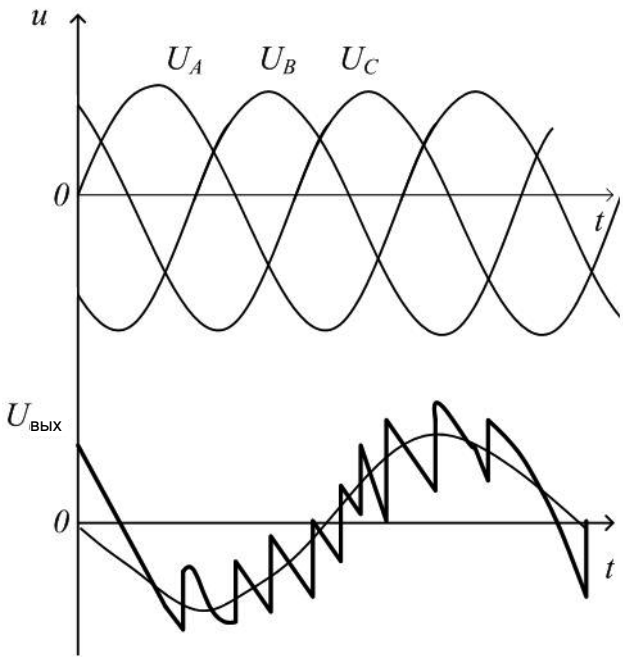



**Рис. 3. Пример формирования выходного напряжения для одной из фаз нагрузки:**

$U_A$, $U_B$, $U_C$ – напряжение на соответствующих фазах; $U_{вых}$ – выходное напряжение для одной из фаз нагрузки

пряжения, т. е. надо выделить основные гармоники сети (50 Гц) и найти разность фаз между ними. Однако при этом не учитывается вклад высокочастотных гармоник, суммарная мощность которых при сильном искажении кривых тока и напряжения, в особенности при их импульсном характере, сравнима с мощностью основной гармоники.

**Анализ методов расчёта коэффициента мощности трёхфазного асинхронного двигателя.** В процессе изучения основных характеристик трёхфазного асинхронного двигателя, полученных с помощью лабораторного экспериментального стенда ЭП-1 (рис. 4), коллектив научно-образовательного центра «Энергосбережение в промышленности» выявил, что напряжение и ток при изменении частоты и амплитуды питающей сети отличаются от синусоидальных (рис. 5). В связи с этим была поставлена задача рассчитать значения коэффициента мощности по реальным значениям тока и напряжения, полученным с аналого-цифрового преобразователя различными методами с целью определения их эффективности и точности [10].

Для проверки и анализа существующих в настоящее время методов вычисления коэффициента мощности асинхронного двигателя на базе Microsoft Excel были разработаны и созданы компьютерные программы:

рассчитывающая коэффициент мощности путём нахождения временного интервала между моментами однонаправленных переходов через ноль на графиках токов и напряжений;

вычисляющая коэффициент мощности по разности фаз между основными гармониками Фурье – разложений тока и напряжения;

«Расчёт коэффициента мощности трёхфазного асинхронного двигателя», созданная на основе разработанного алгоритма.

В первой программе сдвиг фаз вычисляется путём измерения интервала времени между однонаправленными (например, сверху вниз) переходами через ноль на графиках напряжения и тока. Для этого сначала на отрезках синусоидальных сигналов, соответствующих трём токам и трём напряжениям продолжительностью 1 с, методом интерполяции найдены все точки перехода через ноль, отобраны однонаправленные, вычислены по 50 временных интервалов для каждой пары графиков, после чего произведено усреднение и перевод в градусную меру.

Второй алгоритм также работает с отрезками графиков продолжительностью 1 с. Каждый из шести сигналов подвергается дискретному преобразованию Фурье. Затем сравниваются фазы первых (основных) гармоник токов и напряжений, окончательный ответ даётся как среднее по трём значениям.

В третьем из рассмотренных алгоритмов используется численное интегрирование. В его основе заложена классическая формула нахождения

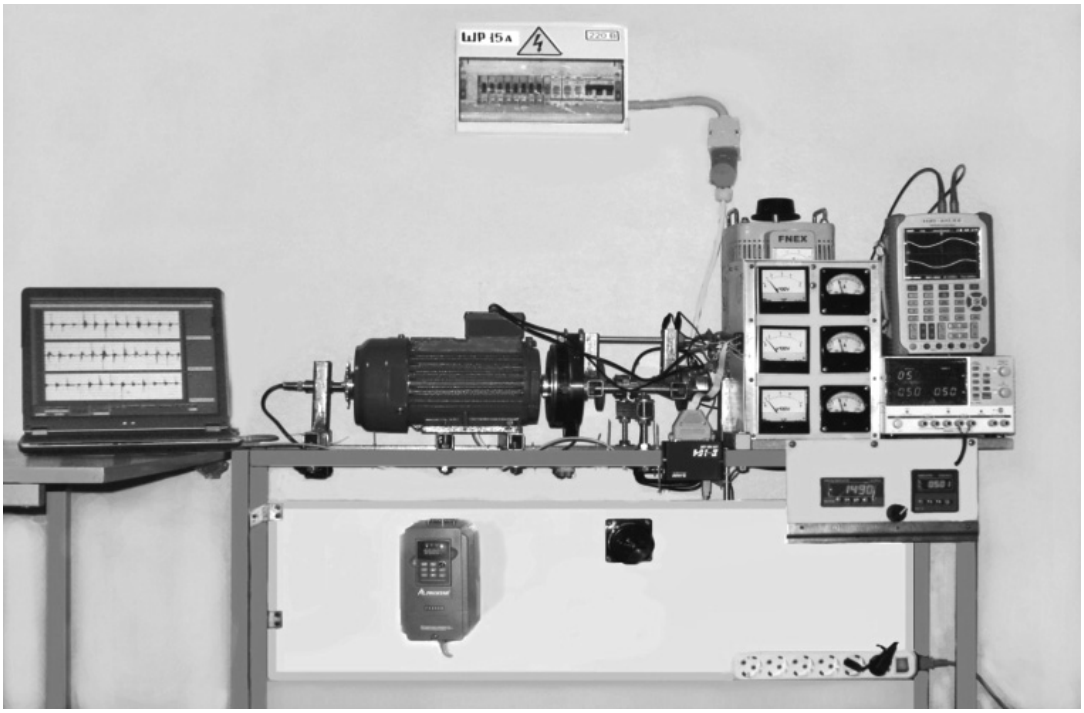


**Рис. 4. Общий вид экспериментального стенда ЭП-1 для исследования характеристик асинхронных двигателей**

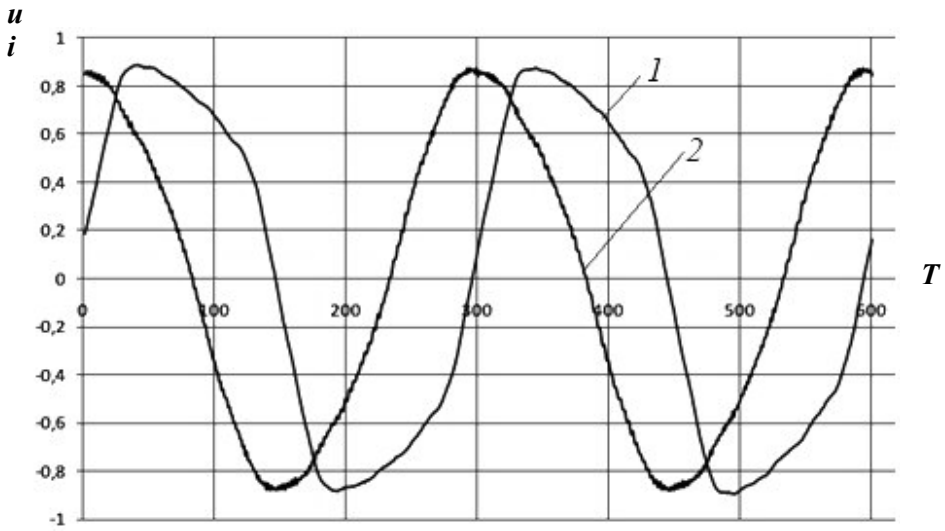



**Рис. 5. Осциллограммы фазного тока (*1*) и напряжения (*2*) реального асинхронного двигателя**

коэффициента мощности как отношение активной мощности к полной, т. е.

$$\lambda = \frac{P}{S},$$

где $P$ – активная мощность; $S$ – полная мощность.

Полная мощность определяется по формуле

$$S = UI,$$

где $U$ и $I$ – действующие (эффективные) значения напряжения и тока, определяемые следующими выражениями:

$$U = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T u^2(t)dt};$$

$$I = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T i^2(t)dt}\ .$$

Период интегрирования $T$ выбирался таким образом, чтобы в нём умещалось достаточное количество полных периодов основной частоты питающего напряжения, и при этом вычисленные на интервале в один период среднеквадратичные значения тока и напряжения оставались примерно постоянными. В рассматриваемых вычислениях этот интервал также выбирался равным одной секунде.

Активная мощность не зависит от формы токов и напряжений и равна отношению израсходованной в цепи за некий интервал времени энергии к продолжительности этого интервала, т. е. расчёт активной мощности протекает без учёта формы кривой тока и напряжения:

$$P = \frac{1}{T}\int_0^T p(t)dt = \frac{1}{T}\int_0^T u(t)i(t)dt.$$

Анализ полученных результатов показал, что вычисление коэффициента мощности по первому алгоритму даёт заниженное значение. Второй алгоритм является более сложным и трудоёмким и, как правило, даёт завышенное значение коэффициента мощности (как и ожидалось), так как он не учитывает потерь на высших гармониках. Третий алгоритм имеет наименьший вычислительный объём, максимальную простоту и наглядность, он основан на классических электротехнических формулах, подходит для расчёта коэффициента мощности для цепей синусоидального тока и напряжения, а также для несинусоидальных, в том числе сильно нелинейных и нестационарных, так как расчёт значения коэффициента мощности не зависит от формы питающего напряжения и тока.

В качестве примера в таблице представлены значения коэффициента мощности при различной нагрузке на валу асинхронного двигателя, рассчитанные описанными выше методами.

**Программа «Расчёт коэффициента мощности трёхфазного асинхронного двигателя».** С целью автоматизации процесса вычисления коэффициента мощности асинхронного двигателя по измеренным значениям тока и напряжения в среде Microsoft Excel на языке Visual Basic for Applications была написана компьютерная программа

«Расчёт коэффициента мощности трёхфазного асинхронного двигателя».

Для получения результатов нужной точности необходимо найти правильный компромисс между частотой дискретизации исходных аналоговых сигналов (токов и напряжений) и разрядностью квантования отсчётов. Слишком высокая частота дискретизации, кроме резкого увеличения объёма вычислений, приведёт к росту погрешности вычисления из-за накопления ошибок округления, а неоправданно низкая частота дискретизации может внести дополнительную погрешность при наличии на графиках тока и/или напряжения узких и высоких импульсов, так как они могут попасть между отсчётами дискретизации и не будут учтены при интегрировании. Выбор большого числа уровней квантования также потребует повышения объёма вычислений, а малое количество уровней квантования увеличит погрешность расчётов. При реализации алгоритма была выбрана частота дискретизации 15 кГц на канал или 300 отсчётов на период основной частоты. Выбор длины отрезка интегрирования в одну секунду позволяет учесть все гармоники с интервалом 1 Гц вплоть до частот 7500 Гц, т. е. до 150-й гармоники основной частоты. 12-битовое квантование даёт точность измерения тока и/или напряжения в 0,05 %, что заведомо лучше точностных показателей любого измерительного прибора. Уровень шумов в условиях лабораторного стенда составляет 0,5 %, так что по этому показателю имеется десятикрат-ный запас. Вычисления проводились в системе 64-битной арифметики с округлением на самой последней стадии перед выдачей результата, поэтому чисто вычислительные погрешности при реализации данного алгоритма можно не учитывать.

Единственная систематическая погрешность в данной работе была вызвана тем, что замер значений тока и напряжения в фазах происходил не одновременно, а со сдвигом в восемь микросекунд. Это объясняется конкретной технической реализацией блока измерений, а не особенностями алгоритма.

Предварительные оценки показали, что сдвиг в восемь микросекунд вносит заметную ошибку лишь в четвёртом знаке окончательного результата. Однако предложены два варианта компенсации данной систематической погрешности: либо разбиением интервала измерения на две половины таким образом, что для первой половины отсчёты тока опережают отсчёты напряжения на восемь микросекунд, а для второй половины, наоборот, отсчёты напряжения опережают отсчёты тока на те же восемь микросекунд, либо усложнением аппаратной части установки для устранения неизбежности запаздывания.

Созданная программа имеет простой и понятный для пользователя интерфейс. Чтобы провести расчёт, необходимо поместить массивы измеренных значений тока и напряжения асинхронного двигателя по трём фазам, полученные с аналого-цифрового преобразователя, в первые шесть столбцов соответственно и нажать кнопку «Расчёт коэффициента мощности». После чего программа выдаст на экран значения коэффициента мощности, а также значения полной и активной мощности (рис. 6).

**Заключение.** Программа может быть использована для расчёта как коэффициента мощности трёхфазного асинхронного двигателя, так и коэффициента мощности любого потребителя электрической энергии. Алгоритм, заложенный в программе, определяет значение коэффициента мощности с большой точностью, что позволяет дать объективную оценку эффективности работы оборудования. В настоящее время весьма актуальны повышение энергоэффективности асинхронного электропривода и программа вычисления точного значения коэффициента мощности.

**Значение коэффициента мощности при различных методах расчёта и нагрузке двигателя**

| Метод расчёта | Значение коэффициента мощности | | |
|---|---|---|---|
| | 0,9 Н·м | 2,7 Н·м | 3,9 Н·м |
| Путём вычисления временного интервала между моментами однонаправленных переходов через ноль на графиках токов и напряжений | 0,315 | 0,384 | 0,642 |
| По разности фаз между основными гармониками Фурье–разложений тока и напряжения | 0,331 | 0,415 | 0,661 |
| С помощью программы «Расчёт коэффициента мощности трёхфазного асинхронного двигателя» | 0,327 | 0,407 | 0,655 |

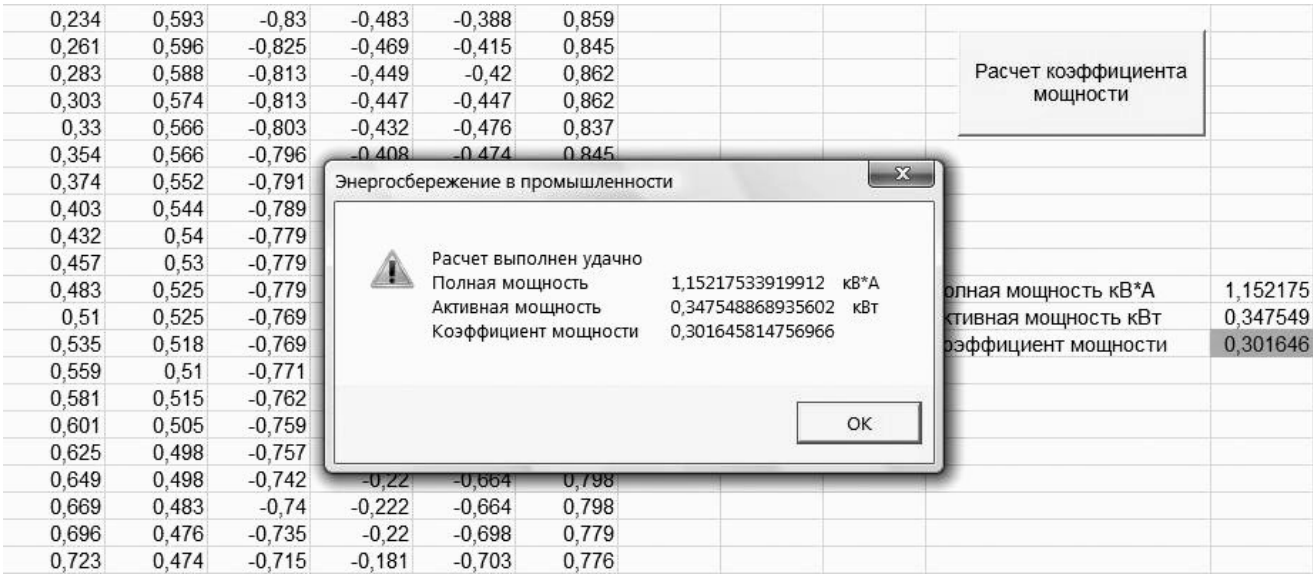



**Рис. 6. Интерфейс компьютерной программы «Расчёт коэффициента мощности трёхфазного асинхронного двигателя»**

Работа выполнялась в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы».

***Библиографические ссылки***

1. **Григорьев С.Н., Шумихина Е.М., Змиева К.А.** Метод повышения энергоэффективности технологий вакуумно-плазменного нанесения покрытий // Вестник МГТУ «Станкин». 2010. № 1. С. 82–87.

2. **Григорьев С.Н., Волосова М.А.** Технология комбинированного поверхностного упрочнения режущего инструмента из оксидно-карбидной керамики // Вестник машиностроения. 2005. № 9. С. 32–36.

3. **Змиева К.А.** Методика повышения энергоэффективности асинхронного электродвигателя посредством организации амплитудно-частотного управления электропитанием // Электротехнические комплексы и системы управления. 2010. № 3. С. 39–44.

4. **Змиева К.А.** Повышение эффективности управления процессом механообработки на основе автоматизированной системы энергосбережения // Безопасность жизнедеятельности. 2009. № 10. С. 6–8.

5. **Белкин С.Г., Дробышевский А.А., Ивакин В.Н.** Перспективные виды электротехнического оборудования // Электротехника. 2006. № 9. С. 2–9.

6. **Levitskaya E.I., Lur`e A.I., Panibratets A.N.** Problem of the electrodynamyc resistance of transformers under faults // Электротехника. 2001. № 9. С. 31–38.

7. **Змиева К.А.** Применение автоматических компенсаторов реактивной мощности для повышения энергоэффективности управления электроприводом металлообрабатывающих станков // Электротехника. 2009. № 11. С. 26–32.

8. **Змиева К.А.** Метод снижения энергопотребления за счёт автоматического управления величиной реактивной мощности // Вестник МГТУ «Станкин». 2008. № 3. С. 22–27.

9. **Панибратец А.Н., Федотов А.И.** Перспективные требования к обмоточным проводам для трансформаторов и реакторов // Кабели и провода. 2008. № 5. С. 12–20.

10. **Козлов Д.В., Змиева К.А., Шумихина Е.М.** Экспериментальная установка для исследования характеристик двигателя при различных нагрузках и питающих напряжениях // Электротехнические комплексы и системы управления. 2011. № 1. С. 12–18.

## Уважаемые читатели!

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

УДК 921.327.534

**О.Ю. Коваленко,** д-р техн. наук, проф., **П.А. Сарычев**
(Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, г. Саранск),
**С.А. Микаева,** д-р техн. наук, проф., **А.С. Микаева**
(Московский государственный университет приборостроения и информатики)

mikaeva@pechkin.npo.lit.ru

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫХ РАЗРЯДНЫХ ЛАМП НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

*Представлены результаты исследований параметров ультрафиолетовых ламп малой мощности, изготовленных с использованием стекла, пропускающего коротковолновое ультрафиолетовое излучение.*

**Ключевые слова:** ультрафиолетовое излучение, ультрафиолетовые лампы, результаты исследований.

*Investigation results of the ultra-violet low power lamps parameters produced through the use of letting through short-wave ultra-violet radiation glass are presented.*

**Key words:** ultra-violet radiation, ultra-violet lamps, investigation results.

Актуальность совершенствования источников излучения фотобиологического действия в последнее время возрастает, так как одной из важнейших правительственных программ является программа развития животноводческой отрасли, в которой указанные источники применяются для профилактического облучения животных. Длительное время для ультрафиолетового облучения животных использовались эритемные лампы типа ЛЭ15, ЛЭ30 с колбой из увиолевого эритемного стекла марки СЛ97-3 и эритемным люминофором Э-2. Данные лампы имели примерно равные потоки ультрафиолетового (УФ) излучения в области А, В и С: УФА (380–320 нм) и УФВ (320 –275 нм). Излучение в области УФС (275–180 нм) было на порядок ниже. Эффективный поток определялся по функции относительной эритемной эффективности согласно Руководству РТМ.3–381–73 с единицей измерения 1 Эр, равной 1 Вт и длине волны 297 нм.

В результате исследований зарубежных учёных функция относительной эритемной эффективности была пересмотрена. В 2000 г. принята новая функция относительной эритемной эффективности, описанная в стандарте (ГОСТ Р МЭК 60335-2-27—2000) и имеющая существенные отличия от ранее используемой. Новая функция относительной эритемной эффективности принимает максимальные значения в коротковолновом диапазоне от 200 до 297 нм, т. е. в области УФС.

Для создания более эффективных эритемных ламп с учётом новых представлений были проведены исследования партий разрядных ламп низкого давления мощностью 15 Вт в трубках диаметром 26 мм (Т8) и 13 Вт в трубках диаметром 16 мм (Т5) из стекла марки РН160 фирмы «Philips» (коэффициент пропускания в области УФС более 80 %), покрытых эритемным люминофором Э-2. Партии были изготовлены на опытном производстве ОАО «Лисма-ВНИИИС» [1].

Партии различались удельной нагрузкой нанесённого люминофорного слоя: для ламп 15 Вт – 1,15 и 3,33 мг/см$^2$, для ламп 13 Вт – 2,03 и 1,40 мг/см$^2$. Удельная нагрузка люминофорного слоя определялась по образцам трубок с люминофором седиментационным методом. Лампы мощностью 15 Вт были изготовлены при давлении наполняющего газа (аргона) 332,5 и 532 Па.

Средние значения облучённости в областях УФА, УФВ и УФС от изготовленных ламп, создаваемые на расстоянии 1 м, были измерены с помощью УФ-радиометра ТКА-АВС (основная относительная погрешность прибора 17 %). Относительные случайные погрешности, вызванные разбросом параметров при производстве ламп, составляли при мощности излучения $P > 0,95$ для облучённости в области УФА ± 2,44 %; УФВ ± 3,42 %; УФС ± 8,95 %.

Энергетический поток в области УФВ рассчитывался по результатам спектральных измерений на установке с дифракционным монохроматором МДР-23 и фотоприёмником ФЭУ-100. Энергетический поток в области УФС оценивался из соотношения потоков и облучённости в областях УФВ и УФС. Для ламп с удельной нагрузкой слоя люминофора 3,33 мг/см$^2$ отношение потоков в областях УФВ и УФС ($\Phi_{УФВ} : \Phi_{УФС}$) составляет 1 : 0,05, а для ламп с удельной нагрузкой слоя люминофора 1,15 мг/м$^2$ – 1 : 0,77.

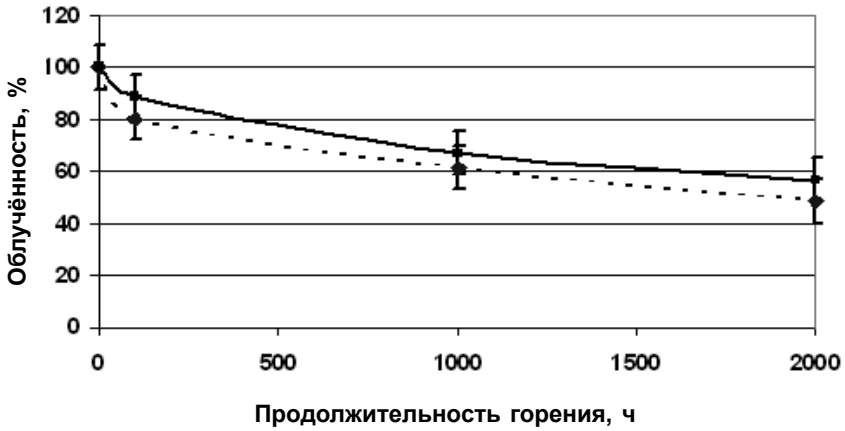



**Рис. 1. Спад облучённости в процессе срока службы для эритемных ламп мощностью 15 Вт с давлением аргона 532 Па при различной удельной нагрузке люминофорного слоя:**
--●-- – удельная нагрузка 3,33 мг/см$^2$; --■-- – удельная нагрузка 1,15 мг/см$^2$

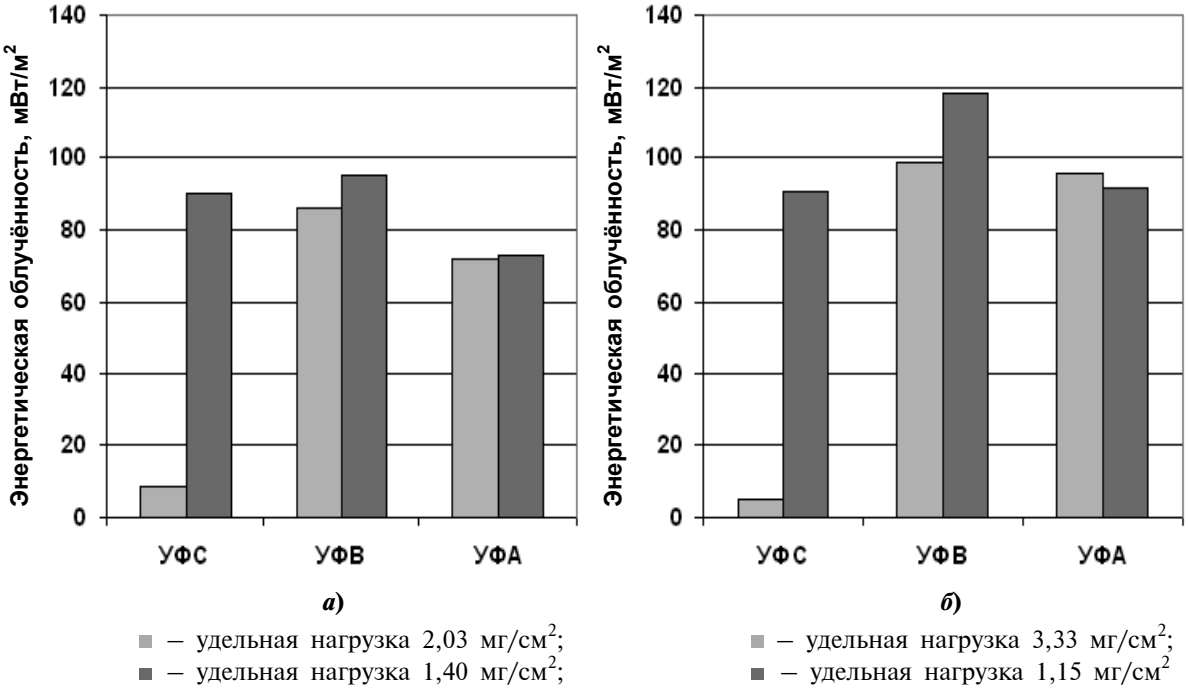



**Рис. 2. Средние значения облучённости в ультрафиолетовых областях спектра от эритемных ламп в трубках из стекла марки РН160 при различных значениях удельной нагрузки люминофорного слоя для мощности 13 Вт (*а*) и 15 Вт (*б*)**

Получены зависимости облучённости от времени горения в процентах для различных значений удельной нагрузки люминофора при давлении инертного газа 532 Па (рис. 1). При производстве ламп типа ЛЭ15 и ЛЭ30 в ТУ16-586, 247–74 указывается допустимый спад облучённости после 100 ч горения в пределах 25 %. Для опытных партий ламп спад облучённости не превышал допустимого значения.

Установлено, что излучение линии 253,7 нм в различной степени задерживается люминофорным слоем в зависимости от удельной нагрузки и после 100 ч горения обеспечивает выход энергетического потока в области УФС при удельной нагрузке 1,15 мг/см$^2$ около 28 %, а при удельной нагрузке 3,33 мг/см$^2$ около 2,3% от общего потока лампы. В абсолютных единицах значение энергетического потока в области УФС для ламп с удельной нагрузкой люминофора 3,33 мг/см$^2$ не превышает 0,05 Вт, что меньше допустимого значения (0,15 бакт), соответствующего для линии 253,7 нм значению 0,15 Вт, которое указано в ТУ16-586,247—74. При этом все лампы имели мощность ниже предельно допустимой 16,25 Вт,

облучённость не ниже 78,5 мВт/м$^2$ (соответствующей для люминофора Э-2 допустимой эритемной облучённости 28 мэр/м$^2$) и в целом соответствовали ТУ16-586, 247—74.

Таким образом, эритемные лампы мощностью 15 Вт с люминофором Э-2 в трубке диаметром 26 мм из стекла марки РН160 с удельной нагрузкой слоя люминофора 3,33 мг/м$^2$ могут быть сертифицированы и использоваться вместо ЛЭ15.

В работах [2 и 3] экспериментально установлено, что оптимальное соотношение эритемного и бактерицидного потоков при профилактическом ультрафиолетовом облучении животных для энергетических потоков люминофора Э-2 (область УФВ) и линии 253,7 нм (область УФС) равно 1 : 0,39. Такое соотношение можно получить при удельной нагрузке слоя люминофора примерно равной 2,3 мг/см$^2$. Эффективный поток, вычисленный по функции относительной эритемной эффективности, утверждённой ГОСТ Р МЭК 60335-2-27–2000, для ламп мощностью 15 Вт с удельной нагрузкой слоя люминофора 2,3 мг/см$^2$ будет 0,84 Вт, в то время как для ламп с удельной нагрузкой слоя люминофора 3,33 мг/см$^2$ (с уменьшенной составляющей УФС) составляет 0,47 Вт, что равно 5,6 и 3,1 % соответственно мощности эффективного потока от подводимой мощности.

Таким образом, увеличивая составляющую излучения области УФС, можно решить проблему увеличения эритемной эффективности источников ультрафиолетового излучения без повышения их мощности.

Аналогичные исследования проведены для ламп в трубках Т5 мощностью 13 Вт. Средние значения облучённости областей УФА, УФВ и УФС лампами мощностью 13 и 15 Вт, создаваемые на расстоянии 1 м, после 100 ч горения представлены на рис. 2.

Переход от эритемных ламп с трубками Т8 к лампам с трубками Т5 при примерно равной эффективной отдаче в рассматриваемом диапазоне удельных нагрузок люминофорного слоя обеспечивает до 30 % экономии таких материалов, как стекло, люминофор, ртуть, вольфрам, молибден, алюминий. Кроме того, экономия обеспечивается за счёт использования облучателей с низкой материалоёмкостью.

Применение технологии производства эритемных ламп в трубках, пропускающих ультрафиолетовое излучение области УФС, обеспечит превосходство ламп меньшей мощности и повысит эффективность облучательных установок на их основе.

***Библиографические ссылки***

1. **Коваленко О.Ю., Дадонов В.Ф.** Новые возможности повышения эффективности эритемных ламп // Светотехника. 2008. № 2. С. 43–44.

2. **Овчукова С.А., Живописцев Е.Н., Коваленко О.Ю.** Ультрафиолетовое облучение молодняка крупного рогатого скота эритемно-бактерицидными лампами // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1999. № 8. С. 7–9.

3. **Алферова Л.К., Овчукова С.А.** Способы увеличения функциональной эффективности ультрафиолетовых облучательных установок // Светотехника. 2000. № 1. С. 15–18.

**ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА:** *учебное пособие*

**А.Н. Болдин, А.И. Яковлев, С.Д. Тепляков и др.**

Под общ. ред. А.Н. Болдина

**Цена 1000 р.**

352 с. : ил. ISBN 978-5-94275-523-2

Приведены основные методики исследований и расчета вредных выделений в литейном производстве, рассмотрены различные технологии литейного производства, применяемые в машиностроительном комплексе России и за рубежом с точки зрения эколо= гии. Даны сведения, необходимые для проектирования литейных цехов, реконструкции уже существующих литейных цехов и оценки их влияния на окружающую среду.

Пособие предназначено для студентов вузов, обучающихся по специальности "Машины и технология литейного производства", а также может быть полезно специалистам-литейщикам.

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

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.934

**А.А. Саакян** (ФГУП «ЦНИИ “Электроприбор”», Москва)

artemsaak@mail.ru

# УСТРАНЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМПРЕССИИ ЗВУКОВОЙ РЕЧИ В ФОРМАТЕ AMR ACELP НА ТОЧНОСТЬ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ

*Рассмотрена задача распознавания речи, претерпевшей сжатие алгоритмом AMR ACELP, являющимся частью стандарта мобильной связи GSM. Отмечено статистически значимое снижение качества распознавания (в сравнении с несжатой речью) при использовании акустических признаков MFCC и PLP. Предложены новые признаки, основанные на клиппировании речевого сигнала, позволяющие элиминировать влияние компрессии на точность распознавания.*

**Ключевые слова**: голосовой интерфейс, распознавание речи, сжатие речи, клиппирование.

*Recognition task of a speech sustained compression by algorithm AMR ACELP that is a part of the mobile GSM connection is considered. Statistical meaningful recognition quality lowering (in comparison with uncompressed speech) when utilization of an acoustic indicators MFCC and PLP is noted. New indicators based on a speech signal clipping permitting to eliminate compression influence on the recognition quality are proposed.*

**Key words:** vocal interface, speech recognition, speech compression, clipping speech.

**Введение.** Системы распознавания (СР) речи, обрабатывающие заранее подготовленные звуковые файлы, применяются в тех случаях, когда собираемая в ходе какого-либо исследования информация фиксируется в речевом виде и сохраняется до этапа обработки. Например, при проведении маркетинговых и социологических исследований (на улице, в магазине) оптимальным инструментом фиксирования получаемой от респондентов информации является диктофон [1]. Разработка специализированных устройств, осуществляющих не только запись, но и распознавание звуковой речи, требует больших расходов. Использование стандартных диктофонов и СР, функционирующей на обычном персональном компьютере, обходится гораздо дешевле. Для максимального удешевления технологии сбора речевой информации можно применять встроенный диктофон, имеющийся в каждом современном мобильном телефоне.

Встроенный диктофон фактически является бесплатным приложением к аппарату, которым пользуется почти каждый человек, тогда как цена обычного диктофона составляет не менее 3–4 тыс. руб. Недостатком же встроенных диктофонов является то, что в отличие от профессиональных и полупрофессиональных моделей они производят принудительную компрессию звука, чаще всего в формате AMR ACELP [2] (являющемся частью современного стандарта GSM), в результате чего сигнал искажается. Разработка акустических признаков (АП), адекватно характеризующих сжатый речевой сигнал, позволит снизить затраты на аппаратную часть технологии фиксирования информации без потери качества распознавания.

**Акустические признаки современных систем распознавания и алгоритм сжатия ACELP.** АП, используемые в современных практических СР, опираются на модель речевого тракта как линейной системы, которую на кратковременных участках речевого сигнала можно считать инвариантной во времени, что позволяет представить её оператор свёрткой

$$s(t) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} e(t)h(t-k),$$

где $h(t)$ – импульсная характеристика системы; $e(t)$ – сигнал возбуждения; $h(t)$ и $e(t)$ не зависят друг от друга.

Считается, что информативные параметры речевого сигнала определяются исключительно свойствами речевого тракта и не зависят от возбуждения. Эта модель обосновывает гомоморфную обработку речи, т. е. обработку, использующую такое преобразование, которое свёртке сиг-

налов ставит в соответствие сумму их преобразований. В качестве гомоморфного преобразования при анализе речи используется кепстр

$$c[n]=\frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi}\ln\left|X(e^{i\omega})\right|e^{i\omega n}d\omega,$$

где $X(e^{i\omega})$ – результат преобразования Фурье сигнала $x[n]$.

Можно считать, что кепстральные отсчёты в окрестности нуля отражают свойства исключительно речевого тракта и не зависят от возбуждения. Поэтому в задачах распознавания вычисляют фиксированное число отсчётов $\overline{C}=\{c[i]\}_{i=0,..,N}$, используемых в качестве вектора АП.

Акустические признаки конструируют на основе не только модели генерирования речи, но и некоторых известных аспектов её восприятия. К моделям восприятия относится, например, мел-шкала – эмпирически вычисленная оценка зависимости между частотой звука в герцах и субъективным ощущением высоты тона, возникающим в ухе. Такими АП, комбинирующими модели образования и восприятия речи, являются кепстральные коэффициенты в мел-шкале (mel frequency cepstral coefficients, MFCC) и кепстральные коэффициенты, вычисленные линейным предсказанием (perceptual linear prediction, PLP) [3]. АП MFCC – это вектор отсчётов кепстра. При его вычислении, в отличие от стандартного кепстра $\overline{C}$, спектр сигнала генерируется специальным банком полосовых фильтров, центральные частоты которых являются равноотстоящими, а ширина полосы пропускания – постоянной не в линейной, а в мел-шкале частот. В линейной же шкале ширина полосы фильтра увеличивается с ростом его центральной частоты. Каждый фильтр интегрирует мощность сигнала в полосе пропускания, после чего вычисляют логарифм спектра и применяют обратное преобразование Фурье. Строго говоря, мел-кепстр уже не является гомоморфным преобразованием, однако в практических приложениях его можно считать приближенно гомоморфным.

АП PLP вычисляют не прямым применением кепстрального преобразования, а с помощью линейного предсказания [3] – метода, позволяющего идентифицировать линейную полюсную систему

$$H(z)=\frac{1}{1-\sum_{i=1}^{p}a_i z^{-i}}$$

по сгенерированному ею сигналу $y[n]$ при условии, что возбуждающий сигнал $x[n]$ является белым шумом или последовательностью импульсов. Здесь $p$ – порядок предсказания. Линейное предсказание, так же как и гомоморфная обработка, производит разделение сигнала на фильтр и возбуждение. Зная передаточную функцию $H(z)$ линейной системы, можно вычислить необходимое число кепстральных коэффициентов.

Для применения моделей восприятия речи коэффициенты автокорреляции, используемые для определения значений $\{a_i\}_{i=1,..,p}$, вычисляют не во временной области, а как обратное преобразование Фурье спектра мощности на выходе банка фильтров, осуществляющего нелинейное преобразование шкалы частот. В качестве нелинейной шкалы может использоваться либо мел-шкала, либо шкала критических полос слуха.

При параметризации (вычислении параметров) нестационарного, в том числе речевого, сигнала применяется анализ с перекрытием: на каждом малом отрезке сигнал полагают квазистационарным, что позволяет вычислить значения его параметров в пределах этого отрезка. Отрезок сигнала, используемый для вычисления значений его параметров, называется окном, а отрезок, для которого считается допустимым предположение о квазистационарности сигнала, – кадром. Позиция окна последовательно перемещается по оси времени с шагом, равным длине кадра. Если длина окна превышает длину кадра, соседние положения окна частично пересекаются, перекрывая друг друга. При распознавании слитной речи длина кадра выбирается равной 10 мс, а окна 25–30 мс. В задачах сжатия речи длина кадра обычно выбирается большей – 20 мс.

Стандарт компрессии речи AMR ACELP использует алгоритм семейства Code Excited Linear Prediction [2], опирающийся, как и описанные АП, на модель речеобразования в виде линейной системы, которую на кратковременных участках можно считать стационарной.

Алгоритм сжатия представляет каждый кадр речевого сигнала в виде не зависящих друг от друга линейного фильтра и возбуждающего сигнала, для чего применяется линейное предсказание. Сжатие достигается главным образом за счёт замены возбуждающего сигнала в каждом кадре на наиболее близкий к нему из вариантов, содержащихся в кодовой книге, а также за счёт представления фильтра ограниченным числом квантованных коэффициентов. Стандарт AMR ACELP предусматривает восемь фиксированных степеней сжатия, характеризующихся величиной продуцируемого потока информации от 4,75 до 12,2 кбит/с. При работе в режиме диктофона телефон производит компрессию с максимальным качеством, для которого стандарт AMR ACELP определяет следующие параметры обработки сигнала [2]. Сигнал разбивается на кадры длительностью 20 мс при размере окна 30 мс. К каждому

кадру применяется линейное предсказание моделью 10-го порядка для вычисления параметров фильтра. Далее кадр разбивается на четыре подкадра длительностью 5 мс, в каждом из которых сигнал возбуждения кодируется отдельно.

В сжатом сигнале линейность речевого тракта и его стационарность (в пределах одного кадра) являются уже не гипотезой, а данностью. При параметризации такого сигнала, очевидно, не следует производить анализ с перекрытием, который гарантированно ухудшит полученные в результате компрессии оценки параметров фильтра. Алгоритмы CELP и кепстральная обработка используют одну и ту же модель речевого сигнала, что позволяет выполнять параметризацию сигнала без его декомпрессии. Для вычисления значений АП MFCC достаточно умножить полученную при компрессии частотную характеристику речевого тракта

$$H(e^{i\omega}) = \frac{1}{1 - \sum_{k=1}^{p} a_k e^{-i\omega k}}$$

на частотную характеристику фильтров, моделирующих свойства восприятия, и применить обратное преобразование Фурье к результату. Значения кепстральных АП определяются исключительно свойствами фильтра, однако, игнорируя явным образом сигнал возбуждения, можно избавиться даже от незначительного влияния его искажений, внесённых при сжатии. В отличие от АП MFCC, процедура вычисления АП PLP не позволяет исключить сигнал возбуждения из расчётов: для определения значений коэффициентов автокорреляции используются характеристика речевого тракта и возбуждение. Экспериментальная оценка качества распознавания СР [4, 5] подтверждает преимущество вычисления АП по сжатому сигналу перед обычным анализом с перекрытием, применяемым к сигналу после декомпрессии.

Размер кадра, используемого в стандарте AMR ACELP, не подходит для задач распознавания, поскольку при этом качество в сравнении с кадром длиной 10 мс существенно снижается [4–6]. В работе [6] предложено удвоить частоту вычисления характеристик фильтра линейной интерполяцией значений двух соседних кадров и отмечено возрастание при этом качества распознавания. В работе [4] отмечается преимущество интерполяции по четырём соседним кадрам перед интерполяцией по двум. Измерим теперь влияние сжатия на точность распознавания. Для каждого набора АП построим СР для несжатой и сжатой речи.

**Система распознавания, использующая АП MFCC и PLP.** В качестве речевых единиц возьмём кластеризованные трифоны (сеноны), реализуемые с помощью скрытых марковских моделей (СММ). Выходные распределения состояний СММ будем моделировать смесью непрерывных гауссовских компонент. Алфавит фонем основывается на фонетической транскрипционной системе русской речи Р.И. Аванесова, также применявшейся при разработке речевых баз ISABASE и RuSpeech, созданных в Институте системного анализа РАН и компании «Cognitive Technologies» соответственно. Речевой материал для обучения суммарным объёмом девять часов, принадлежащий 30 дикторам разного пола и возраста, извлечён частично из базы ISABASE и частично из базы RuSpeech. Речевой материал состоит из файлов формата WAVE PCM, оцифрованных с частотой 22 050 Гц. Каждый файл содержит запись одного предложения и сопровождается текстовым описанием со списком произносимых слов. Для создания и обучения СММ используется свободно распространяемый инструментарий HTK.

Для статистического исследования свойств АП необходимо располагать сегментацией речевой базы – информацией о границах речевых единиц в сигнале. Создание сегментации вручную экспертом-акустиком – трудоёмкая и небезошибочная операция. Поэтому сегментация обычно вычисляется автоматически, по алгоритму распознавания.

Поскольку объём речевой информации ограничен, для измерения качества распознавания применим метод перекрёстной проверки, или cross-validation, позволяющий увеличить точность оценок без уменьшения обучающей выборки: разобьём речевую базу на обучающую и тестовую части не одним, а несколькими (например, по числу дикторов) способами. Для каждого разбиения построим СР, используя обучающую часть, и измерим точность распознавания, используя тестовую. По полученной выборке значений точности вычислим итоговую оценку – точечную или интервальную. Интервальные оценки величин будем вычислять для уровня значимости 0,99.

Набор АП MFCC ограничим 20 отсчётами кепстра с дельта-признаками первого и второго порядков (первой и второй производными по времени). Для PLP возьмём 11 отсчётов с дельта-признаками первого и второго порядков. Порядок предсказания установим равным используемому в стандарте AMR ACELP, т. е. 10. Размер кадра установим равным 10 мс. Для несжатой речи будем проводить анализ с перекрытием с использованием окна Хемминга длительностью 30 мс. Результаты эксперимента, приведённые в табл. 1, свидетельствуют о том, что переход к сжатой речи приводит к статистически значимому снижению точности. Исследуем причины этого явления.

Таблица 1

**Точность действия системы распознавания, в которой используются акустические признаки MFCC и PLP**

| Вид акустических признаков | WAVE | AMR |
|---|---|---|
| MFCC | [0,953; 0,976] | [0,919; 0,935] |
| PLP | [0,946; 0,968] | [0,907; 0,926] |

**Устранение влияния компрессии на точность распознавания.** Исследуем изменение статистических свойств АП MFCC и PLP при переходе от несжатой речи к сжатой. Для этого разобьём всё множество параметризованных кадров речевого сигнала на классы (наблюдений), используя сегментацию с точностью до отдельного состояния одной СММ. Построим дискриминатор для каждой из двух совокупностей наблюдений, соответствующих несжатой и сжатой речи. Поскольку интерес представляет не абсолютное значение качества дискриминации, а изменение этого показателя при переходе от первой совокупности ко второй, ограничимся простым гауссовским дискриминатором с одной компонентой. Качество дискриминации будем оценивать как относительное число $P^*$ верно классифицированных наблюдений

$$P^* = \frac{N_{\text{верн}}}{N}$$

из тестовой выборки, которую сформируем (применяя перекрёстную проверку), выбрав случайным образом равное число наблюдений из каждого класса.

Результаты измерений (табл. 2) демонстрируют статистически значимое уменьшение точности классификации кадров сжатой речи в сравнении с несжатой для обоих наборов АП, что подтверждает первоначальное предположение об уменьшении дискриминирующей способности АП при переходе к сжатому речевому сигналу. Измерим степень разброса каждого АП в обеих совокупностях наблюдений и проверим гипотезу «нормированное среднеквадратическое отклонение (СКО) $\frac{\sigma}{|\mu|}$ признака для сжатой речи больше, чем для несжатой». Результаты вычислений позволяют принять эту гипотезу для 53 из 60 АП MFCC и 28 из 33 АП PLP, т. е. для подавляющего большинства. Для каждого набора АП вычислим характеризующую качество дискриминации величину

$$S = \frac{|\bar{T}|}{|\bar{W}|}$$

отношения межклассовой (вычисленной по всей совокупности наблюдений) дисперсии $\bar{T}$ к усредненной внутриклассовой дисперсии $\bar{W}$:

$$\bar{T} = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{J}\sum_{i=1}^{N_j}(x_i^j - \bar{x})(x_i^j - \bar{x})^T,$$

$$\bar{W} = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{J}\sum_{i=1}^{N_j}(x_i^j - \bar{x}_j)(x_i^j - \bar{x}_j)^T,$$

где $\bar{x} = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{J}\sum_{i=1}^{N_j} x_i^j$; $\bar{x}_j = \frac{1}{N_j}\sum_{i=1}^{N_j} x_i$; $N$ – общее число наблюдений; $J$ – число классов; $N_j$ – число наблюдений в $j$-м классе.

Величина показателя $S$, так же как и точность распознавания тестовой выборки, уменьшается при переходе к сжатой речи (см. табл. 2). Это позволяет сделать вывод о том, что увеличение разброса АП является результатом квантования параметров фильтра, производимого при сжатии. Шум квантования уменьшает ОСП оценок параметров, следствием чего является снижение качества дискриминации.

Сжатая и несжатая речь на слух неразличимы, т. е. необходимая для распознавания информация при сжатии искажается незначительно. Существенное же увеличение степени разброса значений АП, по-видимому, объясняется тем, что при их вычислении используется не только релевантная задаче распознавания информация, но и прочая из массива информации, содержащейся в

Таблица 2

**Качество дискриминации признаков MFCC и PLP**

| Вид акустических признаков | $P^*$ | | $S$ | |
|---|---|---|---|---|
| | WAVE | AMR | WAVE | AMR |
| MFCC | [0,35; 0,361] | [0,311; 0,321] | 1151,53 | 610,31 |
| PLP | [0,329; 0,348] | [0,292; 0,309] | 1179,33 | 577,87 |

речевом сигнале, и именно последняя подвергается значительному воздействию шумов и, таким образом, искажает значения АП.

Попробуем перед параметризацией применить к речевому сигналу преобразование, сокращающее его избыточность, т. е. частично устраняющее из сигнала нерелевантную задаче распознавания информацию. В качестве такого преобразования возьмём клиппирование [7], ограничивающее множество значений амплитуды оцифрованного сигнала двумя значениями {–1; 1}. Амплитуда изменяется, очевидно, в момент пересечения сигналом нуля. Известно, что речевой сигнал, подвергшийся клиппированию, сохраняет удовлетворительную разборчивость [8]. При этом, будучи представленным в виде времяимпульсного кода (последовательности прямоугольных импульсов, где каждый импульс кодируется только своей длительностью), сигнал описывается очень малым числом параметров, т. е. такое представление сигнала априори не может содержать большого количества избыточной информации. Попытки использовать времяимпульсное кодирование речевого сигнала для автоматического распознавания уже предпринимались ранее. В работах [9, 10] сообщалось об успешно проведённых экспериментах по опознаванию отдельных (произносимых вне контекста) звуков речи.

Идея фиксирования моментов перехода сигнала через пороговое значение отражает представления о механизме первичной обработки звука базилярной мембраной человеческого уха [3]. Предположительно, что при параметризации звука ухо вычисляет длительность интервалов времени между соседними пересечениями сигналом пороговых значений, число и величины которых зависят от частоты [11]. Известно большое количество моделей, конструирующих АП на основе этого принципа [12, 13]. Набор АП обычно имеет значительную размерность, что представляет трудности для его непосредственного использования при распознавании.

Другим недостатком таких моделей является гораздо бóльшая по сравнению с MFCC и PLP ресурсоёмкость вычислений, что при актуальном уровне вычислительных мощностей не позволяет использовать их для решения практических задач, а также то, что эти модели характеризуются большим числом параметров, значения многих из которых, например частотно-зависимых порогов амплитуды сигнала и длительности скользящего окна, используемого при вычислении значений АП, выбирают произвольно. При удачном выборе значений параметров акустические модели этого типа демонстрируют качество распознавания, близкое к MFCC и PLP [13], и даже большую, чем эти АП, устойчивость к снижению ОСП, т. е. добавлению шумов. В исследовательских проектах значения параметров моделей варьируют для получения оптимального результата, что, разумеется, невозможно при решении практических задач. Для конструирования прикладных СР необходимо иметь модель без произвольно выбираемых параметров.

Обратимся вновь к алгоритму клиппирования, реализующему простейшую модель человеческого уха для единственного порога и всей полосы речевого сигнала одновременно, но при этом генерирующему сигнал, обладающий достаточной разборчивостью. Сконструируем АП, описывающие речевой сигнал во времяимпульсном представлении. В качестве параметров последовательности импульсов возьмём нормированную дисперсию длительности импульсов, среднюю длительность импульсов, разделённую на длительность кадра, и вычислим эти величины отдельно для положительных (с амплитудой «1») и отрицательных (с амплитудой «–1») импульсов, а также парных, образованных положительным и следующим за ним отрицательным импульсом. Кроме того, включим в набор дельта-признаки первого и второго порядков. Полный список АП $\bar{Z} = \{z_i\}_{i=1,..,18}$ приведён в табл. 3. При параметризации клиппированного сигнала будем применять анализ с перекрытием, положив длительность кадра и окна равной 10 и 30 мс соответственно. При вычислении параметров кадра используется информация обо всех импульсах, пересекающихся с окном анализа, т. е. окно расширяется в обе стороны так, чтобы включить граничные импульсы целиком. Для клиппирования сжатого сигнала его нужно предварительно декомпрессировать.

Если представить речевой сигнал в виде

$$s(t) = A(t)\cos\varphi(t),$$

его разборчивость определяется в основном фазовой составляющей $\cos\varphi(t)$, тогда как огибающая $A(t)$ влияет на такие параметры, как тембр, эмоциональная окраска, индивидуальная принадлежность голоса. Клиппирование можно считать операцией нелинейной фильтрации, приближённо восстанавливающей составляющую $\cos\varphi(t)$ [7]. Таким образом, клиппирование осуществляет требующееся уменьшение избыточности речевого сигнала, устраняя менее информативную его компоненту и сохраняя более информативную. Отметим, что отбрасывание неинформативной составляющей речевого сигнала применяется и при разделении сигнала на возбуждение и «фильтр», используемый для вычисления АП MFCC и PLP.

Клиппирование определяет неинформативную компоненту отличным от этих АП способом, по-

Таблица 3

**Специфические признаки клиппированного сигнала**

| Обозначение | Наименование |
|---|---|
| $z_1$ | Количество импульсов |
| $z_2$ | Средняя длительность положительных импульсов |
| $z_3$ | Нормированная дисперсия положительных импульсов |
| $z_4$ | Средняя длительность отрицательных импульсов |
| $z_5$ | Нормированная дисперсия отрицательных импульсов |
| $z_6$ | Нормированная дисперсия парных импульсов |
| $z_{7-12} = \Delta z_{1-6}$ | Дельта-признаки первого порядка |
| $z_{13-18} = \Delta z_{1-6}$ | Дельта-признаки второго порядка |

этому результаты двух преобразований взаимно дополняют друг друга, т. е. объединение АП MFCC и PLP с АП клиппированного сигнала должно повысить качество СР. Кроме параллельного применения этих двух преобразований представляет интерес также последовательное – выделение фазовой составляющей сигнала, а затем вычисление кепстральных коэффициентов. Для фильтрации сигнала будем использовать не клиппирование, а нормирование сигнала на его огибающую

$$s'(t) = \frac{s(t)}{A(t)},$$

вычисленную с использованием преобразования Гильберта

$$A(t) = \sqrt{s^2(t) + \hat{s}^2(t)},\ \hat{s}(t) = H[s(t)].$$

Для сравнения качества нормированной и клиппированной речи был проведён эксперимент, продемонстрировавший, что разборчивость первой превышает разборчивость второй и практически не уступает разборчивости исходного сигнала на участках, содержащих речь. Различие между нормированным и исходным сигналами ощутимо на слух только в межсловных паузах, содержащих чистый шум, мощность которого после нормирования существенно возрастает. Поскольку конструируемая СР должна обрабатывать исключительно заранее записанные речевые сигналы, вычисление преобразования Гильберта не создаст трудностей, которые возникли бы, если СР предназначалась для режима реального времени.

Исследуем качество новых признаков в сравнении с базовыми АП MFCC и PLP. Наборы MFCC и PLP, вычисленные по исходному сигналу (в формате WAVE или AMR), обозначим как $\bar{F}_M$ и $\bar{F}_P$ соответственно; те же наборы, вычисленные по нормированному сигналу, – как $\bar{F}'_M$ и $\bar{F}'_P$. Для исследования влияния нормирования сигнала на качество распознавания оценим изменения свойств наборов АП $\bar{F}_M$, $\bar{F}_P$, $\bar{F}'_M$, $\bar{F}'_P$ и $\bar{Z}$ при переходе от несжатой речи к сжатой, для чего вычислим качество дискриминации $P^*_{\text{сж}}$ и $P^*_{\text{несж}}$, отношение $\hat{S} = \frac{S_{\text{сж}}}{S_{\text{несж}}}$ значений статистики $S$ для сжатой и несжатой речи, а также количество $\widehat{N}$ признаков, для которых можно принять гипотезу об увеличении нормированного СКО при переходе к сжатой речи (табл. 4). Также для каждого отдельного признака вычислим значение разности нормированного СКО

$$\Delta\sigma = \frac{\sigma_{\text{сж}}}{|\mu|_{\text{сж}}} - \frac{\sigma_{\text{несж}}}{|\mu|_{\text{несж}}},$$

статистики $S$ и отношения

$$\hat{S} = \frac{S_{\text{сж}}}{S_{\text{несж}}}.$$

Абсолютное значение $S$ для одного признака не имеет смысла, поскольку при его вычислении не учитывается корреляция между признаками, однако, если считать, что матрица корреляции существенно не меняется при переходе к сжатой речи, отношение $\hat{s}$ значений этого показателя для сжатой и несжатой речи позволит оценить изменение дискриминирующей способности каждого АП в отдельности. Усреднённые (в каждом наборе АП) значения

$$\overline{\Delta\sigma} = \frac{1}{M}\sum_{i=1}^{M}\Delta\sigma_i \ \text{ и } \ \bar{s} = \sqrt[M]{\prod_{i=1}^{M}\widehat{s_i}}$$

Таблица 4

**Сравнение признаков MFCC и PLP для исходного и нормированного сигналов**

| Вид акустических признаков | $P^*_{\text{несж}}$ | $P^*_{\text{сж}}$ | $\hat{S}$ | $\widehat{N}$ | $\overline{\Delta\sigma}$ | $\bar{s}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $\overline{F}_M$ | [0,35; 0,361] | [0,311; 0,321] | 0,53 | 53 | 2,46 | 0,95 |
| $\overline{F}_P$ | [0,329; 0,348] | [0,292; 0,309] | 0,49 | 28 | 3,68 | 0,93 |
| $\overline{F}'_M$ | [0,31; 0,32] | [0,298; 0,316] | 0,97 | 24 | 0,19 | 1,04 |
| $\overline{F}'_P$ | [0,302; 0,313] | [0,289; 0,304] | 0,95 | 10 | −0,38 | 1,03 |
| $\overline{Z}$ | [0,092; 0,103] | [0,097; 0,109] | 1,07 | 0 | −0,14 | 1,06 |

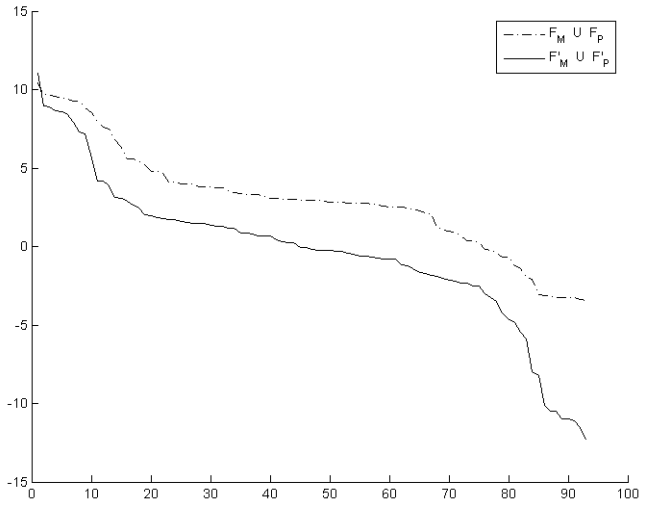



**Рис. 1. Разность нормированных СКО для отдельных акустических признаков**

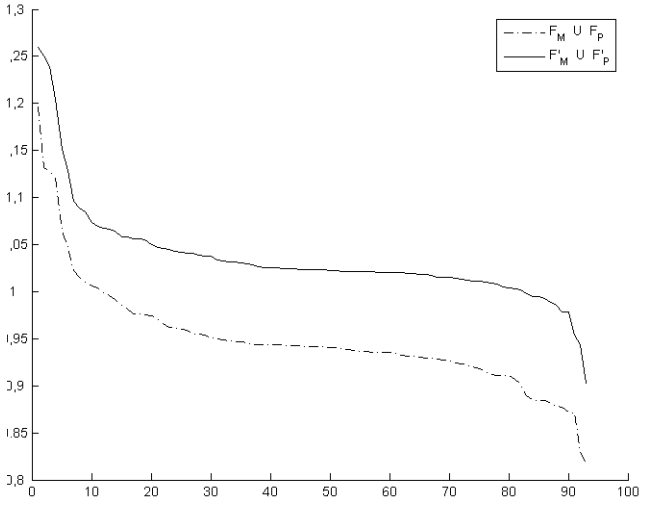



**Рис. 2. Отношение статистики *S* для отдельных акустических признаков**

приведены в табл. 4. Упорядоченные по убыванию множества значений $\{\Delta\sigma_i\}_i$ и $\{\widehat{s_i}\}_i$, вычисленных для объединённых наборов АП $\overline{F} = \overline{F}_M \cup \overline{F}_P$ и $\overline{F}' = \overline{F}'_M \cup \overline{F}'_P$, изображены на рис. 1 и 2. Полученные результаты демонстрируют значительно меньшую зависимость новых АП $\overline{F}'_M$, $\overline{F}'_P$ и $\overline{Z}$ (в сравнении с базовыми $\overline{F}_M$ и $\overline{F}_P$) от влияния предварительной компрессии сигнала как по дополнительным показателям (разность нормированного СКО близка к нулю, величина $\hat{S}$ близка к единице, $\bar{s} > 1$, $\widehat{N} = 0$ или меньше, чем у базовых АП), так и по основным (в отличие от базовых АП, изменение величины $P^*$ у новых АП не является статистически значимым). В то же время новые АП уступают базовым по абсолютной величине $P^*$. Объединение рассматриваемых наборов АП в один $\overline{F}'' = \overline{F}_M \cup \overline{F}_P \cup \overline{F}'_M \cup \overline{F}'_P \cup \overline{Z}$ может уменьшить зависимость точности СР от применения предварительной компрессии сигнала.

Поскольку признаки в $\overline{F}''$ сильно коррелированы, уменьшим размерность признакового пространства с помощью линейного дискриминантного анализа, для чего применим разновидность метода, известную как Heteroscedastic Linear Discriminant Analysis. Качество дискриминации и соответственно оптимальную размерность нового пространства будем вычислять с помощью тестовой выборки наблюдений. Зависимость качества дискриминации кадров сжатой речи от количества признаков в преобразованном пространстве изображена на рис. 3. Двумя горизонтальными линиями отмечены величины качества дискриминации АП $\overline{F}_M$ для сжатой и несжатой речи. Максимальное качество дискриминации достигается в пространстве размерностью 118. Обозначим оптимальный набор преобразованных АП как $\overline{F}^*$.

Признаки в преобразованном пространстве являются некоррелированными по построению.

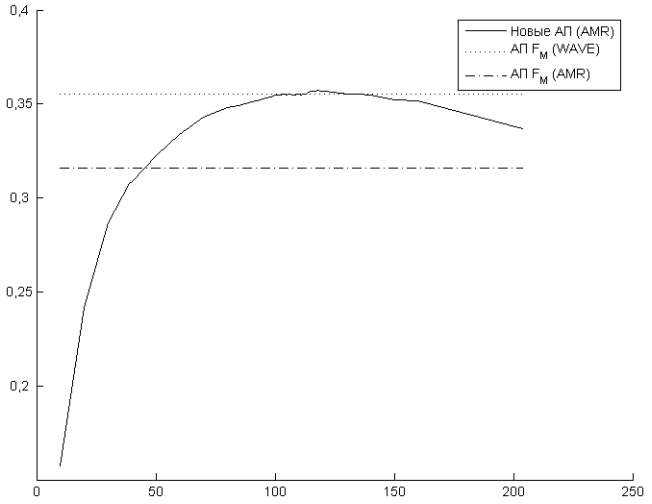



**Рис. 3. Зависимость качества дискриминации от количества акустических признаков на выходе LDA**

Однако для внутриклассовых распределений это, в общем случае, неверно. Вычислим среднюю по множеству классов и признаков величину корреляции и сравним её значение для АП $\overline{F}^*$, $\overline{F}_M$ и $\overline{F}_P$. Для этого составим выборку из значений корреляции между каждой парой признаков в каждом классе наблюдений и вычислим оценку её математического ожидания, которая составляет [0,0686; 0,0688], [0,0935; 0,0941] и [0,1294; 0,1308] для $\overline{F}^*$, $\overline{F}_M$ и $\overline{F}_P$ соответственно. Таким образом, среднее значение корреляции новых признаков не превышает того же показателя базовых АП.

Для наборов АП $\overline{F}^*$, $\overline{F}_M$ и $\overline{F}_P$ осуществим оптимальное расщепление распределений (в каждом классе) как смеси гауссовских компонент. Вычисления будем производить с помощью пакета MixMOD. Проведём эксперимент отдельно для диагональных и полных матриц ковариаций, после чего вычислим значение $\Delta L = L^{opt}_{full} - L^{opt}_{diag}$ разности максимального логарифмического правдоподобия тестовой выборки для этих двух случаев. Моделирование не только разброса каждого признака, но и связей между признаками с помощью полной матрицы ковариаций, обеспечивает потенциально бóльшую точность и, следовательно, бóльшую величину максимального правдоподобия. Величина $\Delta L$, усреднённая по множеству классов ($\overline{\Delta L} = \frac{1}{J}\sum_{i=1}^{J}\Delta L_i$), является характеристикой погрешности аппроксимации полной диагональной матрицы ковариаций. Такая аппроксимация используется в практических СР из-за трудностей вычисления оценки полной матрицы ковариаций по короткой обучающей выборке. Усреднённые по множеству классов величины правдоподобия $\overline{L^{opt}_{full}}$, $\overline{L^{opt}_{diag}}$, $\overline{\Delta L}$, величина относительной погрешности аппроксимации

$$\overline{\Delta L}_{\text{отн}} = \frac{2\overline{\Delta L}}{\left|\overline{L^{opt}_{full}} + \overline{L^{opt}_{diag}}\right|},$$

а также среднее число $N_{gauss}$ гауссовских компонент в классе приведены в табл. 5, откуда видно, что АП $\overline{F}^*$ требуют меньшего числа гауссовских компонент, обеспечивая меньшую погрешность аппроксимации ковариационной матрицы в сравнении с базовыми АП.

Сконструируем теперь на основе АП $\overline{F}^*$ СР (отдельно для сжатой и несжатой речи), оценим точность распознавания при разных значениях ОСП и сравним с теми же показателями СР, использующей АП $\overline{F}_M$. Для получения тестовых записей с заданным значением ОСП будем использовать аддитивный белый гауссовский шум. Величину ОСП определим как отношение мощностей речевого сигнала и шума, вычисленных в пределах всей речевой записи. На рис. 4 показаны точечные оценки значений качества распознавания сжатой и несжатой речи для АП $\overline{F}^*$ и $\overline{F}_M$, а на рис. 5 – интервальные оценки качества распознавания сжатой и несжатой речи для АП $\overline{F}^*$. Приведённые зависимости демонстрируют, что при всех значениях ОСП сконструированные АП $\overline{F}^*$ обеспечивают несколько бóльшую

Таблица 5

**Характеристики оптимального расщепления на гауссовские компоненты**

| Вид акустических признаков | $N_{gauss}$ | $\overline{L^{opt}_{full}}$ | $\overline{L^{opt}_{diag}}$ | $\overline{\Delta L}$ | $\overline{\Delta L}_{\text{отн}}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $\overline{F}^*$ | 14,26 | –180,76 | –186,12 | 5,36 | 0,029 |
| $\overline{F}_M$ | 15,13 | –61,07 | –68,74 | 7,67 | 0,118 |
| $\overline{F}_P$ | 14,9 | –29,47 | –34,18 | 4,71 | 0,148 |

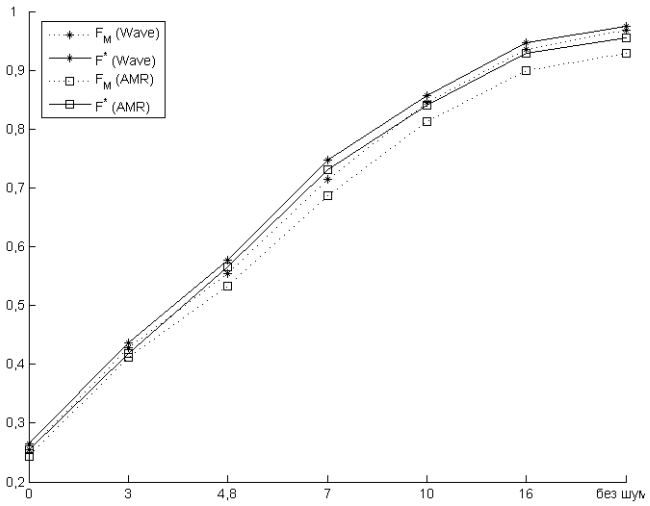



**Рис. 4. Точность распознавания новых и базовых акустических признаков для сжатой и несжатой речи**

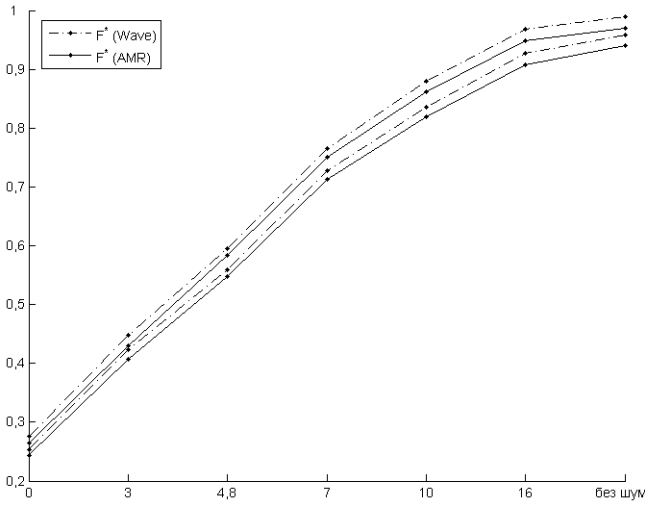



**Рис. 5. Точность распознавания новых акустических признаков для сжатой и несжатой речи (интервальные оценки)**

точность на несжатой речи в сравнении с базовыми АП и, в отличие от них, нечувствительны к предварительной компрессии речи (изменение точности не является статистически значимым).

**Заключение.** В результате проведённого исследования установлено, что нормирование речевого сигнала на огибающую, а также клиппирование значительно уменьшают влияние сжатия речи, осуществляемое встроенными диктофонами мобильных телефонов, на точность автоматического распознавания, а использование АП, вычисленных на основе преобразованного сигнала, даёт возможность без потери качества заменить этими устройствами дорогостоящие специализированные аппараты.

### *Библиографические ссылки*

1. **Саакян А.А.** Голосовой интерфейс в решении коммуникационных задач // Маркетинг. 2009. № 5. С. 103–112.

2. **Wai C.** Speech Coding Algorithms. Hoboken, New Jersey: John Wiley p Sons, 2003. P. 423–453.

3. **Huang X.D., Acero A., Hon H.** Spoken Language Processing: a guide to theory, algorithm and system development. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 2001. 980 p.

4. **Dufour S. и др.** Evaluation of the root-normalized front-end (RN_LFCC) for speech recognition in wireless GSM network environments // Proc. of ICASSP'96. 1996. P. 77–80.

5. **Pelaez-Moreno C. и др.** Recognizing voice over IP: A robust front-end for speech recognition on the World Wide Web // Proc. IEEE Trans. on Multimedia. 2001. Vol. 3. № 2. P. 209–218.

6. **Kim H., Cox R.** A bitstream-based front-end for wireless speech recognition on IS-136 communications system // IEEE Trans. on Speech and Audio Processing. 2001. Vol. 9. № 5. P. 558–568.

7. **Козленко Н.И.** Помехоустойчивость дискретной передачи непрерывных сообщений. М.: Радиотехника, 2004. С. 128–151.

8. **Сапожков М.А., Михайлов В.Г.** Вокодерная связь. М.: Радио и связь, 1983. С. 54–77.

9. **Цемель Г.И.** Опознавание глухих щелевых звуков по клиппированному речевому сигналу // Пробл. передачи информ. 1965. Т. 1. Вып. 4. С. 33–40.

10. **Sacai T., Doshita S.** The Automatic Speech Recognition System for Conversational Sound // IEEE Trans. Electronic Computers. 1963. Vol. 12. № 6. P. 835–846.

11. **Abeles M.** Corticonics: Neural circuits of the cerebral cortex. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. P. 118–147.

12. **Ghitza O.** Auditory nerve representation as a front end for speech recognition in a noisy environment // Computer Speech and Language. 1986. Vol. 1. P. 109–130.

13. **Kim D. и др.** Auditory processing of speech signals for robust speech recognition in real world noisy environments // IEEE Trans. Speech Audio Process. 1999. Vol. 7. № 1. P. 55–69.

УДК 004.057.4

**Е.А. Сторожок,** канд. техн. наук, доц.
(Тихоокеанский военно-морской институт им. С.О. Макарова, г. Владивосток)

storea@mail.ru

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЯХ ETHERNET

*Приведены результаты исследований зависимости вероятности возникновения коллизии от выбора момента начала передачи сообщения, рассмотрены возможности коррекции протоколов Ethernet с целью повышения эффективности работы сети в условиях высокой интенсивности передаваемого трафика.*

**Ключевые слова**: технология построения сети, метод доступа к среде передачи данных, коллизия, матрица вероятностей, система массового обслуживания.

*Dependence investigation results of a collision occurrence probability from a choice of the message transfer beginning moment are adduced. Ethernet reports correction possibilities for the purpose of a network overall performance increase in high intensity conditions of the transferred traffic are considered.*

**Key words:** a network construction technology, an access method to data transmission environment, a collision, a probabilities matrix, mass service system.

Лидирующее положение среди технологий, используемых при создании локальных сетей, принадлежит технологии Ethernet. Данная технология предусматривает использование метода доступа к единой среде передачи данных CSMA/CD [1]. Метод носит вероятностный характер, который не гарантирует успешность передачи сообщения в случае высокой интенсивности сетевого трафика. В статье приведены результаты исследований зависимости вероятности возникновения коллизии от выбора момента начала передачи сообщения, рассмотрены возможности коррекции протоколов Ethernet с целью повышения эффективности работы сети в условиях высокой интенсивности передаваемого трафика.

Локальная сеть, построенная с использованием топологии «пассивная звезда», представляется как одноканальная система массового обслуживания с ожиданием. В рамках данной работы проводятся исследования возможностей коррекции протоколов Ethernet. Сама же возможность коррекции предусматривает разработку программы, которая отслеживает момент, когда процент потерь передаваемых сообщений превышает установленный порог и включает временное разделение среды передачи данных.

Основной топологией локальной сети, построенной по технологии Fast Ethernet, является топология «пассивная звезда». На рис. 1 приведён пример структуры такой сети, объединяющей десять компьютеров.

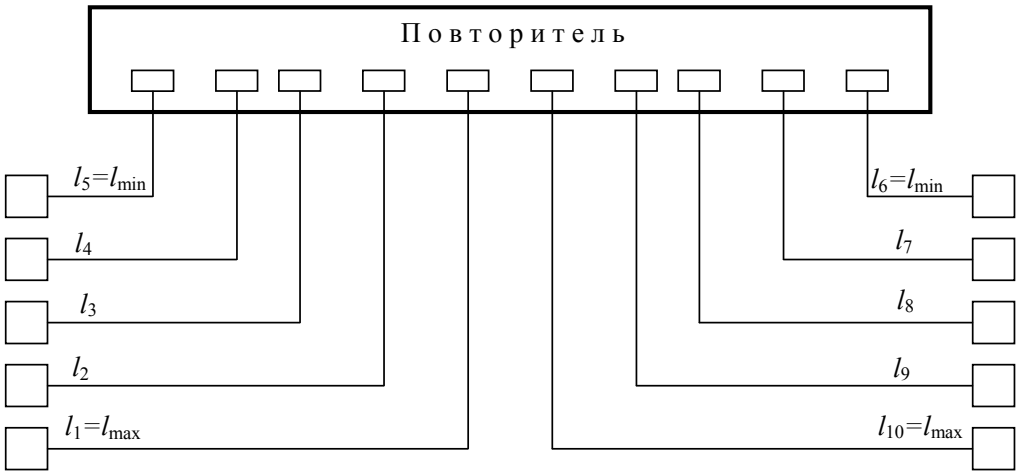



**Рис. 1. Сеть Fast Ethernet с топологией «пассивная звезда»**

Отдельные физические сегменты сети, объединённые с помощью концентратора, представляют собой общую среду передачи данных, разделяемую конечными узлами сети. Метод CSMA/CD предполагает прослушивание станциями канала связи на предмет наличия в нём несущей, что является признаком его занятости. Вследствие распределённого характера сети передаваемое сообщение не одновременно достигает всех узлов сети. Поэтому возможна ситуация, когда станция начинает передачу своего сообщения в то время, когда среда передачи уже занята. В результате происходит столкновение передаваемых кадров и их искажение. Это явление получило название коллизии. Вероятности возникновения явления коллизии в сетях Fast Ethernet в зависимости от расстояния между конфликтующими станциями, а также от интервала времени между моментами начала передачи сообщений этими станциями могут быть представлены в виде матрицы вероятностей (рис. 2). Оцениваемый интервал времени разбит на $n$ битовых интервалов. Ширина $W$ области битовых интервалов с ненулевой вероятностью зависит от расстояния между конфликтующими станциями, и тем больше, чем больше это расстояние.

Вероятность коллизии будет нулевой, если выполняется условие

$$i - j > (L_a + L_b)/v,$$

где $i$ – номер битового интервала – начала передачи кадра станцией $a(\mathrm{PC}_i)$; $j$ – номер битового интервала – начала передачи кадра станцией $b(\mathrm{PC}_j)$; $L_a$ – длина физического сегмента станции $a$; $L_b$ – длина физического сегмента станции $b$; $v$ – скорость распространения сигнала по каналу связи.

Если предположить, что вероятность передачи кадра каждой станцией на оцениваемом интервале времени равна 0,5, то вероятность начала передачи кадра на $i$ ($j$) битовом интервале равна $0{,}5/n$**.** Вероятность коллизии в клетке матрицы, принадлежащей области ненулевых коллизий, определяется по формуле

$$p_{ij} = 0{,}25/n^2.$$

| $\mathrm{PC}_j$ \ $\mathrm{PC}_i$ | 1 | 2 | … | $i$ | … | $n$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $P_{11}$ | $P_{12}$ | … | $P_{1i}$ | … | |
| 2 | $P_{21}$ | $P_{22}$ | … | $P_{2i}$ | … | |
| … | … | … | … | … | … | |
| $j$ | $P_{j1}$ | $P_{j2}$ | … | $P_{ji}$ | … | |
| … | … | … | … | … | … | |
| $n$ | $P_{n1}$ | $P_{n2}$ | … | $P_{ni}$ | … | |

$W$

**Рис. 2. Матрица вероятностей**

Каждой возможной паре конфликтующих станций соответствует своя матрица вероятностей. Очевидно, что число матриц $Z$ может быть подсчитано по формуле

$$Z = m^2 - m,$$

где $m$ – количество станций в сети.

Полная вероятность коллизии с учётом вероятностей для всех возможных пар конфликтующих станций будет определяться по формуле

$$P_{ij} = \Sigma p_{ij}^{\,k},$$

где $p_{ij}^{\,k}$ – вероятность возникновения коллизии для $k$-й пары станций.

Сеть Ethernet может быть представлена как одноканальная система массового обслуживания с ожиданием (рис. 3) [2–4]. В таблице приведены характеристики состояний системы.

Так как потоки событий (поступление заявок и выполнение заявок) в случае локальной сети Ethernet являются стационарными, т. е. вероятность появления $n$ событий на интервале времени $(t,\ t + x)$ не зависит от времени $t$, а зависит только от длины этого участка, интенсивности $\lambda$ и $\mu$ (рис. 3), то они могут быть подсчитаны как среднее число событий в единицу времени, т. е. $\lambda(t) = \lambda = \mathrm{const}$ и $\mu\ (t) = \mu = \mathrm{const}$.

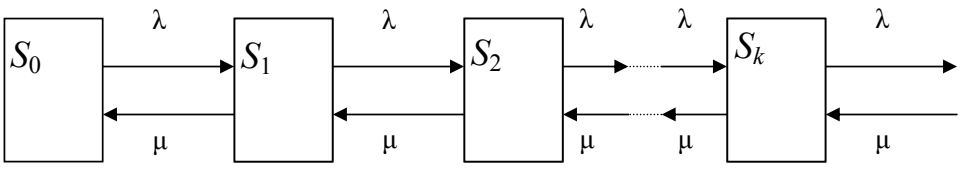



**Рис. 3. Сеть Ethernet как система массового обслуживания**

**Предельные вероятности состояний**

| Состояние системы | Предельные вероятности состояний |
|---|---|
| $S_0$ – канал свободен | $P_0 = 1 - \rho$ |
| $S_1$ – канал занят, очереди нет | $P_1 = \rho(1 - \rho)$ |
| $S_2$ – канал занят, одна заявка в очереди | $P_2 = \rho^2(1 - \rho)$ |
| ... | ... |
| $S_k$ – канал занят, $k$–1 заявок в очереди | $P_k = \rho^k(1 - \rho)$ |
| ... | ... |

В случае повышения интенсивности сетевого трафика, когда процент потерянных пакетов превысит установленный порог, время использования канала связи начинает делиться между узлами сети. Очерёдность обслуживания узлов устанавливается с учётом вероятности потребности узлов в передаче сообщений. Для определения этих вероятностей используется накопленный статистический материал по количеству сообщений, переданных каждым узлом сети.

***Библиографические ссылки***

1. **Олифер В.Г., Олифер Н.А.** Компьютерные сети. СПб.: Питер, 2009. С. 550.

2. **Абчук В.А.** Справочник по исследованию операций. М.: Воениздат, 1975. С. 157.

3. **Клейинрок Л.** Теория массового обслуживания. М.: Высш. шк., 1999. С. 259.

4. **Овчаров Л.А.** Прикладные задачи теории массового обслуживания. М.: Высш. шк., 1969. С. 207.

УДК 519.248:681.51

**В.Н. Клячкин,** д-р техн. наук, проф., **А.Ю. Михеев**

(Ульяновский государственный технический университет)

v_kl@mail.ru

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ РЕЖИМА СТАТИСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

*При большом количестве контролируемых показателей в технологическом процессе возможны различные режимы статистического контроля. Выбор оптимального режима, обеспечивающего обнаружение нарушений в процессе, определяется множеством факторов, в первую очередь степенью коррелированности показателей. Предложен метод идентификации режима контроля на основе статистического моделирования.*

**Ключевые слова**: статистический контроль, идентификация режима, многопараметрический технологический процесс, контрольная карта Хотеллинга, главные компоненты, регрессионные остатки.

*At considerable quantity of the technological process controllable indicators various modes of statistical control are possible. The optimum mode choice providing process breaches detection is defined by set of factors, indicators correlation degree in the first instance. The control mode identification method from a statistical modeling is proposed.*

**Key words:** statistical control, mode identification, polyvalent technological process, Hotelling´s control card, the main components, regressive rests.

Статистический контроль многопараметрического технологического процесса для проверки стабильности и выявления нарушений процесса предусматривает применение различных инструментов [1]. Для подмножества некоррелированных показателей обычно используется совокупность карт Шухарта. ГОСТом регламентированы карты средних значений и размахов или стандартных отклонений, а также карты индивидуальных наблюдений и скользящих размахов. При мониторинге процесса могут быть использованы и карты кумулятивных сумм.

Контроль подмножеств коррелированных показателей, как правило, осуществляется построением карт Хотеллинга [2]. При необходимости применяются и карты многомерных экспоненциально взвешенных скользящих средних.

Перечисленные статистические инструменты могут быть использованы как для непосредственно измеряемых показателей процесса, так и на преобразованных данных. В частности, управление технологическим процессом иногда осуществляется таким образом, что управляющее воздействие производится как на всю совокупность показателей качества, так и на некоторую группу показателей, являющуюся подмножеством этой совокупности. Для данной ситуации предложен контроль с использованием регрессионных зависимостей между показателями этой группы и остальными показателями (мониторинг осуществляется по регрессионным остаткам [3]). При этом могут быть использованы карты Шухарта или Хотеллинга на регрессионных остатках.

При контроле большого количества коррелированных показателей качества процесса иногда применимы контрольные карты на главных компонентах [4], переход к которым по известному алгоритму метода главных компонент приводит к некоррелированным показателям. При этом размерность задачи может быть резко сокращена: от десятков фактических показателей до двух-трёх главных компонент. При этом можно строить как карты Шухарта по каждой из оставшихся главных компонент, так и карту Хотеллинга на их совокупности.

Таким образом, при контроле процесса с коррелированными показателями могут быть использованы следующие режимы: контроль по измеренным показателям, по регрессионным остаткам, на основе главных компонент.

Идентификацию оптимального режима можно проводить на основе статистических испытаний: сказать заранее, какой из трёх вариантов окажется предпочтительным, практически невозможно. Кроме того, при контроле большого количества показателей процесса, как правило, имеет место несколько подмножеств коррелированных показателей. Строить карты Хотеллинга для каждого подмножества отдельно, или сразу для всей совокупности, или объединять эти подмножества в группы – это вопросы, которые приходится решать в зависимости от особенностей конкретного технологического процесса.

В качестве критерия оптимальности режима используется средняя длина серий: количество выборок от момента нарушения процесса до момента обнаружения этого нарушения должно быть минимальным.

**Формирование выборок.** По результатам предварительного анализа исследуемого процесса обычно получена одна выборка. Для проведения испытаний необходимо иметь множество аналогичных выборок (с вектором средних и ковариационной матрицей, соответствующими обучающей выборке): объективная оценка средней длины серий возможна лишь по множеству выборок.

Предлагается два варианта моделирования таких выборок: на основе бутстреп-метода и с использованием генератора многомерного нормального распределения. Определённые особенности возникают при моделировании данных, имеющих регрессионные связи между контролируемыми показателями.

Предположим, что по результатам анализа технологического процесса получена обучающая выборка размерности $n$ строк и $p$ столбцов. По этой выборке найдены оценки вектора средних $\mu = (\mu_1\ \mu_2 \ldots \mu_p)^T$ и ковариационной матрицы $S$, элементы которой

$$s_{jk} = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_{ij} - \mu_j)(x_{ik} - \mu_k),$$
$$j,\ k = 1,\ldots,\ p. \qquad (1)$$

На основе обучающей могут быть смоделированы бутстреп-выборки [5]: методом статистических испытаний определяются случайные номера строк наблюдений (равномерно распределённые на множестве 1,…, $n$) и формируется выборка из $n$ соответствующих наблюдений. Испытания повторяют $B$ раз ($B$ – количество выборок, обычно от 100 до 1000).

Полученные выборки в дальнейшем могут быть использованы при определении длины серий при заданном режиме контроля. Среднее значение длины серий получается осреднением по всем $B$ испытанным выборкам.

Алгоритм генерирования псевдослучайных нормальных векторов изложен в работе [6]. Пусть совокупность случайных величин $Z_i$ подчиняется стандартному нормальному закону с параметрами (0, 1). Тогда значения $X_i$, распределённые по многомерному нормальному закону с вектором средних $\mu$ и ковариационной матрицей $S$, получаются линейным преобразованием вида

$$X = AZ + \mu. \qquad (2)$$

Обычно полагают, что $A$ является нижней треугольной матрицей

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & 0 & \ldots & 0 \\ a_{21} & a_{22} & \ldots & 0 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{p1} & a_{p2} & \ldots & a_{pp} \end{bmatrix}, \qquad (3)$$

коэффициенты $a_{ij}$ которой определяются рекуррентной процедурой:

$$a_{ij} = \frac{s_{ij} - \sum_{k=1}^{j-1} a_{ik} a_{jk}}{\sqrt{s_{jj} - \sum_{k=1}^{j-1} a_{jk}^2}}, \quad 1 \le j \le i \le p. \qquad (4)$$

Как и для бутстреп-метода, всего формируется $B$ выборок.

Основным критерием качества смоделированных выборок является соответствие их ковариационных матриц ковариационной матрице обучающей выборки. Проверка гипотезы о равенстве ковариационных матриц проводится известными методами [7]. Если эта гипотеза оказывается справедливой для обоих наборов данных, то можно использовать все смоделированные выборки.

Рассмотрим особенности моделирования данных при наличии регрессионных связей между параметрами. Предположим, что на этапе предварительного анализа процесса по обучающей выборке получены регрессионные зависимости между $p_0$ отдельно управляемыми показателями и остальными $(p - p_0)$ показателями технологического процесса:

$$Y_{j0} = X\beta_{j0} + \varepsilon_{j0}, \qquad (5)$$

где $Y_{j0}$ – вектор результатов наблюдений (откликов) показателя $j_0$; $X$ – регрессионная матрица, построенная по показателям, которые не вошли в левые части регрессионных моделей; $\beta_{j0}$ – вектор оцениваемых параметров для каждой из $p_0$ моделей; $\varepsilon_{j0}$ – вектор ошибок наблюдений.

Ошибки наблюдений оцениваются по регрессионным остаткам: по разности между фактическими (измеренными) значениями показателей $y_{j0,t}$ в $t$-й мгновенной выборке и расчётными (прогнозируемыми) значениями $y'_{j0,i}$, найденными из регрессионной зависимости:

$$e_{j0,i} = y_{j0,i} - y'_{j0,i}, \quad j_0 = 1,\ldots, p_0. \qquad (6)$$

По полученной выборке оцениваются характеристики остатков.

Элементы матрицы $X$ моделируются описанными выше способами, т. е. бутстреп-методом и генератором случайных чисел, а столбцы $Y_{j0}$ рассчитываются по формуле

$$Y_{j0} = X\beta_{j0} + e_{j0}, \qquad (7)$$

где $e_{j0}$ моделируются с учётом характеристик, найденных по выборке (6).

**Статистические испытания.** Перед проведением статистических испытаний в зависимости от особенностей конкретного процесса выбираются возможные режимы контроля с построением карт Хотеллинга на всей совокупности показателей и (или) некоторых подмножеств этих показателей, на главных компонентах и регрессионных остатках. При наличии независимых показателей (некоррелированных с другими и не входящих в регрессионные зависимости) соответствующие столбцы обучающей выборки исключаются из процесса испытаний. Они контролируются с использованием карт Шухарта.

Для оценки средней длины серий при различных режимах необходимо смоделировать возможные нарушения процесса. Наиболее распространённым нарушением является смещение среднего уровня процесса по одному или нескольким параметрам. Смещение задаётся в долях от соответствующего стандартного отклонения, начиная с выборки с некоторым номером $i_0$.

Далее необходимо определить, в какой выборке $i_k$ это нарушение будет обнаружено при контроле с использованием конкретного режима. Длина серии в данной выборке при конкретном режиме контроля определяется по результатам испытаний и равна $L = i_k - i_0$. Результаты усредняются по всей совокупности наблюдений, что и даёт среднюю длину серий.

Таким образом, алгоритм идентификации режима контроля включает следующие этапы:

сбор данных о показателях технологического процесса (построение обучающей выборки);

оценка характеристик обучающей выборки, анализ взаимосвязей между показателями, при необходимости – рассчитываются главные компоненты и регрессионные зависимости;

разработка предложений о возможных режимах контроля;

формирование модельных выборок для проведения испытаний;

задание возможных нарушений технологического процесса;

проведение статистических испытаний и определение средней длины серий для каждого из предложенных режимов;

выбор оптимального режима.

Программное обеспечение, разработанное для проведения испытаний, формирует модельные выборки на основе обучающей, задание смещения среднего уровня процесса, расчёт статистики Хотеллинга для заданного режима и определение соответствующей средней длины серий.

В качестве оптимального выбирается режим контроля с минимальным значением средней длины серий.

**Пример: контроль стабильности процесса очистки смазочно-охлаждающей жидкости.** Контролируется девять показателей качества очистки жидкости: $X_1$ – содержание железа, $X_2$ – содержание посторонних масел, $X_3$ – зольность, $X_4$ – концентрация эмульсии, $X_5$ – электропроводность, $X_6$ – индекс устойчивости, $X_7$ – число омыления, $X_8$ – солесодержание, $X_9$ – содержание сульфатов.

Для очистки жидкости используется патронный кассетный магнитный сепаратор [8], предназначенный для очистки от твёрдых и коллоидных загрязнений (регулируется время нахождения патронов в жидкости). Эта операция влияет главным образом на показатели $X_1 - X_3$ . Кроме того через определённые промежутки времени проводится долив чистой жидкости, что влияет на все девять показателей.

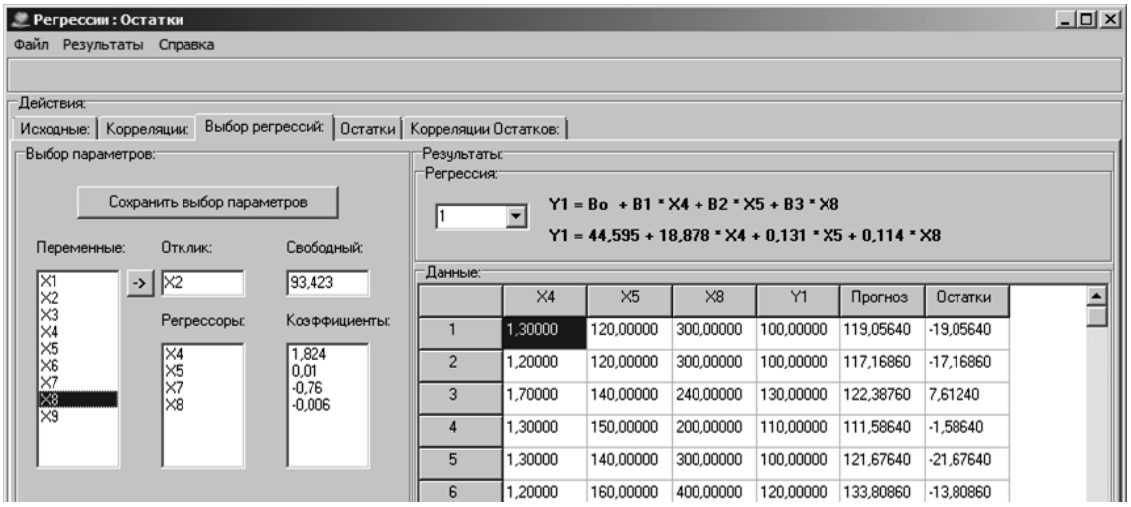



**Рис. 1. Ввод регрессионных зависимостей и расчёт остатков**

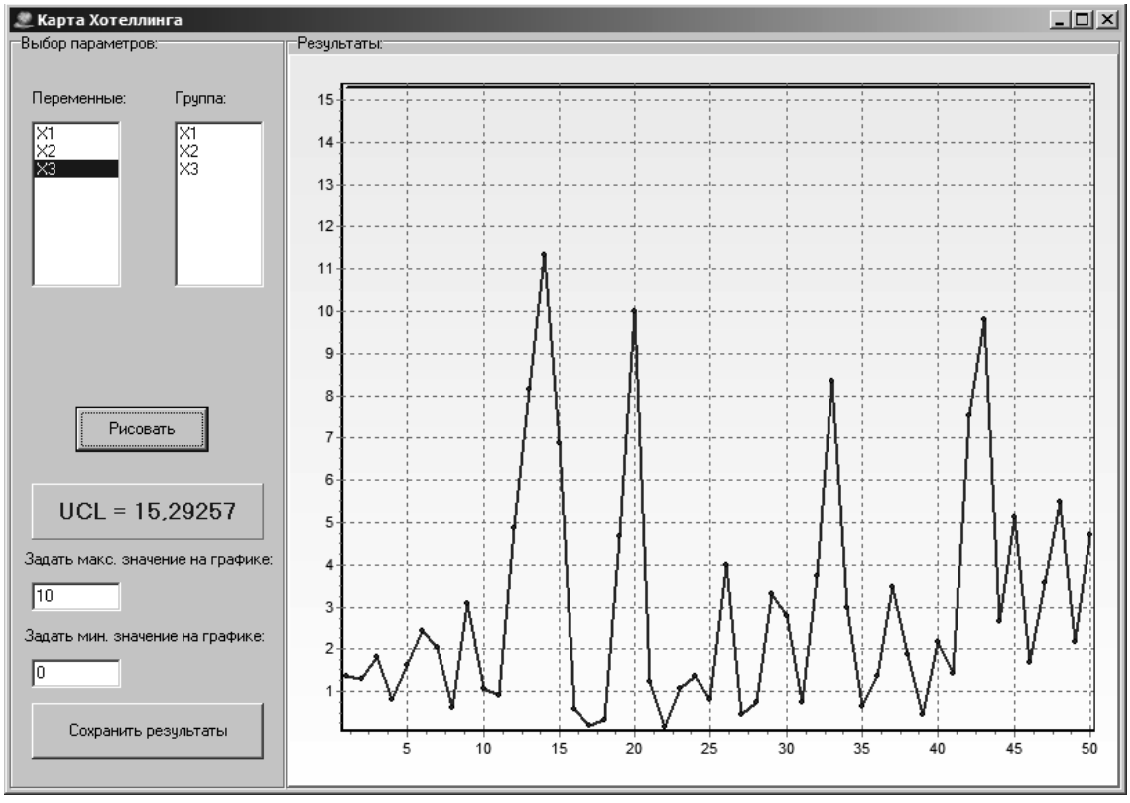



**Рис. 2. Контрольная карта Хотеллинга на регрессионных остатках (UCL – контрольная граница карты)**

По результатам анализа обучающей выборки в качестве возможных режимов контроля процесса рассматривалось построение карты Хотеллинга:

*а*) на всей совокупности контролируемых показателей $X_1 - X_9$;

*б*) на подмножестве показателей с максимальными корреляциями $X_2$, $X_3$, $X_5$, $X_7$;

*в*) на первых трёх главных компонентах;

*г*) на регрессионных остатках показателей $X_1 - X_3$, для которых по обучающей выборке были получены регрессионные зависимости:

$$X_1 = 44{,}595 + 18{,}878X_4 + 0{,}131X_5 + 0{,}114X_8;$$

$$X_2 = 93{,}423 + 1{,}824X_4 + 0{,}010X_5 - 0{,}760X_7 - 0{,}006X_8;$$

$$X_3 = 546{,}028 + 69{,}808X_4 + 0{,}836X_5 - 4{,}577X_7.$$

Выборки моделировались с использованием бутстреп-метода и генератора многомерных нормально распределённых данных с вектором средних и корреляционной матрицей, соответствующей обучающей выборке. Имитировались смещения среднего уровня процесса по каждому из показателей на одно стандартное отклонение. Проводились статистические испытания с построением карты Хотеллинга по каждому режиму и определялась средняя длина серий $L$.

Оптимальным оказался режим контроля по регрессионным остаткам (*г*), в котором средняя длина серий $L = 1{,}12$ минимальна (в режиме *а* средняя длина серий $L = 1{,}26$; в режиме *б* $L = 1{,}52$; в режиме *в* $L = 2{,}03$).

На рис. 1 показано окно ввода регрессионных зависимостей, а на рис. 2 – контрольная карта Хотеллинга по регрессионным остаткам при мониторинге процесса очистки по результатам 50 наблюдений. Карта свидетельствует о стабильности процесса: нет выхода значений статистики Хотеллинга за контрольную границу.

**Заключение.** Предложенный алгоритм идентификации позволяет выбрать режим контроля, обеспечивающий анализ стабильности многопараметрического технологического процесса и обнаружение нарушений при их наличии.

***Библиографические ссылки***

1. **Клячкин В.Н.** Диагностика многопараметрического технологического процесса по результатам статистического контроля // Автоматизация и современные технологии. 2009. № 2. С. 20–24.

2. **Клячкин В.Н.** Многомерный статистический контроль технологического процесса. М.: Финансы и статистика, 2003. 192 с.

3. **Hawkins D.M.** Regression adjustment for variables in multivariate quality control // Journal of Quality Technology, 1994, 26(3). P. 197–207.

4. **Клячкин В.Н., Михеев А.Ю.** Многомерный статистический контроль технологического процесса в подсистеме АСОНИКА-С с использованием карт на главных компонентах // Системные проблемы надёжности, качества, информационно-телекоммуникационных и электронных технологий в управлении инновационными проектами. Материалы Междунар. конф. и Российской научной школы. Часть 1. М.: Энергоатомиздат, 2009. С. 4–5.

5. **Эфрон Б.** Нетрадиционные методы многомерного статистического анализа / Пер. с англ.; под ред. Ю.П. Адлера. М.: Финансы и статистика, 1988. 263 с.

6. **Ермаков С.М., Михайлов Г.А.** Статистическое моделирование. М.: Наука, 1982. 212 с.

7. **Андерсон Т.** Введение в многомерный статистический анализ / Пер. с англ.; под ред. Б.В. Гнеденко. М.: Физматгиз, 1963. 500 с.

8. **Булыжев Е.М., Худобин Л.В.** Ресурсосберегающее применение смазочно-охлаждающих жидкостей при металлообработке. М.: Машиностроение, 2004. 352 с.

**ОБРАБОТКА ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ:** справочник

**С.В. Кирсанов, В.А. Гречишников, С.Н. Григорьев, А.Г. Схиртладзе**

2010 г. 344 с. ISBN 978-5-94275-521-8 **Цена 600 р.**

Рассмотрены современные конструкции инструментов для обработки глубоких отверстий. Даны рекомендации по их проектированию, изготовлению и эксплуатации. Приведены сведения о технологии обработки глубоких отверстий, используемых станках и приборах для контроля глубоких отверстий.

Предназначен для технологов и конструкторов машиностроительных предприятий, а также студентов вузов.

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

## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНОЙ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

УДК 658.5:004.9

**В.А. Долгов,** канд. техн. наук, доц.
(Московский государственный технологический университет «Станкин»)

v-dolgov@yandex.ru

# РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ПОДСИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ИНТЕГРИРОВАННОЙ АСТПП

*Представлены результаты разработки и внедрения подсистемы планирования технологической подготовки производства интегрированной АСТПП. Сформулированы задачи, обеспечивающие повышение эффективности её применения.*

**Ключевые слова**: интегрированная автоматизированная система, планирование технологической подготовки производства.

*The results of planning subsystem development and implementation for the machine-building production technology preparation of the integrated ASTPP are presented. The tasks that provide the subsystem application efficiency rise are stated.*

**Key words:** an integrated automatic system, planning of production technology preparation.

Одной из основных отличительных особенностей современного машиностроительного производства является организация и управление производством в соответствии с условиями заказов, для которых характерны: большая номенклатура, малое количество изделий в заказе, жёсткие требования к стоимости заказа и срокам его выполнения.

В этих условиях управление машиностроительными предприятиями осуществляется в соответствии с контрактными условиями заказов, которые требуют оперативного обеспечения технологической готовности предприятия и своевременного обеспечения производственного процесса необходимыми ресурсами. При этом каждый заказ рассматривается как отдельный проект, характеризуемый установленным бюджетом, объёмом работ, необходимыми ресурсами и сроком окончания.

Планирование обеспечения работ проекта установленными ресурсами осуществляется согласованием интересов параллельно выполняемых на предприятии проектов, использующих одни и те же ресурсы.

К производству одних и тех же изделий, принадлежащих различным заказам, могут предъявляться разные требования по производительности и уровню затрат. Производство этих изделий имеет различную рентабельность.

Отечественные машиностроительные предприятия оказались не готовы к этим изменениям. Поэтому одним из перспективных направлений технологического перевооружения машиностроительных предприятий является инновационное развитие высокотехнологичных машиностроительных производств на основе интегрированных автоматизированных систем технологической подготовки производства (АСТПП) [1].

Процесс технологической подготовки производства (ТПП) рассматривается как неотъемлемая часть стратегического процесса обеспечения качества продукции, создаваемой с помощью реализации программы проекта и выполняемой по схеме параллельно-последовательного инжиниринга с другими видами деятельности по обеспечению качества продукции.

Ведущая роль в ТПП принадлежит инженерной деятельности, которая создает исходные установки для управления всеми другими видами деятельности, вовлекаемыми в обеспечение технологической готовности предприятия к изготовлению заданной номенклатуры продукции с установленными технико-экономическими показателями.

Планирование работ ТПП является одной из ключевых функций интегрированной АСТПП и реализуется подсистемой планирования ТПП (ПТПП).

При планировании ТПП необходимо согласовать не только интересы взаимосвязанных процессов обеспечения технологической готовности предприятия для выполнения конкретного

проекта, но и интересы параллельно выполняемых проектов для обоснованного распределения производственных ресурсов между «конкурирующими» проектами.

Эффективность деятельности машиностроительных предприятий во многом зависит от качества производственно-технологических и организационно-экономических решений, принимаемых на стадии ТПП. Эту задачу можно решить обеспечением взаимопроникновения процессов разработки конструкторской, технологической и производственной документации.

Эффективность функционирования подсистемы ПТПП определяется степенью формализации и проработки процессов планирования работ ТПП. Поэтому при разработке автоматизированной системы особое внимание необходимо уделять решению этих задач.

С организационно-технической точки зрения выполнение взаимосвязанных процессов рассматривается как определение конфигурации некоторого совместного решения, являющегося результатом согласования частных мнений специалистов, вовлеченных в их реализацию.

Из информационной модели ТПП (ГОСТ Р 50995.3.1–96) следует, что необходимо планировать последовательно-параллельное выполнение большого количества разнохарактерных работ. Для решения этих задач применяются иерархические расписания.

Иерархическое расписание – это многоуровневое расписание с переменной степенью детализации на каждом из уровней. Каждая работа в расписании более высокого уровня разбивается на несколько работ, а иногда и на целое расписание работ. Расписания различных уровней связываются между собой в различных точках (событиях) проекта. Основу для построения иерархических расписаний составляет декомпозиция структуры работ (ДСР), под которой понимается ориентированный на результаты способ группировки элементов проекта, позволяющий упорядочивать и определять общее содержание проекта.

Иерархическое расписание содержит несколько уровней ДСР. В качестве примера на рис. 1 представлена структура трёхуровневого расписания.

На первом уровне ДСР строится главное расписание проекта в виде диаграммы Ганта или ленточной диаграммы. Главное расписание содержит типовой перечень основных работ ТПП, имеющих директивные сроки выполнения, установленные в соответствии с условиями контракта. В отечественной практике главное расписание оформляется как директивный (постановочный) план-график ТПП и утверждается главным инженером или генеральным директором предприятия.

На втором уровне ДСР для каждой из работ главного расписания строятся функциональные расписания, раскрывающие работы главного расписания проекта и осуществляющие их планирование с большей степенью детализации.

Составление функциональных расписаний выполняется за два этапа: сетевое и календарное планирование.

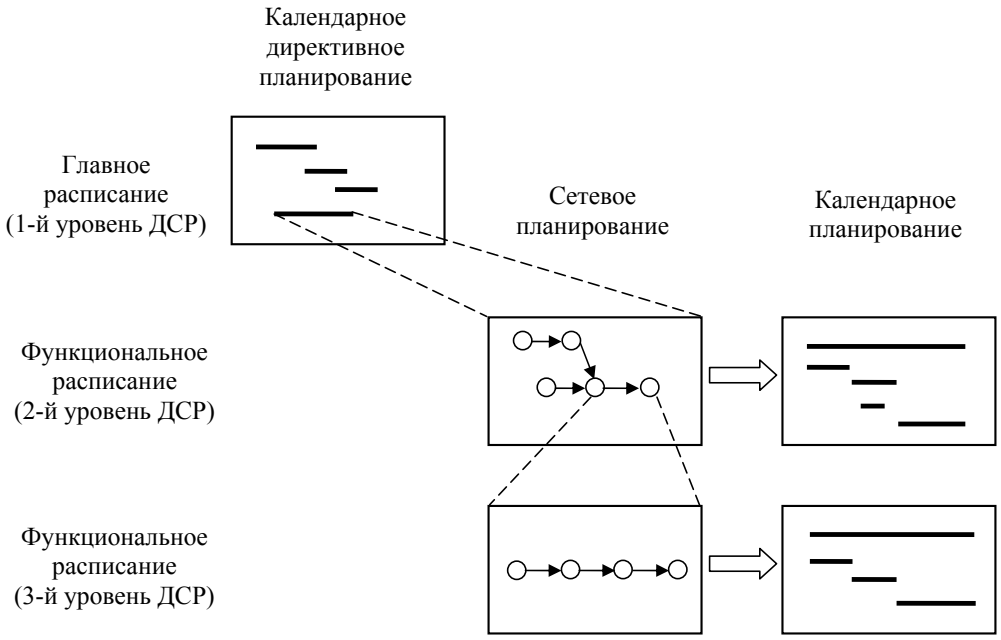



**Рис. 1. Структура трёхуровневого расписания проекта**

Основу сетевого планирования работ ТПП составляет инженерная деятельность, которая определяет состав работ и технические требования к их выполнению. Технические требования являются неизменными в определённых производственных условиях. Результатом сетевого планирования является сетевой график, который рассматривается как статическая модель производственного процесса и определяет состав и последовательность работ, трудоёмкость их выполнения, а также необходимые ресурсы. Сетевое планирование работ ТПП для выполнения конкретного проекта выполняется без учёта состояния текущих проектов предприятия.

Основополагающими документами для сетевого планирования являются документы, отражающие производственно-технологическую структуру основного изделия, конструкторско-технологическую и производственно-технологические структуры средств технологического оснащения.

Для исследования и оптимизации сетевой модели работ ТПП используется метод критического пути.

Сетевой график может содержать несколько различных путей от старта до финиша, определяемых, как последовательность зависимых работ. Критический путь – это путь, имеющий наибольшую продолжительность от исходного события до завершающего и определяющий наименьшую технически обоснованную трудоёмкость выполнения работ.

Для сокращения критического пути выполнения работ ТПП используются следующие типовые организационно-технические решения:

сокращение трудоёмкости работ, лежащих на критическом пути;

увеличение количества рабочих смен;

привлечение дополнительных ресурсов и др.

На основании сетевого графика разрабатывается календарный график, определяющий сроки выполнения работ.

Календарное планирование работ проекта осуществляется на основании текущих и плановых работ предприятия.

Основу календарного планирования выполнения работ составляет управленческая деятельность, определяющая организационно-экономические требования к выполнению работ.

Исходными данными для календарного планирования являются плановые сроки выполнения определённых в сетевой модели работ, имеющиеся производственные ресурсы и фонд рабочего времени. Календарное планирование осуществляется с учётом загрузки структурных подразделений предприятия в целом.

На третьем уровне ДСР для функционального расписания строится расписание пакета работ, являющегося неделимым элементом ДСР и определяющим работы, назначенные для выполнения на одном рабочем месте.

Составление расписаний пакета работ выполняется при сетевом и календарном планировании.

Календарное планирование начала выполнения пакета работ осуществляется на горизонте планирования, равным нескольким сменам, и является оперативным планированием.

Таким образом, функциями программно-методического комплекса подсистемы ПТПП для разработки иерархических расписаний являются сетевое и календарное планирование.

Ввиду значительного количества данных, содержащихся в иерархическом расписании, их представление для пользователей должно осуществляться в виде выборок или отчётов в соответствии с пользовательскими запросами. Отчёты должны быть настроены для отображения следующих групп данных:

работ по обеспечению технологическим оборудованием и технологической оснасткой процесса изготовления изделия;

работ по каждому компоненту изделия, упорядоченных на каждом уровне ДСР,

перечня заказов каждого цеха основного производства;

работ (заданий) по каждому структурному подразделению вспомогательного производства;

сводных отчётов и др.

В качестве математической модели процесса ТПП предлагается использовать сетевую модель работ [2], каждая из которых характеризуется системными и методическими основами и практическими приёмами выполнения. В этом случае задача управления ТПП сводится к организации коммуникационных взаимодействий в рамках отдельных групп работ (минимальное число работ группы равно двум). В группе выделяется работа-потребитель, которая определяет условия и требования к данным, поставляемой работой-поставщиком.

Сетевая модель ТПП создаёт обоснованные предпосылки для использования строгих математических методов для планирования ТПП и информационной поддержки процедур управления ТПП с использованием современных программно-информационных систем поддержки жизненного цикла продукции.

Каждая отдельно взятая работа рассматривается как групповая работа нескольких исполнителей, направленная на достижение цели, установленной соответствующим потребителем.

Одним из перспективных направлений решения организационных проблем планирования ТПП является согласование интересов сопряжён-

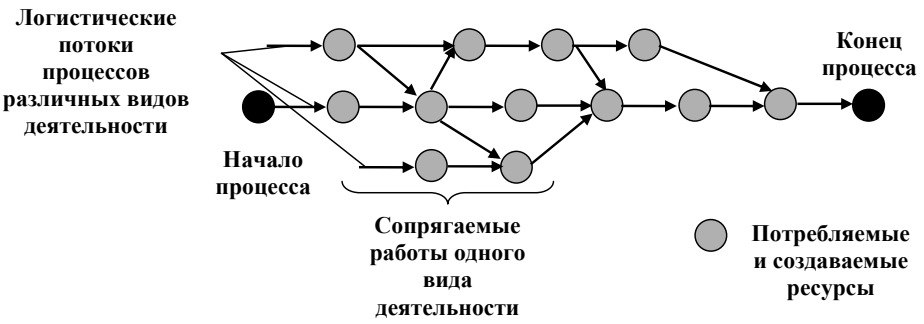



**Рис. 2. Логистическая сетевая потоковая модель работ процесса создания изделия**

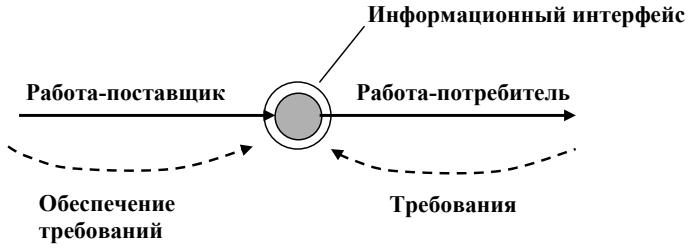



**Рис. 3. Информационные интерфейсы между сопрягаемыми работами**

ных видов деятельности для достижения общего результата, полученного от реализации (использования) конкретного экземпляра семейства изделия за счёт:

организации проектирования изделия с использованием методов параллельного инжиниринга;

создания рабочих групп, включающих специалистов сопряжённых видов деятельности (конструкторов, технологов, экспертов по эксплуатации, обслуживанию, ремонту и модернизации изделия);

учёта затрат (ресурсов) по каждому заказу.

Для этого строится логистическая сетевая потоковая модель работ процесса создания изделия (рис. 2), обеспечивающая требуемую согласованность сопряжённых видов деятельности [2].

Для установления информационных интерфейсов между сопрягаемыми процессами в логистической сетевой потоковой модели выделяются работы-потребители и работы-поставщики данных (ресурсов). Для выполнения работы-потребителя устанавливаются требования к данным (ресурсам), порождаемым работой-поставщиком. Межпроцессный информационный интерфейс строится как интерфейс согласования требований, формируемых работой-поставщиком, и решений, обеспечивающих выполнение этих требований работой-поставщиком (рис. 3).

При внедрении ПТПП интегрированной АСТПП необходимо учитывать, что современные машиностроительные предприятия имеют свою информационную среду. Поэтому внедрение как отдельных подсистем АСТПП, так и всей АСТПП требует решения комплекса задач, обеспечивающих информационную и организационную интеграцию с информационной средой предприятия.

Интеграция АСТПП с информационной средой предприятия, а также настройка её подсистем обеспечивается определением организационных и информационных связей [3].

Под организационными связями понимаются связи между процессами, определяющими потоки данных ТПП. Информационные связи определяются способами представления данных об объекте автоматизации, формируемыми и используемыми различными процессами.

Внешние организационные связи определяют отношения между подсистемой ПТПП, другими подсистемами интегрированной АСТПП [1] и информационной средой предприятия типа «потребитель – поставщик». Подсистема ПТПП является потребителем данных по отношению к одним процессам, реализуемым подсистемами интегрированной АСТПП, а также информационной средой предприятия и поставщиком данных по отношению к другим.

Внешние организационные и информационные связи подсистемы ПТПП с подсистемами интегрированной АСТПП и информационной средой предприятия включают управляющие свя-

зи, связи с входными и выходными данными (данными проекта), а также связи с нормативно-технической документацией (НТД) предприятия.

Подсистема ПТПП является потребителем управляющих данных, порождаемых в информационной среде предприятия и НТД предприятия, располагаемой в единой интегрированной базе данных предприятия.

При формировании данных проекта задействованы процессы, реализуемые подсистемой ПТПП, подсистемами интегрированной АСТПП и информационной средой предприятия. Таким образом, подсистема ПТПП является одновременно и поставщиком, и потребителем данных проекта, под которыми понимаются организационно-экономические данные, данные конструкторской, технологической и производственной документации.

Информационные связи определяют информационные модели, способы организации данных, обмена и представления данных в соответствии с организационными связями подсистемы ПТПП с подсистемами интегрированной АСТПП и информационной средой предприятия.

Методической основой настройки внешних связей подсистемы ПТПП с информационной средой предприятия являются правила согласования их функций и форматов данных.

При разработке подсистемы ПТПП большое внимание уделено формализации автоматизируемых процессов планирования. Для разработки и оптимизации иерархического расписания проекта в подсистеме ПТПП были автоматизированы следующие основные функции: формирование сетевого и календарного графиков, а также анализ сетевого графика методом критического пути.

Организационные проблемы, возникающие при планировании ТПП, предлагается решать формализацией процессов ТПП и согласованием интересов сопряжённых видов деятельности, направленных на достижение целей проекта.

Для внедрения подсистемы ПТПП как отдельно, так и в составе интегрированной АСТПП на машиностроительных предприятиях необходимо определить организационные и информационные связи с информационной средой предприятия, а также настроить внутренние связи между подсистемами АСТПП.

В результате выполнения проекта на базовом машиностроительном предприятии созданы условия для организационной, информационной и технической совместимости работ ТПП.

Работа выполнена в рамках государственного контракта № 9411.1003702.05.015 от 29 сентября 2009 г.

***Библиографические ссылки***

1. **Григорьев С.Н., Кутин А.А.** Инновационное развитие высокотехнологичных машиностроительных производств на основе интегрированных АСТПП // Автоматизация и современные технологии. 2011. № 11. С. 23–29.

2. **Долгов В.А.** Использование и перспективы развития CALS технологий в многономенклатурном производстве // Автоматизация и современные технологии. 2011. № 9. С. 26–31.

3. **Кутин А.А., Луцюк С.В.** Анализ структуры временных связей машиностроительного производства // Технология машиностроения. 2011. № 3. С. 58–62.

**ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СБОРКИ.**

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

2010 г. 560 с. ISBN 978-5-217-03412-3

**Цена 660 р.**

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

Предназначена для конструкторов и технологов сборочного производства. Может быть полезна аспирантам и студентам вузов.

Приобрести книгу по цене издателя можно, прислав заявку в отдел продаж, маркетинга и рекламы:
по почте: 107076, г. Москва, 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 659

**А.П. Иванов,** д-р экон. наук, проф.
(Московский государственный университет путей сообщения),
**М.Г. Савин** (ОАО «РЖД», г. Москва)

savinmiron@gmail.com

# УСЛОВИЯ И ПРЕДПОСЫЛКИ ПРОВЕДЕНИЯ РЕЙТИНГОВЫХ ОЦЕНОК В РОССИИ

*Рассмотрена рейтинговая история России, результаты анализа международных рейтинговых агентств деятельности отечественных хозяйствующих субъектов, преимущества и недостатки рейтинговых оценок.*

**Ключевые слова**: рейтинг, рейтинговое агентство, рейтинговая оценка, стандарты финансовой отчетности.

*The rating history of Russia, the international rating agencies analysis results of the domestic managing activity subjects, advantages and shortcoming of rating estimations are considered.*

**Key words:** a rating, rating agency, rating estimation, the financial accountability standards.

Интерес к деятельности рейтинговых агентств в РФ в последние годы заметно возрос. Формирование финансового рынка и развитие банковской системы являются главными условиями построения рыночной экономики, что предполагает создание адекватной информационной инфраструктуры, обязательной частью которой являются рейтинговые агентства.

Многие периодические издания экономического профиля на регулярной основе публикуют рейтинги коммерческих банков. Банковская система РФ, соответствующая рыночным требованиям, вступила в третье десятилетие своего развития. Однако система российских рейтинговых агентств значительно моложе, что во многом объясняет издержки, с которыми приходится сталкиваться в РФ пользователям информации, представляемой рейтинговыми агентствами.

**Рейтинговая история Российской Федерации** началась около 20 лет назад. В начале сентября 1996 г. в Москву приехали представители трёх международных рейтинговых агентств: «Standard&Poor's», «Moody's» и «Fitch» (последнее фигурировало тогда под названием IBCA). Правительство РФ готовилось к дебюту на рынке еврооблигаций и надеялось на получение солидных рейтингов. Визиты представителей рейтинговых агентств состоялись летом/осенью 1996 г. Ожидалось, что рейтинги будут присвоены в конце сентября, но этого не произошло. Причиной задержки стало неблагоприятное развитие экономической ситуации в стране.

В октябре 1996 г. агентство «Standard&Poor's» впервые присвоило России кредитный рейтинг BB– (категория «среднее качество инвестиций с некоторыми спекулятивными элементами»). Рейтинг агентства «Moody's» (Ba2) был получен спустя месяц. Под влиянием потрясений на мировых рынках в июне 1998 г. агентство понизило рейтинг РФ до уровня категории «качество инвестиций ниже среднего». Среди основных причин снижения рейтинга «Moody's» назвало кризис на мировом нефтяном рынке. Агентство «S&P» предупредило о возможном дальнейшем снижении в том случае, если российское правительство будет продолжать придерживаться «проинфляционной» экономической политики. Августовский кризис 1998 г. подорвал доверие агентств и инвесторов из-за отказа Правительства Российской Федерации выполнять свои обязательства по ГКО/ОФЗ. Кредитный рейтинг России скатился до самых низких показателей (см. таблицу).

Макроэкономические показатели, свидетельствовавшие о постепенном восстановлении российской экономики после кризиса (экономический рост, снижение инфляции, государственного долга, уменьшение бюджетного дефицита и др.), способствовали повышению суверенных кредитных рейтингов только с конца 2000 г. Максимальный докризисный уровень оценки был восстановлен в июле (агентством «Standard&Poor's») и декабре 2002 г. (агентством «Moody's»). Начиная с этого момента предметом дискуссий, ожиданий и прогнозов становится возможность присвоения РФ рейтинга инвестиционной категории, отражающей высокую степень платёжеспособности заёмщика.

Неожиданностью для многих стало присвоение такого рейтинга (Baa3) агентством «Moody's» в октябре 2003 г. В ноябре 2004 г. аналогичное решение обнародовало агентство «Fitch». Известно, что наиболее консервативным инвесторам (пенсионным фондам, страховым компаниям) необходимо наличие рейтингов инвестиционного уровня ведущих агентств («Moody's» и «Standard &Poor's»). Последнее агентство, самое осторож-

**Динамика оценок суверенного рейтинга РФ**

| Дата | Агентства | | | |
|---|---|---|---|---|
| | «Moody's» | | «Standard&Poor's» | |
| | Валютный долг | Прогноз | Валютный долг | Прогноз |
| 07 Октябрь 1996 | – | | BB– | Стабильный |
| 22 Ноябрь 1996 | Ba2 | | | |
| 19 Декабрь 1997 | | | BB– | Негативный |
| 11 Март 1998 | Ba3 | | | |
| 29 Май 1998 | B1 | | | |
| 09 Июнь 1998 | | | B+ | Стабильный |
| 13 Август 1998 | B2 | | B- | Негативный |
| 17 Август 1998 | | | CCC | Негативный |
| 21 Август 1998 | B3 | | | |
| 16 Сентябрь 1998 | | | CCC– | Негативный |
| 27 Январь 1999 | | | SD | Несущественный |
| 05 Январь 2000 | | Стабильный | | |
| 20 Апрель 2000 | | Позитивный | | |
| 13 Ноябрь 2000 | B2 | Стабильный | | |
| 08 Декабрь 2000 | | | B– | Стабильный |
| 27 Июнь 2001 | | | B | Стабильный |
| 05 Сентябрь 2001 | B2 | Позитивный | | |
| 04 Октябрь 2001 | | | B | Позитивный |
| 29 Ноябрь 2001 | Ba3 | Стабильный | | |
| 19 Декабрь 2001 | | | B+ | Стабильный |
| 22 Февраль 2002 | | | B+ | Позитивный |
| 14 Апрель 2002 | Ba3 | Позитивный | | |
| 26 Июль 2002 | | | BB- | Стабильный |
| 05 Декабрь 2002 | | | BB | Стабильный |
| 17 Декабрь 2002 | Ba2 | Стабильный | | |
| 08 Октябрь 2003 | Baa3 | Стабильный | | |
| 27 Январь 2004 | | | BB+ | Стабильный |
| 31 Январь 2005 | | | BBB | Стабильный |
| 19 Июль 2005 | | | BBB | Стабильный |
| 26 Октябрь 2005 | Baa2 | Стабильный | | |
| 15 Декабрь 2005 | | | BBB+ | Стабильный |
| 04 Сентябрь 2006 | | | A– | Стабильный |
| 21 Август 2007 | | | A– | Стабильный |
| 11 Март 2008 | | | A– | Позитивный |
| 16 Июль 2008 | Baa1 | Позитивный | | |
| 10 Сентябрь 2008 | | | A– | Позитивный |
| 19 Сентябрь 2008 | | | A– | Стабильный |
| 23 Октябрь 2008 | | | A– | Негативный |
| 08 Декабрь 2008 | | | BBB+ | Негативный |
| 03 Сентябрь 2009 | | | BBB+ | Негативный |
| 21 Декабрь 2009 | | | BBB+ | Стабильный |

Источник: www.standardandpoors.ru, www.moodys.com.

ное в своих оценках, 31 января 2005 г. присвоило РФ инвестиционный рейтинг BBB–. Таким образом, РФ стала государством, перешагнувшим из спекулятивной категории в инвестиционную.

**Проблемы внедрения рейтинговых оценок.** Знакомство с методиками, успешно реализуемыми в течение многих лет в развитых странах, сократит время становления рейтингового бизнеса, но потребуется не один год для подготовки опытных, высококвалифицированных и добросовестных специалистов.

Другой проблемой является достоверность представляемой рейтинговым агентствам информации, в достаточной степени детализированной и специальным образом структурированной. Без этого получение и использование рейтинговых оценок, апробированных за рубежом, в нашей стране могут быть только в общих чертах. Попытки точного их копирования преждевременны и могут привести к определённым заблуждениям. Это показал результат рейтинговых оценок крупных российских банков, входивших до финансового кризиса 2008 г. в число устойчивых и занимавших престижные позиции в публикуемых рейтингах. Некорректные рейтинги опасны для банков, получающих неадекватное представление о деловых партнерах, и корпоративных клиентов, не имеющих возможности собственными силами оценить надёжность банка, особенно для частных вкладчиков.

Как правило, рейтинговые агентства просят отчёты по установленной ими форме. Это связано с тем, что существующие отчётные формы неудобны для обработки, которая в значительной степени компьютеризирована. Но данное требование к российским компаниям обычно не предъявляется. Это обусловлено тем, что МСФО 1 «Представление финансовой отчётности» не предписывает порядок или формат, в котором статьи должны быть указаны в бухгалтерском балансе, а приводит лишь перечень статей, различных по своему характеру или функциям и раздельно представленных в балансе. Также отмечается, что статьи, перечисленные в стандартах, являются объёмными и не ограничиваются сведениями, попадающими в сферу действия других стандартов. Необходимость представления дополнительных отчётных статей определяется руководством компании на основании субъективных оценок, основанных на положениях МСФО. Например, в отчёте о прибылях и убытках говорится, что дополнительные статьи, заголовки и промежуточные суммы должны представляться, когда этого требует международный стандарт финансовой отчётности или необходимо достоверно отразить финансовые результаты деятельности компании.

Также следует отметить, что в соответствии с МСФО допустимо представление отчёта о прибылях и убытках в двух вариантах: по характеру доходов и расходов или по их функции в рамках компании. На практике отчёты о прибылях и убытках – сочетание первого и второго вариантов, что делает отчётность более информативной, но затрудняет сопоставимость отчётности различных компаний.

Если к этому добавить, что отчёты о движении денежных средств можно составлять в двух альтернативных вариантах, т. е. прямым или косвенным методами, то возникающее разнообразие отчётных форм делает проблематичным их прямое сопоставление. Действительно, практика изучения отчётов компаний, зарегистрированных в различных странах Европы, показывает, что при общем соответствии требованиям международных стандартов финансовой отчётности в деталях отчёты различаются [1].

Финансовая отчётность в странах Европы основывается в первую очередь на национальных нормативных актах в области бухгалтерского учёта, во вторую – на национальных стандартах финансовой отчётности и в третью – на международных стандартах. Это следует из опубликованного годового финансового отчёта. Следовательно, любая отчётность должна подвергаться дополнительной предварительной обработке для приведения её данных в вид, сопоставимый с отчётами других компаний.

Действующая в РФ бухгалтерская отчётность имеет фиксированную структуру, установленную Росстатом, а также требования, применяемые к средствам автоматизации обработки отчётности. В частности, приказом Минфина от 2 июля 2010 г. № 66н «О формах бухгалтерской отчётности организаций» установлено, что в бухгалтерской отчётности, представляемой в органы государственной статистики и другие органы исполнительной власти, необходимо указывать коды показателей согласно приложению № 4 данного приказа.

Совместным приказом Государственного комитета РФ по статистике № 475 и Министерства финансов РФ № 102н от 14 ноября 2003 г. «О кодах показателей годовой бухгалтерской отчётности организаций, данные по которым подлежат обработке в органах государственной статистики», предписаны коды показателей годовой бухгалтерской отчётности организаций, данные по которым подлежат обработке в органах государственной статистики. Указанные коды применяются организациями, являющимися по законодательству РФ юридическими лицами. В итоге создаются условия для использования данных российской бухгалтерской отчётности при автоматизированной обработке, в том числе при выполнении аналитических процедур оценки рейтинга.

Росстатом и ФНС России в настоящее время накоплены массивы бухгалтерской отчётной информации, которая используется преимущественно для внутриведомственных целей. В связи с этим можно использовать полученные Росстатом или ФНС России данные бухгалтерской отчётности для проведения финансового анализа с использованием соответствующих коэффициентов и последующей группировки полученных результатов по отраслевому признаку, финансовому положению, величине активов, прибыльности организаций, с тем чтобы каждая компания могла найти для себя базу сравнения и определить, насколько её результаты отличаются от средних (лучших, худших) как в масштабах отрасли, так и в регионе [2].

Вопросов, связанных с нарушением коммерческой тайны, при этом возникнуть не может, так как конкретная отчётная информация по тем или иным юридическим лицам для широкого использования предоставляться не должна, а анонимно и обобщённо будут использованы только результаты её аналитической обработки.

Обязательным условием выхода российских компаний на зарубежные рынки является наличие рейтинга, имеющего вес в международном сообществе. Сейчас трудно представить, как можно начать работу с иностранным банком или организацией, получить кредитную линию или синдицированный заём, не имея рейтинга хотя бы одного из известных рейтинговых агентств. В этой связи необходимо дать краткую характеристику отечественных рейтинговых агентств.

Одно из первых российских рейтинговых агентств «Эксперт РА» было создано в 1997 г. деловым журналом «Эксперт». Цель создания агентства – оказание всесторонней информационно-аналитической поддержки компаниям, работающим на российском рынке.

Информационно-аналитические продукты отечественного агентства – это рейтинги, используемые в работе российских банков, производственных, финансовых и торговых компаний, федеральных и региональных органов управления, а также бизнес-справочники, базы данных, тематические обзоры и рейтинги, исследования по индивидуальному заказу.

Ещё известное рейтинговое агентство «Moody's Interfax Rating Agency» предоставляет широкий спектр услуг для всех секторов национальной экономики. Рейтинговое агентство, созданное в 1997 г. («Интерфакс»), в октябре 2001 г. заключило соглашение о стратегическом сотрудничестве с мировым лидером рейтингового бизнеса агентством «Moody's Investors Service». В ноябре 2003 г. «Moody's» вошло в число акционеров российского агентства, купив около 20 % акций. Это позволило составлять как национальные, так и международные кредитные рейтинги с использованием технологий и международного авторитета «Moody's Investors Service».

К направлениям деятельности агентства «Moody's Interfax Rating Agency» относятся присвоение кредитных рейтингов, работа с финансовыми институтами (банками, страховыми компаниями, предприятиями нефинансового сектора, региональными и муниципальными администрациями), индикация кредитных рейтингов, оценка качества корпоративного управления, аналитические исследования. Методика определения кредитного рейтинга этим агентством основана на проверенных временем подходах, используемых агентством «Moody's» и адаптированных для российских правовых, экономических условий и традиций ведения бизнеса.

На российском рынке информационно-рейтинговых услуг присутствует ещё одно крупное международное рейтинговое агентство – «Dun and Bradstreet», представленное в лице двух дочерних фирм – «Дан энд Брэндстрит СНГ» и «Дан энд Брэндстрит Норд».

По утверждению специалистов компании, формат раскрытия информации в базе данных «Business Information Report» (бизнес-справка) является общепризнанным в мировом деловом сообществе и максимально облегчает пользователю оценивать финансовое состояние и кредитоспособность потенциального партнёра. При наличии необходимой информации бизнес-справка содержит рейтинг состояния компании, рассчитанный по уникальной технологии Dun and Bradstreet.

Каковы основные критерии рейтинговых оценок указанных выше агентств и в чём причина их взаимной неадекватности? Фундаментальный принцип, лежащий в основе присвоения рейтинга агентствами (оценка платёжеспособности хозяйствующего субъекта), подразумевает анализ политических и экономических факторов. Основанием для признания рейтинга инвестиционным является средне- и долгосрочный характер политической стабильности и экономических достижений. При этом политическая составляющая оценки имеет больший удельный вес для «Standard&Poor's», чем для «Moody's».

Очевидно, что основным недостатком информации, подготовленной рейтинговыми компаниями, является сравнительно невысокая репрезентативность данных, связанная с ограниченным объёмом выборки и достоверностью представленной информации. Это объясняется тем, что рейтинговые агентства работают только с теми компаниями, которые добровольно представляют свои отчёты.

С точки зрения рейтинговых агентств недостаток репрезентативности является относительным, так как перед агентством не ставится задача ох-

ватить исследованиями все предприятия или их большую часть. Выполняемые рейтинговыми агентствами функции являются чисто информационными и в значительной степени имеют рекламный характер, что вполне устраивает рейтинговые агентства и их клиентов.

Рейтинговые компании, как правило, подчёркивают уникальность своих информационных продуктов и технологий. Это означает, что эти наработки являются ноу-хау агентства и ни при каких обстоятельствах не будут раскрыты третьим лицам, в том числе и пользователям информации, подготовленной агентством.

Работа с отчётом, представленным в рейтинговое агентство, включает проведение предварительной обработки отчётных данных, их анализ и подготовку рейтинга. Вследствие использования собственного ноу-хау существенная часть этого процесса закрыта для постороннего наблюдения. Это означает, что для получения того или иного продукта рейтингового агентства нужно постоянно обращаться к агентству, так как вся технологическая цепочка его получения полностью неизвестна. Это вынуждает клиента целиком и полностью полагаться на авторитет рейтингового агентства, так как он не в состоянии перепроверить полученные данные.

Недавний финансовый кризис, затронувший многие развитые страны, обнаружил интересную тенденцию – неприятие различными властными и финансовыми структурами рейтинговых оценок ведущих мировых агентств. Это явление характерно и для банковского пространства СНГ.

В РФ в последнее время также наметилась тенденция непризнания рейтинговых агентств [3]. Например, Росгосстрах отказался от рейтинга компании «Moody's». Банк «ТРАСТ» заявил о несогласии с оценками агентства «Fitch» и разорвал с ним контракт [4].

Мотивы подобных действий очевидны: банки, получившие заниженную оценку, теряют прибыль, от них отворачиваются действующие и потенциальные клиенты. Но говорить об устойчивой тенденции непризнания оценок рейтинговых агентств преждевременно. Дело в том, что эти оценки в первую очередь нужны непосредственно коммерческим структурам, а не заинтересованным лицам. Подобные оценки ориентируют менеджмент и инвесторов компаний на слабые стороны деятельности и позволяют предотвратить дальнейшее ухудшение развития событий.

Кроме того, в РФ ещё не сложилась традиция долгосрочных взаимоотношений финансовых структур и независимых оценочных компаний. Ещё много нерешённых проблем, одна из них – определение критериев, по которым та или иная компания может именоваться рейтинговым агентством. Нужен соответствующий закон, регламентирующий работу подобного агентства, качество и объективность его оценки.

**Качество рейтингового анализа** – следующая важная проблема признания результатов работы агентства с хозяйствующим субъектом. Известно, что рейтинг определяет аналитическую оценку вероятности невыполнения платёжных обязательств или дефолта, т. е. ситуацию пропуска или задержки выплат процентных платежей или номинальной суммы долга, банкротства, введение внешнего управления. Особенно часто возникает проблема неэквивалентного обмена, при котором эмитент предлагает инвесторам новые ценные бумаги с уменьшением величины его финансовых обязательств или со снижением их статуса (долговые обязательства с меньшим купоном, номиналом), либо когда явной целью такого обмена является помощь заёмщику во избежание дефолта. Речь идёт не только о возможности, но и о желании эмитента платить по своим долгам. При этом агентства подчеркивают, что их рейтинги не являются рекомендацией для совершения тех или иных операций с ценными бумагами и не свидетельствуют о приемлемости различных вариантов инвестиций.

Рейтинг суверенного государства (см. таблицу) является потолком для всех рейтингов резидентов данного государства, хотя бывают исключения. Рейтинг присваивается компании, её ценным бумагам и обязательствам с учётом их вида, статуса и т. д. Например, рейтинг обеспеченных корпоративных бумаг может отличаться от рейтинга деловой репутации организации, но не может превосходить её, так же как и рейтинг государства.

Оценки положения хозяйствующего субъекта с помощью рейтинга имеют свои достоинства и недостатки. К достоинствам относятся:

для инвестора рейтинги во многом позволяют снять фактор неопределённости в отношении компании и свидетельствуют об открытости её политики;

для регулирующих и надзорных органов язык рейтингов прост и удобен с точки зрения установления ограничений для профессиональных участников рынка.

Подобные внутренние ограничения могут быть установлены и самими инвесторами. В частности, к первым относятся прямые запреты в некоторых странах для страховых компаний и пенсионных фондов приобретать долговые обязательства эмитентов, имеющих спекулятивный рейтинг, а ко вторым – установление нормативов резервирования средств по возможным потерям от инвестиций в обязательства таких эмитентов. При этом спекулятивный рейтинг – это оценка, значение которой ниже BBB– по шкале «Standard&-Poor's» и «Fitch» и ниже Baa3 по шкале «Moody's».

Все остальные значения рейтинга считаются инвестиционными (см. таблицу).

К негативным сторонам рейтинговой оценки относятся:

относительная негибкость рейтинга в сторону понижения в связи с тем, что услуги агентства обычно оплачивает заказчик – организация, качества которой оцениваются;

опасность возникновения порочного круга: снижение рейтинга усугубляет положение компании за счёт повышения издержек привлечения нового финансирования, что влечёт за собой дальнейшее снижение рейтинга, и т. д.;

стабильность присвоенного рейтинга может быть объяснена излишней консервативностью и опасением переоценить нового заказчика, особенно после мирового финансового кризиса 2008 г.;

фактическая безответственность агентств за вынесенное решение о присвоении рейтинга (типовые контракты не предусматривают никаких санкций и обязательств агентств);

отсутствие чётких критериев разделения рейтингов на инвестиционную и спекулятивную категории;

проблема единой методологии формирования рейтинга для разнообразных структур: государства, корпораций, банков, деловой репутации и др.

Для рейтинговой оценки особенно важно учитывать современную гипотезу эффективных рынков, согласно которой любая информация об организации (общедоступная или известная ограниченному кругу лиц) немедленно отражается на котировках финансовых инструментов ещё до присвоения рейтинга, поэтому его значение влияет только на непрофессиональных инвесторов.

***Библиографические ссылки***

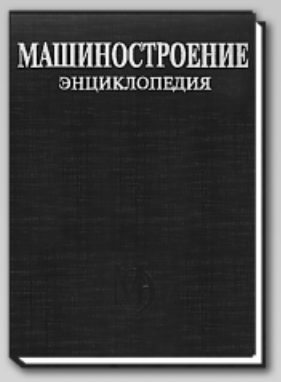
1. **Iwanow A.**, **Janowicz E., Ziolkowski Z**. Inwestycyizy rating przedsiebiorstwa. Wyzsza Hanzeatycka Szkola Zaradzania, Slupsk. 2008. 165 c.

2. **Иванов А.П., Быкова Ю.Н.** Рейтинговый анализ в исследовании деловой репутации организаций // Вестник Российского гуманитарного научного фонда. 2009. № 4. С. 88–97.

3. **За рейтинги** придётся ответить. Известия от 6 февраля 2009 г. С. 11.

4. **Прокрустово** ложе Фитча. Известия от 16 июля 2010 г. С. 4.

5. **Оценщикам бой**! Страны PIGS выступают против рейтинговых агентств. Известия от 17 марта 2011 г. С. 8.




**ЭНЦИКЛОПЕДИЯ "МАШИНОСТРОЕНИЕ"**
**ТОМ IV-21. "САМОЛЕТЫ И ВЕРТОЛЕТЫ". В 3-х книгах.**
**Кн.3 "АВИАЦИОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ".**

**В.А. Скибин, Ю.М. Темис, В.А. Сосунов**

2010. 720 с. ISBN 978-5-217-03482-6

**Цена 1000 р.**

Приведен обзор развития поколений авиационных двигателей от первых поршневых XX века, до двигателей XXI века. Рассмотрены современная классификация, типы, схемы, основные параметры и характеристики авиационных двигателей, предъявляемые к ним экологические и экономические требования и ограничения, особенности их наземного применения. Дан обзор авиационных топлив.

Изложены принципы проектирования рабочих процессов в ГТД, интеграции двигателей с летательными аппаратами. Приведены методы разработки: компрессоров, камер сгорания, турбин, входных и выходных устройств, вспомогательных систем. Описаны системы управления, принципы их работы, методы расчета и испытаний.

Изложены особенности применения вычислительной газовой динамики, моделей турбулентности, аэроакустики для моделирования рабочих процессов в ГТД.

Рассмотрены методы и модели расчета на прочность и динамику, автоматизированного и оптимального проектирования деталей и узлов. Описаны принципы обеспечения надежности, конструкционной прочности, методы проектирования деталей из перспективных материалов, в том числе и композиционных.

Дано описание методов и стендов для испытаний ГТД и их узлов, методов диагностики и сертификации ГТД.

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

## ВЫСТАВКИ И ПРЕЗЕНТАЦИИ

### «АГРОПРОДМАШ-2011»

В Москве в Центральном выставочном комплексе «Экспоцентр» с 10 по 14 октября 2011 г. прошла 14-я Международная выставка «Оборудование, машины и ингредиенты для пищевой и перерабатывающей промышленности» – «Агропродмаш-2011». Выставка имеет Знаки Всемирной ассоциации выставочной индустрии (UFI) и Российского Союза выставок и ярмарок (РСВЯ); она проходила под патронатом Торгово-промышленной палаты РФ и Правительства Москвы, Совета руководителей торгово-промышленных палат государств-участников СНГ.

В этой выставке, организованной ЗАО «Экспоцентр» при содействии Министерства сельского хозяйства РФ и Министерства промышленности и торговли РФ, принимали участие многие страны: Австрия, Бельгия, Болгария, Великобритания, Венгрия, Германия, Греция, Дания, Израиль, Индия, Исландия, Испания, Италия, Канада, КНР, Латвия, Литва, Молдова, Нидерланды, Польша, Республика Беларусь, Республика Корея, Россия, Румыния, Сербия, Словакия, США, Узбекистан, Украина, Финляндия, Франция, Чехия, Швейцария, Швеция. Всего было представлено около 700 экспонентов, из них российских более 400.

Выставка «Агропродмаш-2011» стала крупнейшим российским смотром в сфере высоких технологий для индустрии продовольствия, который в полной мере отразил положение на рынке машиностроительной продукции для пищевой и пищеперерабатывающей промышленности, обозначив тенденции его развития. Она в очередной раз подтвердила статус главного российского выставочного форума для специалистов и инвесторов в пищевую и перерабатывающую промышленность и отразила существующие инвестиционные и инновационные тренды в области индустрии продовольствия.

На выставке были представлены технологии, которые позволяют обеспечить высокую эксплуатационную эффективность оборудования и дают возможность минимизировать издержки производства продуктов питания. Проведение выставки, несомненно, содействует продвижению на российский рынок инновационных технологий, выпуску высокоэффективных машин и оборудования, ускорению процесса модернизации отечественных предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности.

Актуальность тематики выставки была обусловлена стремительным развитием пищевой и перерабатывающей промышленности и расширением ассортимента вырабатываемой продукции. Решению этой задачи способствовал формат выставки: от переработки сырья до получения конечного упакованного продукта.

Знакомство с образцами зарубежного и отечественного оборудования облегчалось не только тем, что все они были представлены в режиме реальной работы, но и благодаря чёткому сегментированию выставки.

Экспозиция «Агропродмаш-2011» включала в себя следующие разделы:

Общие пищевые технологии. Переработка сырья. Производство продуктов питания.

Оборудование и материалы для производства мясных, колбасных изделий и полуфабрикатов.

Убой и первичная переработка мясного сырья.

Птицеводство, переработка мяса птицы. Переработка рыбы и морепродуктов.

Весовое, лабораторное, контрольно-измерительное оборудование.

Ингредиенты, добавки, специи.

Холодильное, торговое и складское оборудование.

Промышленная санитария, уборочное оборудование. Напольные покрытия.

Автоматизация производства.

Переработка зерна. Хлебопечение. Кондитерское оборудование.

Упаковочное оборудование. Дозировка, фасовка, маркировка.

Оборудование для консервирования. Переработка овощей и фруктов.

Производство жидких продуктов питания и напитков.

Производство молочных продуктов, сыров.

Розлив, ёмкостное оборудование.

Иностранные национальные экспозиции.

Наряду с уверенным развитием доминанты выставки – раздела «Оборудование для производства продуктов питания» – в этом году выросли экспозиции по разделам: «Ингредиенты, добавки, специи», «Кондитерское и хлебопекарное оборудование».

С каждым годом расширяется экспозиция упаковочного оборудования, которая была выделена в отдельный павильон. Значительно была расширена экспозиция постоянных крупных участников, таких как «Мультивак Рус», «Илапак», «Ульма Пэкэджиг», Sealed Air Cryovac, ECI Limited.

Значительно увеличилось количество участников раздела оборудования по производству жидких продуктов питания. Салон «Агропродмаш-Комплект», который проводился в третий раз, увеличился в этом году на 15 % по сравнению с прошлым годом. В числе новых крупных участников салона – компании «Гидросервис», Sfoggiatech (Италия), Sick Ag (Германия).

Предполагается, что проведённые мероприятия и деловые встречи представителей бизнеса, производства и науки внесли весомый вклад в техническую модернизацию российских предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности, создав предпосылки для обеспечения диверсификации производства и создания современной инфраструктуры.

# ОБЗОР ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПЕЧАТИ

УДК 621.002.51

## По страницам журналов

**Упрочнение материалов виброударным и комбинированным методами с предшествующей электрохимической обработкой.** *Упрочняющие технологии и покрытия*. 2011. № 2.

Рассмотрены возможности виброударного упрочнения после электрохимической обработки материалов, а также получения гарантированного наклёпа поверхности при одновременном воздействии анодного растворения и механического калибрования. Приведены результаты экспериментальных исследований, которые могут быть использованы на практике.

**Влияние ультразвуковых колебаний в плоскости скольжения и перпендикулярно к ней на силу трения покоя и скольжения**. *Трение и смазка в машинах и механизмах.* 2011. № 2.

Экспериментально измерена сила трения между различными материалами и стальным образцом, осциллирующим с частотой 20...70 кГц (как в плоскости скольжения, так и перпендикулярно к ней) как функция амплитуды колебаний и скорости скольжения. В отсутствие колебаний сила трения скольжения слегка убывает со скоростью скольжения. При возбуждении ультразвуковых колебаний с амплитудой порядка 0,1 мкм скоростная зависимость силы трения становится положительной. Этот эффект может быть использован для подавления трибологических неустойчивостей.

**Оригинальная методика вибродиагностики узлов трения как составная часть технологии безызносной эксплуатации.** *Трение и смазка в машинах и механизмах.* 2011. № 2.

Сочетание безызносной эксплуатации всех видов механического оборудования с обслуживанием по фактическому состоянию, на основании вибродиагностических показаний, обеспечивает максимальную надёжность при минимальной стоимости эксплуатации. В этих целях разработана и массово опробована оригинальная методика вибродиагностики, доступная пониманию персонала среднего уровня.

**Зубопритирка и зубошлифование колёс конических и гипоидных передач.** *Инженерный журнал «Справочник»*. 20011. № 2.

Наибольшее распространение в промышленности получили два метода чистовой обработки зубьев колёс конических и гипоидных передач- зубопритирка и зубошлифование. Приведены сведения о достигаемых производительности, точности и шероховатости поверхности зубьев, скорости резания, возможности образования внутренних напряжений сжатия, профильной и продольной модификации.

**Распределение контактных температур при внутреннем шлифовании с применением твёрдого смазочного материала.** *Инженерный журнал «Справочник»*. 20011. № 2.

Представлены физические модели распределения контактных температур при встречном и попутном внутреннем шлифовании с применением твёрдого смазочного материала. Предложено разделить по этапам цикла шлифования подачу водной смазочно-охлаждающей жидкости и твёрдого смазочного материала.

**Системное исследование и отображение эффективности очистки СОЖ в однорядном магнитном сепараторе.** *Инженерный журнал «Справочник»*. 20011. № 2.

Разработан комплекс математических моделей, позволяющих системно исследовать численным методом множество технологических ситуаций, возникающих при очистке СОЖ от магнитных примесей, и отобразить пространство многопараметрических функционалов эффективности ПМС. Приведены результаты исследований эффективности очистки СОЖ от ферромагнитных частиц в однорядных патронных магнитных сепараторах и представлены примеры отображения многопараметрического пространства функционала эффективности.

**Разработка обучающей системы для алгоритмов начертательной геометрии с использованием технологии автоматного программирования.** *Вестник компьютерных и информационных технологий.* 2011. № 1.

Предложен подход к созданию систем, обучающих алгоритмам начертательной геометрии на основе технологии автоматного программирования. Разработан язык описания данных систем, позволяющий записывать их логику. Предложена модификация технологии автоматного программирования для формального преобразования программы в систему конечных взаимодействующих автоматов и выделенную модель данных.

# УКАЗАТЕЛЬ

## статей, опубликованных в журнале «Автоматизация и современные технологии» в 2011 году

№ журнала Стр.

### АВТОМАТИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

**Абрамов В.Ф., Соколов В.Н.** Механика взаимодействия режущего инструмента и материала в технологических операциях производств лёгкой промышленности ... 8 3
**Антонец И.В., Кузьмин А.В.** Автоматизированный электропривод кранов-штабелёров ... 3 3
**Ашрятов А.А., Мышонков А.Б., Микаева С.А.** Измерение температуры кристалла маломощных светодиодов ... 3 10
**Баранов А.Н., Баранова Е.М., Булатов Л.А.** Экспериментальное определение стойкости пуансонов полугорячего выдавливания ... 10 8
**Баранова Е.М., Баранов А.Н.** Проектирование операции вытяжки-обжима оболочек ... 3 19
**Бобырь М.В., Титов В.С.** Интеллектуальная система управления температурными деформациями при резании ... 5 3
**Буренин В.В.** Новые конструкции воздушных фильтров для систем пневмоавтоматики и силового пневмопривода ... 5 14
**Буренин В.В.** Новые конструкции силовых гидроцилиндров объёмного гидропривода и систем гидроавтоматики ... 6 3
**Васечкин М.А., Матвеева Е.В., Проскурин А.В.** Моделирование волновых процессов в несущей газовой прослойке ... 11 7
**Гвоздева И.Г., Кошев А.Н., Варенцов В.К.** Расчёт оптимальной электропроводности реакторов с проточными трёхмерными электродами ... 6 16
**Григорьев С.Н., Грибков А.А.** Дискретное и непрерывное адаптивное управление интенсивностью подачи материала при поэтапном порционном весовом дозировании ... 4 3
**Долгий Н.А., Сердобинцев С.П.** Автоматизированная система контроля герметичности консервов ... 1 14
**Дьяков И.Ф.** Определение усталостного разрушения деталей при циклическом нагружении ... 5 11
**Дьяков И.Ф., Моисеев Ю.В.** Способ снижения износа гидростатических опор скольжения ... 1 6
**Дьяков И.Ф., Моисеев Ю.В., Попович А.В.** Активное измерение диаметров цилиндрических деталей ... 12 3
**Дьяков И.Ф., Попович А.В.** Влияние механической обработки деталей на усталостную прочность ... 9 8
**Евсеенко И.А.** Дисперсионная оценка адекватности динамических моделей технических систем ... 6 24
**Емельянов К.А., Сотников Ю.К., Тимаков А.С.** Устройство автоматического пеноподавления при выпаривании жидкого сельскохозяйственного сырья в вакууме ... 1 3
**Змиева К.А., Кулагин О.А., Кузнецова Е.В., Иванова М.Н., Григорьев С.Н.** К вопросу о методах расчёта коэффициента мощности трёхфазного асинхронного двигателя ... 12 6
**Калюжный А.А., Бирюков В.П.** Синтез робастного регулятора композитным коэффициентом потерь вибродемпфирующего материала ... 2 3
**Коваленко О.Ю., Сарычев П.А., Микаева С.А., Микаева А.С.** Совершенствование ультрафиолетовых разрядных ламп низкого давления ... 12 13
**Микаева С.А.** Контроль качества пресс-формы отражателя по цифровой модели кривой светораспределения ... 11 3
**Мурзинов Ю.В.** Система автоматизации инженерных расчётов режимов и параметров рубок ухода за лесом ... 9 3
**Панченко Е.В., Алексеев П.А.** Конечно-элементный подход к решению технологических задач сверхпластической формовки ... 7 7
**Парфёнов Е.В., Лазарев Д.М., Фаткуллин А.Р., Ерохин А.Л.** Идентификация технологического процесса плазменно-электролитического оксидирования ... 4 6
**Парфёнов Е.В., Невьянцева Р.Р., Ерохин А.Л.** Диагностика параметров процесса электролитно-плазменной обработки ... 6 7
**Пролетарский А.В.** Интеллектуализированная система управления перспективных ракет космического назначения ... 6 30
**Рустамов Г.А., Ёлчуев И.А.** Обеспечение автономности генератора гармонических колебаний с переменной структурой ... 1 11
**Садыков С.С., Савичева С.В.** Алгоритм идентификации плоских объектов с использованием минимального числа признаков ... 7 3
**Тополянский П.А., Тополянский А.П., Соснин Н.А., Ермаков С.А.** Автоматизация технологии финишного плазменного упрочнения ... 10 3
**Филимонов С.В., Лапшин В.И., Лапин В.В., Филимонов В.И.** Технология формовки многоэлементного замкнутого профиля с элементами двойной толщины ... 3 14
**Чернов С.А.** Автоматизация вычисления геометрических характеристик тонкостенного сечения ... 8 10
**Шарапов Р.В., Шарапова Е.В.** Построение поисковых систем на основе теории нечётких множеств ... 5 8
**Шемелин В.К., Чирков А.В., Сысоев В.К.** Исследование режимов лазерного управляемого термораскалывания оксидных стёкол на основе применения ИК-лазера на парах стронция ... 2 8
**Щербань И.В., Вдовюк К.В., Вдовюк А.В.** Модернизированный программно-аппаратный комплекс для оценки параметров фоновой активности нейронной системы подопытного животного ... 9 11

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**Алиев Р., Гусейнов Р.** Фрезерные роботы – взгляд на техническое состояние ... 11 11
**Артюхов М.Ю.** Быстрый алгоритм оценки смещения кадров для решения задачи локальной навигации подводных аппаратов ... 7 25
**Ахобадзе Г.Н.** Использование рассеяния и дифракции электромагнитных волн для измерения физических параметров ... 1 31
**Баканов В.М.** Эффективность многопроцессорных вычислительных систем при решении конкретных задач ... 9 20
**Васин В.А., Ивашов Е.Н., Степанчиков С.В.** Автоматизация нанесения тонкоплёночных покрытий в современных вакуумных технологиях ... 7 19
**Васин В.А., Ивашов Е.Н., Степанчиков С.В.** Автоматизированная система определения положения в пространстве исполнительных устройств современного вакуумно-технологического оборудования ... 9 16
**Воробьёв К.А.** Системы управления зенитных управляемых ракет с применением нечёткого супервизорного регулирования ... 2 24
**Головешкин В.А., Пономарёв А.В., Ульянов М.В.** Аналитическое решение класса рекуррентных соотношений с аддитивной функцией степенного вида в целях анализа трудоёмкости рекурсивных алгоритмов ... 3 25
**Григорьев С.Н., Кутин А.А.** Инновационное развитие высокотехнологичных машиностроительных производств на основе интегрированных АС ТПП ... 11 23
**Дегтярев Ю.И., Фахурдинов О.В.** Управление автоматизированными информационными системами при нерегулярных внешних воздействиях ... 7 14
**Дивнич П.Н., Шнайдер Д.А., Вахромеев И.Е.** Распределённое управление пароснабжением промышленных потребителей на основе динамической программной модели ... 5 31
**Долгов В.А.** Использование и перспективы развития CALS-технологий в многономенклатурном производстве ... 9 26
**Дьяков И.Ф., Попович А.В.** Применение нейросетевых алгоритмов обработки деталей в CAD/CAM-системах ... 6 34
**Иванов В.К.** Автоматизация моделирования и управления возможностями производственной системы ... 4 24
**Клюев С.Б., Нефёдов Е.И.** Делитель канала на щелевых линиях ... 9 32
**Клячкин В.Н., Михеев А.Ю.** Идентификация режима статистического контроля многопараметрического технологического процесса ... 12 27
**Клячкин В.Н., Сафин В.А.** Контрольная карта Хотеллинга с учётом погрешностей измерений ... 2 19
**Корчагин С.И., Леус А.В., Филимонов А.В.** Реализация алгоритма для расчёта минимального времени проникновения нарушителя ... 1 28
**Кузнецов С.А.** Разработка специализированных САПР – главное направление при создании высокоэффективных программных продуктов ... 10 29
**Лавреш И.И.** Самоорганизация объектов управления и меры согласования интересов субъекта и объекта управления ... 3 36
**Либерман Я.Л., Антропов М.С.** Система фаззи-управления скоростью робокара ... 10 34
**Мальцева С.В., Проценко Д.С.** Формализованный подход к управлению сетевым сообществом практики ... 3 42
**Микляев И.А., Ундозерова А.Н., Кудаева М.В.** Разработка информационных систем на основе модели универсальной базы данных ... 3 38
**Михалёв О.Н., Янюшкин А.С., Попов А.Ю.** Современный подход к автоматизации технологической подготовки производства ... 4 39
**Неусыпин К.А.** Способ прогнозирования промаха при поражении цели ... 1 23
**Неусыпин К.А., Никольская Н.С.** Разработка системы подготовки принятия решений для врача-психолога ... 11 30
**Неусыпин К.А., Пролетарский А.В., Власов С.В.** Методы повышения точности автономных навигационных систем ... 2 14
**Неусыпин К.А., Федорова В.А., Шолохов Д.О.** Разработка алгоритмов прогноза для информационной системы электроснабжения железной дороги ... 7 10
**Ничков А.В., Префилов А.С., Ничков А.Г.** Оптимизация параметров заборного конуса червячной модульной фрезы при нарезании цилиндрических зубчатых колёс ... 10 13
**Образцов С.А., Панфилов Д.И.** Реализация GSM шлюза для работы с беспроводными сетями на базе стандарта IEEE 802.15.4 ... 8 14
**Палочкин С.В., Сыромятников В.С., Гарсия Х.М., Ортега Росалес М.Г., Самора Кинтана Л.А.** Оптимизация работоспособности транспортной системы на основе имитационного моделирования ... 8 20
**Перемитина Т.О.** Алгоритмы статистического прогнозирования состава и свойств нефти ... 9 36
**Пухов А.С.** Формирование материальных и информационных потоков в автоматизированных производственных системах ... 8 28
**Пушилина Ю.Н.** Применение современных информационных технологий в экологии ... 7 28
**Ронжин Ан.Л., Будков В.Ю., Ронжин Ал.Л.** Технологии формирования аудиовизуального интерфейса системы телеконференций ... 5 20

**Саакян А.А.** Устранение влияния компрессии звуковой речи в формате AMR ACELP на точность автоматического распознавания ... 12 16
**Смирнов В.А.** Точность численного решения нестационарной нелинейной задачи теплопроводности при плоском шлифовании периферией круга ... 5 27
**Стаценко К.Б.** Классификация текстовых и нетекстовых объектов ... 4 34
**Степанов Л.В.** Моделирование олигополистической конкуренции предприятий ... 4 29
**Сторожок Е.А.** Моделирование процессов в локальных сетях Ethernet ... 12 25
**Тамаркин М.А., Проскорякова Ю.А., Тищенко Э.Э.** Разработка методики проектирования технологических процессов центробежной обработки деталей с учётом виброакустических характеристик ... 1 17
**Фархадов М.П., Васьковский С.В., Ревонченкова И.Ф.** Построение интеллектуальных информационных контакт-центров ... 4 14
**Хубаев Г.Н.** Имитационное моделирование для получения групповой экспертной оценки значений различных показателей ... 11 19
**Хубаев Г.Н., Широбокова С.Н., Титаренко Е.В., Ткаченко Ю.В.** Формализация и программное обеспечение процесса конвертирования IDEF0-моделей в UML-диаграммы ... 10 18
**Шаякберов В.Ф., Гепштейн Ф.С., Янтурин Р.А.** Новая технология эксплуатации погружных электрических центробежных насосов ... 6 37
**Шевцов А.А., Дранников А.В., Пономарев А.В., Ситников Н.Ю.** Алгоритм микропроцессорного управления параметрами культивирования автотрофных микроорганизмов ... 8 33
**Шипилов В.В.** Применение множества оптимально расположенных элементов в задачах линейной и многокритериальной оптимизации аппаратной части автоматизированных средств контроля ... 3 30
**Шипилов В.В.** Формирование пространства характеристик оптимально расположенных элементов ... 2 29

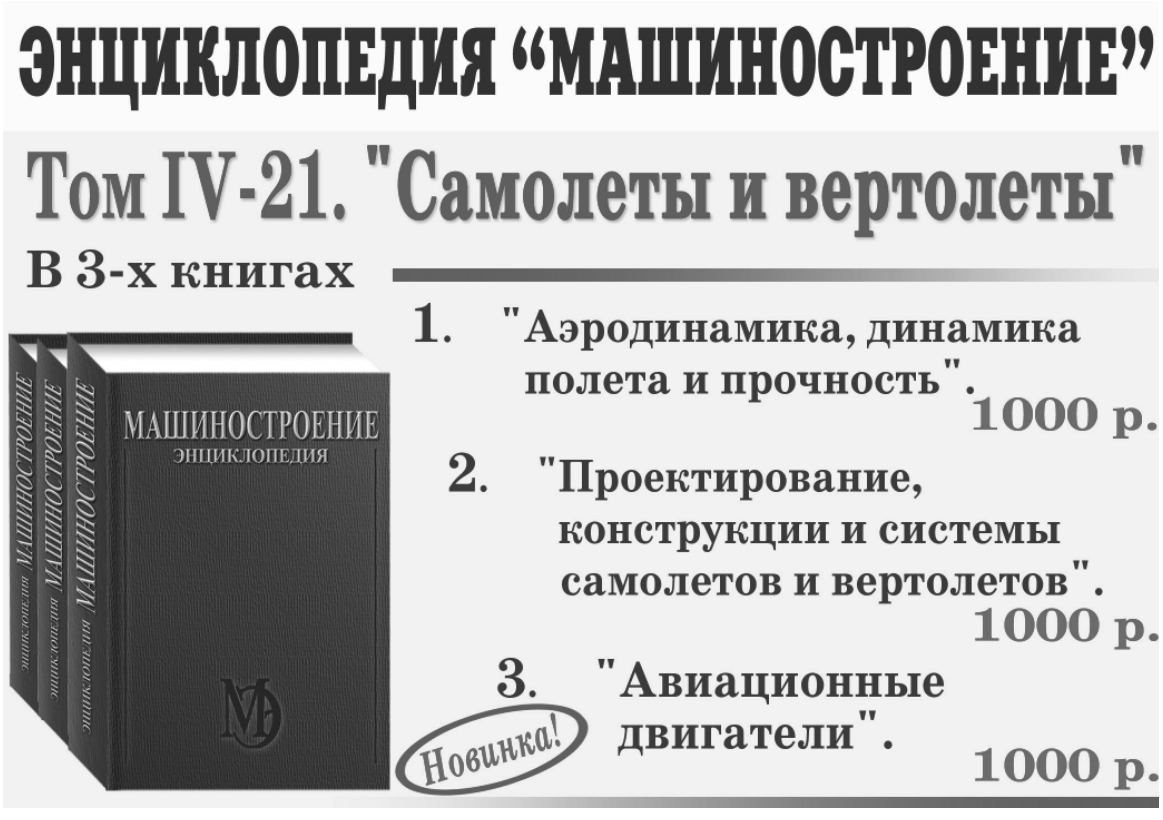
## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНОЙ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Белоусов В.Л., Вершин В.Е., Вершин О.В.** Производственное планирование по технологическим переходам на базе математического пакета Mathcad ... 10 42
**Бетсис П.М.** Сетевая экономика становится нормой ... 2 34
**Долгов В.А.** Разработка и внедрение подсистемы планирования технологической подготовки машиностроительного производства интегрированной АС ТПП ... 12 32
**Ерошкин С.Ю., Михалко Е.Р.** Обоснование методологии анализа инновационного потенциала и экономической безопасности промышленных предприятий ... 9 40
**Захарова А.А., Сахаров С.В., Чернышева Т.Ю.** Автоматизация выбора проектов развития региональной инновационной системы на основе иерархической модели ... 11 38
**Иванов А.П., Животовская О.А.** Сбалансированная система показателей как механизм стимулирования труда персонала ... 8 36
**Иванов А.П., Савин М.Г.** Условия и предпосылки проведения рейтинговых оценок в России ... 12 37
**Крапивин В.С.** Инвестиционная деятельность предприятий на разных фазах развития кризисного цикла ... 7 31
**Крицкий А.В., Дегтярев Е.П., Москалев И.М., Клебанов Б.И., Немтинов А.В.** Интегрированная система управления статистической информацией крупного муниципального образования ... 1 35
**Куцько П.П., Огороднийчук Е.Н.** Математическое обеспечение оценки рейтинга, реализуемости и достаточности военной микроэлектроники при формировании комплексных целевых программ ... 6 39
**Куцько П.П., Пермяков Р.С.** Оценка рисков при выполнении проектов по государственному оборонному заказу в электронной промышленности ... 4 44
**Михалко Е.Р.** Оптимизация распределения инвестиционных ресурсов для экономической безопасности производственных систем ... 8 42
**Мустафаев М.Г.** Эффективность управления технологическим процессом при создании сложных изделий ... 11 34
**Песков В.В.** Система экономического управления как элемент обеспечения экономической безопасности промышленных предприятий ... 7 36
**Петриченко Г.С., Нарыжная Н.Ю., Срур М.Ю.** Оценка приоритетности параметров технического состояния компьютерной сети предприятия ... 5 42
**Семенюта И.С.** Исследование эффективности системы составления расписаний методами теории массового обслуживания ... 10 45
**Сердюк А.И., Рахматуллин Р.Р., Русяев А.С.** Количественная оценка эффективности правил обслуживания в АСУ гибких производственных ячеек ... 1 41

**Файзрахманов Р.А., Рубцов Ю.Ф.** Методологические особенности автоматизированного управления энергоресурсосбережением ..... 2 36
**Фортинский Ю.К.** Моделирование задач управления предприятиями электронной промышленности ..... 2 41
**Ходяев А.В.** Автоматизация учёта рабочего времени сотрудников на предприятии при распределённых системах контроля управления доступом ..... 7 41

## ВЫСТАВКИ И ПРЕЗЕНТАЦИИ

Телепортация наяву с помощью Cisco ūmi ..... 1 47
Итоги работы компании SAP СНГ в 2010 г. ..... 4 48
Symantec: в 2010 году киберугрозы стали значительно более масштабными и изощрёнными ..... 6 43
Компания Makino выходит на российский рынок ..... 6 45
Названы победители конкурса «Премия инноваций “Сколково” при поддержке Cisco I-PRIZE» ..... 7 47
Оборот компании Softline по итогам 2010 финансового года в разы превысил рост ИТ-рынка ..... 8 46
Компания «КРОК» совместно с ФГУ ФИПС автоматизирует систему ведения Государственного реестра товарных знаков и знаков обслуживания ..... 9 47
В России обучение по программе Сетевых академий Cisco станет доступно и в средних профессиональных учебных заведениях ..... 11 44
«Агропродмаш-2011» ..... 12 43

## ОБЗОР ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПЕЧАТИ

По страницам журналов ..... 2–3, 5–12
Указатель статей, опубликованных в журнале «Автоматизация и современные технологии» в 2010 году ..... 12 45