



# ОМСКИЙ НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

№ 2 (23) 2003 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ОБРАЗОВАНИЕ

- Л.А. Мясникова, Е.Л. Кротова. Проблемы становления системы образования в сфере туризма: региональный аспект 5

### ОБЩЕСТВО. ИСТОРИЯ. СОВРЕМЕННОСТЬ

- Г.А. Порхунов. Сибирское областничество (XIX-XX вв.): история и место в общественно-политическом движении. 11  
 В.В. Земляков. Административная ссылка в Российской империи конца XIX — начала XX вв. 17  
 А.В. Рычков. Причины возникновения лысенковщины: историко-научные аспекты. 20  
 Н.П. Маг. Перспективы развития земельного законодательства в Российской Федерации. 23  
 Г.И. Евсеева, А.В. Старостенко. О принципах отбора фактов для программы «Вести» на канале «Радио России». 27  
 Н.Г. Зенец. Философствование как человеческое самостроительство. 29  
 В.В. Фоменко. Теория дизайна в современной России. 32

### Люди русской науки

- Античная эстетика сквозь призму диалектики. 110 лет со дня рождения советского философа А.Ф. Лосева 34

### ХИМИЯ И ФИЗИКА МАТЕРИАЛОВ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

- И.Х. Карагусов. Применение специальных композиционных материалов в швейном производстве. 35

### НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

- Н.Н. Чигрик, В.И. Глухов, Л.А. Ситко. Методика метрологической оценки погрешностей измерения угла искривления позвоночника при его сколиотических деформациях. 38  
 А.А. Колоколов, З.Е. Нагорная, Н.И. Ковалева, Ю.И. Привалова. Выделение ведущих свойств пушно-меховых полуфабрикатов с применением моделей дискретной оптимизации. 41  
 Н.П. Быкова, Н.Г. Рыженко. Определение сложности физических задач путем моделирования структуры их решения. 43  
 К.Л. Панчук. Проективные свойства и конструктивные особенности дуальных рядов и пучков второго порядка. 47  
 Г.Т. Караулова, А.К. Куликов, В.Я. Волков. Перспективно-числовая модель пространства. 50

### МЕХАНИКА, МАШИНОСТРОЕНИЕ

- Ф.Н. Притыкин, Е.В. Пищенок, Е.А. Курышева. Синтез малых движений абразивного инструмента при формообразовании поверхности проточной части турбинной лопатки на шестикоординатном роботе-станке. 53  
 В.А. Глазырин, Ю.В. Пузанов, В.И. Костяев. Вынужденные колебания технологической системы при прерывистом круглом шлифовании и погрешности формы обрабатываемой заготовки. 62  
 С.Н. Поляков, В.Г. Цысс. Напряженно-деформированное состояние авиационных шин при динамических нагрузках. 64

### Специальные машины и технологии

- Ю.П. Макушев. Способы интенсификации процесса впрыска топлива в дизелях. 68

#### УЧРЕДИТЕЛИ:

Комитет по науке и высшей школе Администрации Омской области, Технический университет, Медицинская академия, Институт сервиса, МУП «Водоканал», НПЦ «Динамика»

#### РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Н.С. Жилин - д-р техн. наук (главный редактор)  
 А.П. Моргунов - д-р техн. наук (зам. главного редактора)  
 В.О. Бернацкий - д-р филос. наук (зам. главного редактора)  
 П.Д. Балакин - д-р техн. наук  
 Г.И. Бумагин - д-р техн. наук  
 В.Я. Волков - д-р техн. наук  
 В.Т. Долгих - д-р мед. наук  
 В.В. Евстифеев - д-р техн. наук  
 Ю.З. Ковалев - д-р техн. наук  
 А.А. Колоколов - д-р физ.-мат. наук  
 А.В. Кононов - д-р мед. наук  
 В.Н. Костюков - д-р техн. наук  
 В.А. Лихолобов - д-р хим. наук  
 В.А. Майстренко - д-р техн. наук  
 В.И. Поталов - д-р техн. наук  
 О.М. Рой - д-р социолог. наук  
 А.А. Телвовой - канд. техн. наук

Ответственный секретарь - канд. ист. наук Г.И. Евсеева

Редактор - Т.П. Семина

Компьютерная верстка М.А. Зингельшухер

Макет обложки В.С. Гуринов

Зарегистрирован Сибирским окружным межрегиональным территориальным управлением Мьян-печати РФ.

Свидетельство № ПИ 12-0671 от 01.10.2001 г.

Подписной индекс 73774

© Редакция журнала «Омский научный вестник», ОмГТУ

Подписано в печать 15.10.03. Формат 60x84 1/8. 27,25 усл. печ. л. Бумага офсетная. Отпечатано на дупликаторе на кафедре «Дизайн, реклама и технология полиграфического производства».

Тираж 1000 экз. (1-й завод 1-200). Заказ 106.

**РУКОПИСИ  
РЕЦЕНЗИРУЮТСЯ.**

**Отклоненные материалы  
не возвращаются.**

**ТРЕБОВАНИЯ  
К ОФОРМЛЕНИЮ  
НАУЧНЫХ СТАТЕЙ,  
НАПРАВЛЯЕМЫХ В "ОНВ"**

**О содержании.** В заключительной части статьи необходимо отразить новизну результатов исследования, область их применения, указать конкретные предприятия, организации, в которых рекомендуется использование выводов, полученных автором. Просим акцентировать полезность научных разработок для Омского региона.

**Об оформлении.** Статью необходимо набрать на компьютере в редакторе Word версии не более поздней, чем Word 2000, распечатать на бумаге форматом А4 (210x297 мм). Оригинал должен быть чистым, не согнутым, без ручных правок, страницы пронумерованы на обороте. Окончательный вариант статьи не должен содержать более 5 страниц. Наряду с распечатанной представляется электронная версия на диске 3,5 дюйма.

**Поля.** Сверху и снизу – по 2,5; слева и справа – по 2 см.

**Заголовок.** В верхнем левом углу листа проставляется УДК. Далее по центру жирным шрифтом (Ж) Times New Roman Сут размером 12 пт. прописными буквами печатается название статьи, ниже обычным шрифтом (10 пт.) – инициалы, фамилия автора, строкой ниже полное название организации. Ниже через строку помещают основной текст статьи.

**Основной текст статьи** набирается шрифтом Times New Roman Сут 10 пт. Абзацный отступ 0,5 см. Межстрочный интервал одинарный.

**Ссылки на литературные источники** оформляются числами, заключенными в квадратные скобки (например, [1]). Ссылки должны быть последовательно пронумерованы. Список литературы помещается после основного текста.

**Примечания** оформляются числами в виде верхнего индекса. Примечания должны быть последовательно пронумерованы. Тексты примечаний помещаются после основного текста перед списком литературы.

**Формулы.** Простые внутрострочные и однострочные формулы могут быть набраны без использования специальных редакторов – символами (допускается использование специальных символов из шрифтов Symbol, Greek Math Symbols, Math-PS, Mathematica BTT).

**ЮБИЛЕИ И ЗНАМЕНАТЕЛЬНЫЕ ДАТЫ**

- Н.С. Галдин.** Научная школа заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, доктора технических наук, профессора Т.В. Алексеевой (к 90-летию со дня рождения). 71
- Россия имена**
- Андрей Вознесенский. К 70-летию поэта 73

**ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

- М.Ю. Николаев, В.В. Тевс.** Автоматизированное определение частотной характеристики входного сопротивления электрической цепи. 74
- Ю.З. Ковалев А.А. Татевосян.** Аппроксимация характеристики намагничивания индуктивного элемента в задаче расчета электрической цепи 78

**ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, ДИАГНОСТИКА**

- П.П. Бобров, О.В. Галеев, В.И. Убогов.** Моделирование испарения почвенной влаги с учетом влияния гумуса на гидрофизические свойства почвы и на динамику собственного радиотеплового излучения. 84
- А.Н. Головащ, С.А. Мехедько, В.П. Бахтин, А.В. Шушарин.** Система для электромагнитных испытаний обоймы буксового подшипника на базе персонального компьютера. 88

**РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И СВЯЗЬ**

- А.Б. Неворотов.** Анализ схем связи с нагрузкой в перестраиваемом фильтре КВ-диапазона. 92
- А.А. Губарев.** Повышение эффективности моделирования кварцевых генераторов схемотехнических САПР общего назначения. 95
- В.А. Майстренко, А.И. Елецкий, В.В. Денисов.** Оценка возможности дистанционного СВЧ нагрева. 102

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

- В.И. Потапов.** Аналитическое решение задачи оптимизации восстановления «стареющих» отказоустойчивых нейрокомпьютерных систем на базе функционально устойчивых искусственных нейронных сетей. 107
- В.И. Потапов, И.В. Потапов.** О минимальной избыточности, гарантирующей требуемую надежность «стареющей» искусственной нейронной сети. 110
- Е.Н. Баева.** Взаимодействие пользователей услуг связи с учетом их доступа к иерархическим сетям. 111
- А.Т. Когут.** Оптимальное управление для навигационной задачи быстрогодействия. 114
- С.Н. Бахметьев.** Алгоритмизация технологического процесса синтеза метил-трет-бутилового эфира при разработке АСУТП. 117
- В.Г. Азаров, С.Ф. Храпский.** Сетевая индустрия аккумуляции учебной информации. 121
- С.С. Ефимов, О.С. Ефимова.** Методы шифрования и дешифрования данных в системе автоматизированного контроля знаний по разделу «Криптография» курса «Информационная безопасность». 124
- Р.И. Воробьева.** Применение гипертекстовых технологий для создания электронных курсов. 129

**ИЗДАТЕЛЬСКОЕ ДЕЛО И ПОЛИГРАФИЯ**

- Ю.А. Андриная, Е.Л. Колбина.** Основные направления модификации клеев-расплавов для клеевого бесшвейного скрепления. 132

Сложные и многострочные формулы должны быть набраны в редакторе формул Microsoft Equation 2.0, 3.0.

Если в тексте статьи содержатся **таблицы и иллюстрации**, то они должны быть пронумерованы (например, "Таблица 1", "Рис. 1", жирным шрифтом), озаглавлены (таблицы должны иметь заглавие, а иллюстрации – подрисующие подписи, те и другие жирным шрифтом) и помещены в самом конце статьи, после аннотации на английском языке. В основном тексте должны содержаться лишь ссылки на них.

**Тексты примечаний.** Если в тексте есть примечания, ниже основного текста набирается по центру жирным шрифтом заглавие "Примечания" и через строку помещаются тексты примечаний, пронумерованные числом в виде верхнего индекса (например, <sup>1</sup>).

**Список литературы.** Если в тексте есть ссылки на литературу, ниже основного текста (или текстов примечаний) печатается по центру жирным шрифтом заглавие "Литература" и помещается пронумерованный перечень источников в соответствии с действующими требованиями к библиографическому описанию.

**Таблицы** помещаются на новой странице после списка литературы последовательно, согласно нумерации. Если таблица имеет большой объем, она может быть помещена на отдельной странице, а в том случае, когда она имеет значительную ширину, – на странице с альбомной ориентацией.

**Иллюстрации** размещаются на новой странице после таблиц (или списка литературы) последовательно, согласно нумерации. Если иллюстрация имеет большой формат, она должна быть помещена на отдельной странице, а в том случае, когда она имеет значительную ширину – на странице с альбомной ориентацией. Иллюстрации могут быть сканированными с оригинала или выполнены средствами компьютерной графики. Допускается, а в случае с иллюстрациями большого объема (файла) **приветствуется, размещение иллюстраций в отдельном файле** электронной версии.

Если авторы по техническим причинам не могут представить электронные версии иллюстраций, в качестве иллюстраций принимаются черно-белые фотографии, рисунки, выполненные на компьютере или черной тушью от руки или распечатанные на лазерном принтере.

**Реферат статьи**, предназначенный для публикации в рефератив-

- А.О. Пожарский, И.А. Сысуев.** К вопросу о выборе триады оптимальных цветовых стимулов. 137
- А.О. Пожарский, И.А. Сысуев.** Возможность Определения цветового тона и насыщенности цветов в колориметрической системе CIE L\*a\*b\*-1976. 140
- И.В. Дорохин, И.А. Сысуев.** Исследование воспроизведения градаций изображения в процессе изготовления фотополимерных флексографских печатных форм по технологиям *Computer-to-Film* и *Computer-to-Plate*. 147

## МЕДИЦИНА

- Рождественский М.Е., Голдырев А.Ю., Кряжева О.В., Павлова Л.Б., Смирнова Н.А.** Дифференциальная диагностика диспластических и нейрогенных сколиозов. 153
- М.Е. Рождественский, А.Ю. Голдырев, О.В. Кряжева, Л.Б. Павлова, Н.А. Смирнова.** Оценка степени выраженности диспластических сколиозов. 156
- А.Ф. Сулимов, Р.К. Савченко.** Роль наследственной патологии соединительной ткани в развитии посттравматических осложнений больших переломами нижней челюсти. 160
- А.С. Лысенко, Ю.В. Редькин, З.Ш. Голецова.** Мелатонин как элемент патогенетически обоснованной фармакоррекции посттравматических нарушений гемостаза. 164
- А.Ю. Одокиенко, Ю.В. Редькин.** Герпетическая инфекция: пути и возможности фармакотерапии. 167
- В.И. Ларькин, И.И. Ларькин, В.П. Атрошенко.** Краниоцеребральная диспропорция у детей и возможности ее хирургической коррекции. 171
- Е.В. Колесова, И.Д. Ковпак.** Перестройка и регенерация печеночной ткани после хирургического лечения очаговых и диффузных заболеваний печени у детей. 175
- А.В. Зюзько, В.М. Никонов, А.В. Бугаев, А.Г. Черкасов.** Возможности мониторинга в ургентной хирургии гнойных заболеваний почек у детей и новые щадящие методы их лечения. 177
- В.К. Федотов, В.В. Полещук, К.В. Федотов, И.В. Невельский.** Эндоскопическое криохирургическое воздействие как альтернатива открытому оперативному лечению рубцовых стенозов трахеи и бронхов у детей. 178
- Л.В. Суздальцева, В.М. Никонов, С.К. Кудренко, А.В. Кишков.** Маститы у детей. 179
- В.К. Федотов, С.К. Кудренко, Б.Б. Злобин, С.С. Кудренко.** Пути профилактики детского травматизма. 181
- А.В. Проноза, В.Т. Долгих, С.С. Степанов, Л.И. Ктениди, Г.В. Степанова, И.П. Олексеюк, Ф.В. Вяткина, Т.Ю. Садовникова, В.А. Воробьев, Е.А. Мельник, Л.Г. Истрашкина.** Сравнительный анализ препаратов и оптимальные способы анестезии при медицинских абортах. 183
- Ю.В. Редькин, А.С. Лысенко, А.А. Филиппова, А.Ю. Одокиенко, Л.В. Колесник, О.А. Чащина, А.В. Посполит, С.В. Щеглов, Е.В. Горячева, Ю.Ю. Панкова, Т.С. Толкачева.** Планирование семьи: взгляд молодежи. 187
- С.И. Блауман, В.Н. Лукач.** Изменение системной гемодинамики у беременных женщин с сахарным диабетом во время операции кесарева сечения в условиях спинальной анестезии. 190
- С.И. Блауман, В.Т. Долгих.** Влияние дипривана на показатели углеводного обмена, кислотно-основного состояния и уровень стресс-гормонов у беременных женщин с сахарным диабетом. 193
- Н.Д. Широченко, Г.Г. Рыхликова, Н.П. Аксенова, Н.Н. Бондарь.** Влияние гипокинезии и некоторых климатических факторов на эмбриогенез. 196

## ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

- В.П. Рылов, Н.С. Пахалкова.** Резервы повышения конкурентоспособности Омского региона на основе рекламного менеджмента. 199

ном журнале, помещается ниже иллюстраций или таблиц и составляется из 45-50 слов по следующему образцу:

*Экспериментальное определение размеров деталей при вытяжке / Ковалев В.Г., Григорьян В.В. // Омский научный вестник. - 2001. - Вып. 14. - С. 37-39. - Рус.*

*На основании проведенных исследований установлены качественные и количественные зависимости между отдельными параметрами процесса вытяжки: относительным зазором между пуансоном и матрицей, коэффициентом вытяжки, относительной и исходной толщиной заготовки и конечными значениями толщины стенки и диаметра цилиндрической детали по всей ее высоте. Ил. 3. Библ. 4.*

**Текст на английском языке.** После реферата на русском языке приводится английский перевод заглавия статьи, фамилии автора, названия организации и реферата.

*К распечатанному варианту статьи необходимо приложить следующие сведения об авторе: фамилия, имя, отчество; ученая степень, звание, должность, место работы, номер телефона, а также экспертное заключение об открытой публикации материалов; для авторов, не имеющих ученой степени, — рецензию специалиста с ученой степенью.*

#### **Внимание, конкурс!**

Редакция журнала  
«Омский научный вестник»  
объявляет

#### **КОНКУРС**

на лучшую публикацию,

посвященную методологии  
и методике научной работы,  
для раздела

«Школа молодого исследователя».

Материалы на конкурс принимаются до 31 декабря текущего года. Подведение итогов состоится в феврале 2004 г. Победители конкурса будут награждены почетными дипломами и ценными подарками.

**С.С. Марочкина.** Методы учета затрат при формировании тарифов на электроэнергию. 202

**И.В. Федоров.** Внутренняя конкурентная среда России. 204

#### **ПСИХОЛОГИЯ**

**М.Ю. Семенов, Е.Г. Ефремов.** Материальная удовлетворенность. 207

**В.С. Кубарев, Ю.В. Мацнев, М.Ю. Семенов.** Биржевые торги как форма психологической игры. 210

#### **ШКОЛА МОЛОДОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ**

**М.А. Ливзан, А.В. Кононов.** Клиническое исследование: биоэтика и технология. 213

**Л.Э. Шрайбер.** Плагиат — опасная научная болезнь. 215

#### **ИНФОРМАЦИЯ**

Дополнительные образовательные услуги для специалистов полиграфической отрасли 218

#### **Книжная полка**

37,83,91,106,108,116,131,159,163, 176,182,192,195,198,206,212

## **Издательство**

### **Омского государственного технического университета**

**Изготовление  
оригинал-макетов:  
набор, форматирование,  
редактирование  
и корректура,  
сканирование, верстка**

**Печать  
брошюр, книг,  
авторефератов,  
учебных и методических  
пособий,  
монографий**

**Изготовление  
журналов, бланков,  
визиток**

**Наш адрес:  
г. Омск, ул. Долгирева, 79.**

**Тел 23-02-12.**

# ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 338.48:379.85

**Л. А. МЯСНИКОВА  
Е. Л. КРотова**

Гуманитарный университет (институт),  
г. Екатеринбург

## **ПРОБЛЕМЫ СТАНОВЛЕНИЯ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ В СФЕРЕ ТУРИЗМА: РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ**

Статья представляет собой подробный анализ состояния туристического бизнеса в Свердловской области. Анализируются проблемы образования в сфере туризма.

Современные тенденции глобализации экономики и постепенного перехода общественно-экономических систем в постиндустриальную стадию развития ведут к усилению позиций отраслей сферы услуг в структурной динамике мировой экономики.

Туризм на протяжении всей истории своего экономического существования прочно удерживает репутацию самой динамично развивающейся отрасли в составе отраслей обслуживания и занимает все более заметное место в мировой экономике.

Современная туристская индустрия является одной из крупнейших, высокодоходных и наиболее динамично развивающихся отраслей мирового хозяйства. По данным Всемирной туристской организации (ВТО), в сфере туризма занято 192 млн. чел., или 8 % от общих показателей занятости в мире.

В соответствии с данными ВТО и Международного Валютного Фонда (МВФ), с 1998 г. международный ту-

ризм вышел на первое место в мировом экспорте товаров и услуг (532 млрд. долл. США или 7,9 % общего объема экспорта), обогнав автомобильную промышленность (7,8%), производство химических продуктов (7,5%), продуктов питания (6,6 %), компьютеров и офисного оборудования (5,9%) и топлива (5,1%). Средние темпы роста объемов туризма составили в 1950-1999 гг. 7% в год, что намного выше среднегодовых темпов роста мировой экономики в целом. По прогнозам ВТО, в ближайшие десятилетия темпы роста объемов туризма сохранятся. Так, к 2020 г. число международных туристских прибытий должно вырасти в 2,2 раза по отношению к 2000 г., с 698 млн. до 1,5 млрд. поездок. Еще более значительно, в 4,2 раза, должны увеличиться доходы от туризма: с 476 млрд. до 2 трлн. долл. США [1].

Процесс ускоренного развития туризма явился результатом научно-технического прогресса, роста познавательных, оздоровительных потребностей людей

и необходимости в международных деловых контактах. Многие высокоразвитые страны Запада значительную долю своего благосостояния построили на доходах от туризма. Наличие богатого культурного и природного потенциала позволяет странам, даже не относящимся к числу индустриально развитых, завоевать серьезные позиции на мировом туристском рынке.

Сфера услуг туризма является неотъемлемой частью инфраструктуры социально ориентированной рыночной экономики. Переход к данному типу экономического устройства в России вызывает необходимость определения места и значимости туристской отрасли в структурных преобразованиях экономики страны и ее регионов, а также внедрения и развития новых образовательных концепций в сфере туризма.

Определяя место сферы услуг туризма Свердловской области в Российской Федерации, следует указать, что доля числа гостиничных предприятий, специализированных средств размещения (санаторно-оздоровительных организаций) Свердловской области не является значительной: по данным на 1 января 2002 г., составила 2,5 % от общероссийской сети, численность обслуженных в них туристов и рекреантов — 3,2%. Всего в санаторно-оздоровительном, гостиничном и туристско-экскурсионном обслуживании в Свердловской области занято на начало 2002 г. около 11,5 тыс. чел., что составляет 0,5% экономически активного населения Свердловской области. При этом в сфере туристской деятельности по основным оцениваемым статистической показателям — числу субъектов туристской деятельности, обороту туристского продукта и численности обслуженных туристов Свердловская область входит в пятерку лидеров после Москвы, Санкт-Петербурга, Московской области и Краснодарского края.

За десятилетие либеральных рыночных реформ 1991-2001 гг. произошли существенные изменения в сетевых параметрах и объемах обслуживания организаций сферы отдыха и туризма Свердловской области: если в 1991 г. в Свердловской области действовало 277 учреждений отдыха и туризма, из них, в числе туристских учреждений, 4 бюро путешествий и экскурсий, то в 2001 г. — 173 санаторно-оздоровительных организации и около 200 туристских фирм.

В целом емкость рынка организованного отдыха и туризма в Свердловской области в 2001 г., включая гостиничное обслуживание и отдых детей в загородных оздоровительных лагерях, составила 900,4 тыс. чел..

В структуре рынка явно преобладает внутренний туризм — 92,7%, выездной международный туризм почти вдвое по объему туристского потока превосходит въездной туризм (рис. 1).

В организованном отдыхе и туризме, с учетом детского оздоровительного отдыха, в настоящее время участвует чуть более 10% населения Свердловской области (для сравнения, в середине 80-х — 20%, в 1991 г. — 15%).

Урал занимает первое место среди туристских регионов России, куда отправляются жители Свердловской области. Только в пределах самой Свердловской области отдыхает и путешествует около половины из числа туристов, обслуженных местными турфирмами. На втором месте по популярности среди регионов России у туристов из Свердловской области находится Санкт-Петербург и Северо-Запад, на третьем — Черноморское побережье Кавказа.

Среди зарубежных стран, куда наиболее часто выезжают туристы-уральцы, лидером остается Турция, которую посетил каждый третий из числа выехавших в 2000 г. за рубеж туристов, обслуженных турфирмами Свердловской области. В пятерку самых посеща-

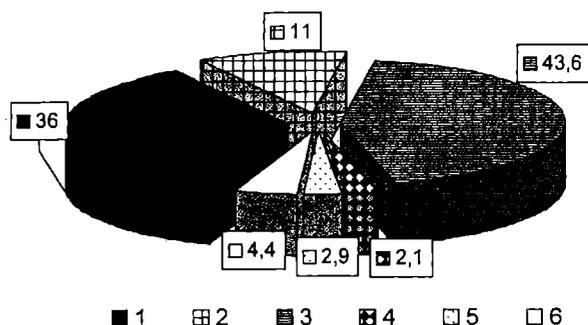


Рис. 1. Структура туристского рынка Свердловской области в 2000 г., в % к общему числу обслуженных.

Условные обозначения:

- 1 — обслуживание в санаторно-оздоровительных организациях;
- 2 — отдых детей в загородных оздоровительных лагерях;
- 3 — прием туристов из других регионов России гостиничными предприятиями и туристскими фирмами;
- 4 — отправка туристов туристскими фирмами в другие регионы России;
- 5 — прием туристов из других стран (въездной международный туризм);
- 6 — отправка граждан России туристскими фирмами в другие страны (выездной международный туризм).

емых уральцами европейских стран входят Испания, Франция, Германия, Болгария, Чехия.

Достаточно тесные туристские связи складываются между Свердловской областью и странами Ближнего Востока, в частности, с Египтом и ОАЭ, из стран Тихоокеанского региона — с Таиландом. Незаразвитыми туристские контакты остаются с регионами Африки и Америки (не более 2 % туристского потока по выездным международным турам). Налицо концентрация туристского потока на наиболее «раскрученных» в России направлениях: Турция, Египет, Испания, Таиланд, ОАЭ, Болгария, Кипр — поглощают четырех из пяти выезжающих из региона за рубеж туристов. Менее весомой в последние три года становится доля шоппинг-туризма в общем потоке выездного туризма. Так, в 2000 г. шоп-туры составляли 12% от общего числа туристов, обслуженных турфирмами, из них 72% — поездки в Турцию, 25% — в Китай, 2% — в ОАЭ.

Въездной туризм по направлениям представлен не столь разнообразно, чем выездной. Европа остается на первом месте по въездному туризму. Чаще всего в 1999-2001 гг. Свердловскую область посещали туристы из Франции, Испании, Германии, Польши, Нидерландов, Финляндии, Великобритании и Израиля. На сегодня исключительно с целью туризма (по туристским визам) в Свердловскую область прибывает не более 2 тыс. человек в год, в то время как общий поток прибывающих из стран дальнего зарубежья, главным образом с деловыми, профессиональными целями, составляет порядка 60 тыс. человек<sup>1</sup>.

Анализ распределения туристов, обслуженных туристскими фирмами по целям совершения поездки показывает, что по всем видам туризма (речь идет о внутреннем, въездном и выездном туризме) среди целей путешествия в большинстве случаев преобладают досуг, рекреация, отдых. На второе по значимости место в региональном туризме выходит религиозный туризм, третье место занимает лечебный туризм, круизный и деловой туризм имеют незначительный

<sup>1</sup> По данным АВИР за 2001 г. — 58,3 тыс. чел.

удельный вес среди туристов, обслуженных туристскими фирмами Свердловской области. Цели отдыхающих, получивших услуги санаторно-оздоровительных организаций, практически поровну распределились между отдыхом и лечением, с деловыми и прочими туристскими целями в этих средствах размещения прием на обслуживание незначителен. В гостиничных предприятиях, напротив, более чем две трети из числа обслуженных останавливаются с деловыми, профессиональными целями.

Самым масштабным из секторов рекреационно-туристской сферы Свердловской области по числу мест, предназначенных для размещения туристов и рекреантов, стоимости основных фондов и объему предоставленного обслуживания (числу ночевок) остается санаторно-оздоровительный комплекс, который имеет значительный ресурсный и кадровый потенциал. Здесь занято 8,5 тысячи работающих, из них 5% — врачи, 18% — средний медицинский персонал. Специфика Свердловской области как старопромышленного региона заключается в том, что около 80% специализированных средств размещения — санатории-профилактории, базы отдыха, детские оздоровительные лагеря — были сосредоточены вокруг промышленных центров и являлись частью социальной сферы градообразующих промышленных предприятий. В процессе приватизации предприятий эти объекты постепенно переходят в частную или корпоративную собственность, либо передаются в ведение муниципальных органов власти, которые не имеют достаточных финансовых и кадровых ресурсов, а также общей экономической заинтересованности для качественной модернизации и использования переданных объектов по прямому назначению в изменяющейся рыночной среде. На фоне ускоренного роста себестоимости и цен на санаторно-оздоровительные услуги, неплатежеспособности основной массы традиционных потребителей услуг местных здравниц, их низкой загрузки, санаторно-оздоровительные организации медленнее других секторов сферы туризма и отдыха проходят этап адаптации к рынку и пока не преодолели порог безубыточности финансово-хозяйственной деятельности.

По уровню рентабельности лидирующее положение на протяжении пяти последних лет занимают гостиничные предприятия Свердловской области, где в настоящее время занято 2,2 тыс. человек.

В 1996-2001 гг. ряду успешно функционирующих гостиниц г. Екатеринбурга — областного центра Свердловской области — была присвоена категория, характеризующая повышенный и высокий уровень обслуживания в соответствии с международной классификацией гостиниц: «Атриум Палас Отель»\*\*\*\*, «ТрансОтель»\*\*\*\*, «Исеть»\*\*\*, «Октябрьская»\*\*\*, «Эрмитаж»\*\*\*. В большинстве действующих гостиниц, построенных в прошлом по типовым проектам, проблемы повышения уровня гостиничного сервиса решаются, в основном, за счет перепланировки общей и жилой площадей, путем сокращения мест и увеличения площади номеров.

Взросшие потребительские требования к качеству обслуживания отразились в ускоренном росте номеров повышенной комфортности. Тем не менее, каждый третий номер в номерном фонде гостиниц остается на сегодня без удобств.

Показателем качества гостиничного обслуживания является соотношение среднесписочной численности работающих и номерного фонда. В 2000 г. численность работающих на 100 номеров по Свердловской области составила 49 человек, по г. Екатеринбург

— 61 человек, тем самым приблизившись к международным стандартам (67-68 человек на 100 номеров). Однако в условиях, когда среднегодовая загрузка гостиничных предприятий региона составляет 41 %, что ниже среднего по России показателя, рост численности персонала гостиниц приводит к росту себестоимости и соответственно цены гостиничных услуг.

Наиболее существенным признаком произошедших за последнее десятилетие в туристской индустрии России рыночных преобразований явилось возникновение нового рыночного института — сети организаций, которые занимаются туристской деятельностью, то есть туроператорской, турагентской, а также иной деятельностью по организации путешествий. Иными словами, туристские фирмы взяли на себя функцию формирования, продвижения и реализации потребителю туристского продукта как целостного пакета услуг.

В сфере туристской деятельности, по сведениям Министерства по физкультуре, спорту и туризму Свердловской области, на 1 июня 2002 г. действовала 181 туристская фирма с числом занятых около 1000 чел.

Волна челночного бизнеса 1992-1993 гг. с последующим в 1996-1997 гг. увеличением предложения зарубежных туров на отдых, которые стали сравнимы по стоимости с поездками по стране, на фоне снижения популярности внутреннего туризма, способствовали образованию малых и средних туристских предприятий, занимающихся организацией в основном выездного международного туризма.

70 % из числа действующих сегодня туристских фирм, несмотря на сезонность данного бизнеса, работают в течение всего года, причем определенную устойчивость бизнесу придает совмещение туристской и других видов деятельности, чаще всего коммерческой, а также, связанной с организацией въезда-выезда за границу с нетуристскими целями. Большинство туристских фирм (9 из 10) относятся к субъектам малого предпринимательства. Средняя численность работников в расчете на одну туристскую фирму составляет на сегодня 5 человек.

Собственная материальная база для предоставления конкретных услуг туристам, прибывающим в Свердловскую область (экскурсионное обслуживание, транспорт, средства размещения), у туристских фирм практически отсутствует. Специфику туристского бизнеса характеризует большой объем договорной работы, на каждую фирму приходится в течение года не менее 10 договоров, по крупным фирмам — около 20.

Поддавляющее большинство туристских фирм (88 %) находятся в частной собственности, организованной в основном в форме общества с ограниченной ответственностью. Но форма собственности в настоящее время не является фактором, определяющим эффективность результатов хозяйственной деятельности и устойчивость положения туристской фирмы на рынке, гораздо важнее стартовые условия создания, накопленный опыт, профессионализм персонала и деловая репутация.

Опрос руководителей туристских фирм, участвовавших в единовременном статистическом обследовании в апреле 2000 г., показал, что туризм в России имеет благоприятные перспективы развития, однако инерция туристского бизнеса, уже приобретенная им за истекший период рыночных преобразований и нацеленная, главным образом, на организацию зарубежных туров, не позволяет турорганизаторам обратить более пристальное внимание и переориентировать деловую стратегию туристской деятельности на развитие

внутреннего туризма, в частности, на формирование и продвижение туристского продукта Уральского региона и Свердловской области.

Приведенный выше экономико-статистический анализ рекреационно-туристской сферы Свердловской области свидетельствует о возрастании ее социально-экономической значимости. Следствием этого является закономерный рост популярности у абитуриентов образовательных учреждений специальностей, связанных со сферой социально-культурного сервиса и туризма.

В Советском Союзе не существовало общегосударственной системы образования для сферы туризма. Подготовка специалистов осуществлялась на уровне среднего специального образования для гостиничной и ресторанной сферы. Специализированное туристское высшее образование давалось лишь в Высшей школе профсоюзного движения им. Шверника при ВЦСПС, кроме этого при «Интуристе», «Спутнике» и ВЦСПС имелись институты и иные учебные заведения для повышения квалификации своих сотрудников.

Процесс становления рыночной образовательной системы России в сфере туризма наиболее интенсивно стал выстраиваться в 1996 – 2000 гг., когда, в связи с принятием в конце 1995 г. Правительством РФ Положения о лицензировании международной туристической деятельности, условием получения лицензии на занятие международной туристской деятельностью становится наличие в штате организации сотрудников либо со специальным образованием в сфере туризма, либо со стажем работы в туризме не менее трех лет [2].

После принятия в 1996 г. Федерального закона «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации» и Федеральной целевой программы «Развитие туризма в Российской Федерации», в которых содействие кадровому обеспечению рассматривается как один из методов государственного регулирования и реализации государственной политики в сфере туризма, количество учебных заведений, где готовятся специалисты для туристской индустрии, стремительно возросло.

В аналитической справке к проекту Концепции развития туризма в России указывается на то, что сектор подготовки кадров не соответствует потребностям туристской отрасли ни в количественном, ни в качественном отношении. Существующие учебные программы не отвечают реальным нуждам секторов туризма ввиду их академичности и неориентированности на практическую работу в туристской индустрии.

В равной степени это касается учебников и учебных пособий, составляемых преподавателями профильных учебных заведений, не имеющими практического опыта работы в индустрии и, в основном, пришедших в сферу образования в туризме из других отраслей. Лишь немногие преподаватели, пришедшие из практической деятельности в туристской индустрии, демонстрируют требуемый уровень необходимых прикладных знаний в сфере туризма [1].

Возникает вопрос: «Следует ли так категорически негативно оценивать формирующуюся сегодня систему туристского образования в России?». Как нам представляется, ответ на этот, до известной степени риторический вопрос, не может быть однозначным.

В настоящее время кадры для сферы туризма готовятся в учреждениях среднего специального, высшего и дополнительного образования. Справочник «Образование в туризме», изданный в 1996 г., содержал све-

дения о 43 вузах, колледжах, лицеях и техникумах. На начало 2000 г. в стране насчитывалось около 200 учебных заведений, большая часть которых – вузы, где ведется подготовка кадров в сфере туризма [1].

Большинство из них расположены в Москве и Санкт-Петербурге, Краснодарском крае, крупнейших городах страны.

В Екатеринбурге, областном центре Свердловской области, подготовку специалистов в сфере туризма, гостиничного и ресторанного бизнеса ведут 10 высших и средних специальных образовательных учреждений.

Поскольку в последнее десятилетие туристский бизнес был ориентирован на выездной международный туризм, формирующаяся рыночная структура туристского образования имела тенденцию к сокращению подготовки кадров, востребованных в технологиях туристского обслуживания «на прием» (внутренний и въездной туризм) с одновременным нарастанием и перепроизводством менеджеров туроператорской и турагентской деятельности. Таким образом, наибольшее распространение к настоящему времени получила экономическая концепция туристского образования.

В 1999 г. Минтрудом России были впервые утверждены Квалификационные требования (профессиональные стандарты) к основным должностям работников туристской индустрии, соответствующие международной практике и практическим потребностям отрасли.

Заявленный государством приоритет в развитии внутреннего и въездного туризма [4] актуализирует смену образовательных концепций с экономической на гуманитарную, деятельностьную, целью которой становится «оживление» технологии туристского обслуживания в видах туризма, направленных на прием туристов из других регионов России и из-за рубежа.

Гуманизация туристского образования требует выдвижения на передний план общечеловеческих ценностей, последовательного усиления внимания к личности человека. Детерминантом общей концепции гуманизации туристского образования является реализация личности в интеллектуальном, культурном и моральном развитии [7].

Туризм, являясь открытой социально-экономически-экологической системой, становится предметом исследования многих дисциплин различных образовательных стандартов.

К примеру, в преподавании культурологии, открывается возможность со ссылками на феномен туризма рассматривать такие темы, как «культурный шок», «культура как музей», «ритуал - символ - миф», «межкультурные коммуникации» и другие [5].

Другой пример: туризм является географическим видом деятельности. Его технология географична по содержанию, поскольку географичен турпродукт. Поэтому, на географических факультетах ряда российских вузов учебный план включает курсы «География туризма», «Рекреационная география» и др. [6].

Принятый в марте 2000 года государственный образовательный стандарт специальности 230500 «Социально-культурный сервис и туризм», призванный готовить кадры для туризма, вызывает неоднозначную реакцию специалистов.

С одной стороны, это достаточно содержательный государственный стандарт, ориентированный на подготовку специалистов по широкому спектру видов сервисной деятельности: объем дисциплин специализации в нем составляет значительную долю - 2052 часа. Третью часть общего объема учебной программы со-

ставляют курсы филологического и гуманитарного направления. Почти столько же охватывают курсы экономического, правового и управленческого профиля. Чуть более десятой части составляет психолого-педагогическая компонента. Три курса, связаны с валеологией, экологией и безопасностью жизнедеятельности, три математико-информационных, два философских, а также некоторые другие курсы составляют около четверти общего количества обязательных дисциплин стандарта.

С другой стороны, остается открытым вопрос о целесообразности объединения туризма и социально-культурного сервиса, поскольку в процессе реализации данного стандарта преподавание курсов по туризму создают опасность оставить в тени другие виды сервисной деятельности.

Отдельно следует остановиться на проблемах подготовки специалистов гостиничного хозяйства. Работать в сфере обслуживания стало престижно, а значит, усилилась конкуренция среди претендентов. В таких условиях предпочтение отдается работнику, обладающему высокой внутренней культурой, чувством ответственности и достаточной компетентностью, чтобы самостоятельно работать на порученном ему участке.

Услуги средств размещения являются базовым производственным звеном в цепи туристского обслуживания. Туристский потенциал региона непосредственно зависит от емкости средств размещения и качества предлагаемых ими услуг. Гостиничное хозяйство для туристического бизнеса является стратегическим партнером, создающим основу туристского продукта. Это обстоятельство обуславливает необходимость качественной подготовки персонала индустрии гостеприимства. При этом подготовка современного специалиста гостиничного бизнеса должна включать не только подробнейшее изучение технологии обслуживания гостей на различных участках гостиничного предприятия, знание финансовых механизмов функционирования гостиниц, но и давать широкое представление об отрасли в целом.

Выход на российский рынок гостиничных услуг ведущих транснациональных гостиничных компаний влечет за собой внедрение высоких стандартов гостиничного обслуживания. Следовательно, разрабатываемые и вступающие в действие квалификационные требования к персоналу средств размещения и подготовка в соответствии с устанавливаемыми профессиональными стандартами специалистов индустрии гостеприимства должны учитывать современные реалии бизнеса и обеспечивать конкурентоспособность выпускников образовательных учреждений России на международном туристском рынке.

К основным методологическим проблемам в процессе становления системы туристского образования, по нашему мнению, относится дилемма теории и практики в содержании образовательного стандарта. Так, представители турбизнеса часто упрекают высшие учебные заведения при подготовке кадров для туризма в излишней академичности образовательных программ.

Разумеется, необходим баланс в структуре содержания образовательного стандарта. Однако только достаточно высокий уровень фундаментальной подготовки позволяет сформировать в процессе обучения студентов способность к стратегическому мышлению, что дает возможность в будущей трудовой деятельности быстро реагировать на все более ускоряющиеся изменения экономических и социальных процессов, адаптироваться к рыночным отношениям. Вместе с тем формирование конкретных умений и на-

выков, таких как свободное владение иностранным языком, компьютерными технологиями сбора, обработки и анализа информации, позволяет активнее включаться в непосредственный производственный процесс туристского обслуживания.

Не теряет своей актуальности и проблема подготовки преподавательского состава с высшим туристским образованием. На сегодня в основном преподаватели имеют высшее экономическое, педагогическое, гуманитарное образование. В отсутствие специалистов по туризму в процессе обучения у студентов возникает недостаток знаний по специальным дисциплинам.

Как вариант решения этой проблемы в настоящее время широко используется вовлечение специалистов туристских фирм, гостиниц, экскурсионных бюро в образовательный процесс. Однако в этом случае возникает новая проблема: приглашаемые специалисты часто не имеют методического обеспечения и педагогических навыков. Поэтому вместо преподавания специальных дисциплин они зачастую делятся со студентами своим личным опытом работы в туризме.

Позитивные моменты такого подхода к образовательному процессу в том, что происходит непосредственная передача студентам информации, связанной с технологией туристского обслуживания, по анализу конкретных ситуаций, имеющих место в практике работы туристских предприятий.

Другим методом получения студентами специальных практических знаний и навыков в сфере туристской деятельности в туристическом образовании является учебная, производственная и преддипломная практика на туристических предприятиях. Учебная и производственная практика позволяет познакомить студентов с работой предприятий, с ее организационной структурой, функциями и должностными обязанностями сотрудников, технологиями обслуживания и системой управления. Основной проблемой данных видов практики является недостаток внимания и информации, предоставляемых студентам. Более детальное знакомство с деятельностью предприятий туристского бизнеса происходит на завершающей стадии обучения — на этапе преддипломной практики. Если такая практика происходит в конструктивном ключе, то она оказывает положительное влияние на обе стороны, участвующие в процессе. Студентам дает возможность непосредственно применить полученные знания на практике, тем самым внести в устойчивый технологический процесс новые идеи, руководству турфирмы — ознакомиться с новыми теоретическими и методическими подходами в сфере управления, необходимыми для разработки нового видения долгосрочной стратегии развития фирмы. Кроме того, во время практики туристскими предприятиями формируется банк данных будущих работников, а студенты получают представление о возможном в перспективе месте работы.

Таким образом, взаимодействие специалистов-практиков, привлекаемых к преподавательской деятельности, туристских фирм и академической школы в процессе подготовки специалистов по специальности «Социально-культурный сервис и туризм» нельзя, на наш взгляд, оценивать однозначно негативно.

Взаимовлияние может быть полезно как для сотрудников туристских предприятий, так и для образовательных учреждений, поскольку последние при подготовке и проведении, к примеру, специальных курсов по повышению квалификации для сотрудников туристских предприятий, аккумулируют достаточно

большой объем информации по правовым, экономическим, финансовым вопросам, что дает возможность практикам туризма в сжатые сроки получить ответы на актуальные для них вопросы и приобрести необходимый багаж теоретических фундаментальных знаний в избранной сфере деятельности, ведь не секрет, что кадры в туристском бизнесе за последние 10 лет формировались из работников, пришедших из других отраслей, прежде всего, отраслей промышленности.

Взаимный интерес практиков сферы туризма и учреждений образования подкрепляется также новыми, более жесткими по сравнению с действовавшим ранее Положением о лицензировании международной туристической деятельности [2], квалификационными требованиями, установленными в новом Положении о лицензировании туроператорской и турагентской деятельности, где условием выдачи лицензии на право заниматься туристской деятельностью является «наличие у туроператора (структурного подразделения, которое осуществляет туроператорскую деятельность) не менее 30 процентов работников (по штатному расписанию), имеющих высшее, среднее специальное или дополнительное образование в области туризма либо стаж работы в туризме не менее 5 лет, а также наличие у руководителя туроператора (руководителя структурного подразделения, осуществляющего туроператорскую деятельность) высшего, среднего специального или дополнительного образования и стажа работы в области туризма не менее 5 лет; наличие у турагента (структурного подразделения, осуществляющего турагентскую деятельность) не менее 20 процентов работников (по штатному расписанию), имеющих высшее, среднее специальное или дополнительное образование в области туризма либо стаж работы в области туризма не менее 3 лет, а также наличие у руководителя турагентства (руководителя структурного подразделения, осуществляющего турагентскую деятельность) высшего, среднего специального или дополнительного образования и стажа работы в области туризма не менее 3 лет» [3].

К одной из особенностей формирования системы туристского образования в регионах России следует отнести решение проблемы обеспечения специалистами, аналитиками и правоведами, для органов управления сферой туризма на региональном и муниципальном уровнях.

При подготовке руководителей региональных туристских администраций, которая должна, на наш взгляд, обязательно включать и комплекс стажировок в развитых туристских регионах России и мира, необходимо акцентировать внимание на приобретении знаний и навыков, необходимых в процессе разработки и реализации региональных целевых комплексных программ развития туризма, таких, как оценка туристско-рекреационного потенциала территории, разработка стратегии развития туристской инфраструктуры, методы разработки и продвижения регионального рекреационно-туристского продукта.

Другой региональной особенностью, характерной в частности, для Екатеринбурга, является достаточно явная конкуренция между образовательными учреждениями, ведущими подготовку специалистов в сфере туризма на фоне их слабой структурированности в отношении видов сервисной деятельности. Переход на следующую стадию развития и снятие определен-

ного конкурентного напряжения неизбежно предполагает четкое позиционирование образовательных учреждений по направлениям специализации в рамках специальности «Социально-культурный сервис и туризм», что позволит, во-первых, лучше сориентировать абитуриентов при выборе образовательного учреждения, во-вторых, более детально учитывать спрос на рынке труда туристских профессий, в-третьих, повысить качество реализации образовательного стандарта.

К сожалению, в рамках журнальной статьи невозможно охватить все проблемы, которые так или иначе ставились участниками Международной конференции, состоявшейся в Москве в марте 2002 г. «Туризм: подготовка кадров, проблемы и перспективы развития» (участие автора в ее работе и анализ материалов конференции послужили стимулом для публикации), поэтому речь здесь идет лишь о наиболее острых и чаще других обсуждаемых проблемах развития системы специального образования в сфере туризма.

### Литература

1. Концепция развития туризма в Российской Федерации. Распоряжение Правительства РФ от 11 июля 2002 г. № 954-р // Собрание законодательства РФ. — 2002. — № 28.
2. Положение «О лицензировании международной туристической деятельности»: Постановление Правительства РФ от 12.12.95 г. № 1222 // Собрание законодательства РФ. — 1995. — № 51.
3. О лицензировании туроператорской и турагентской деятельности: Постановление Правительства РФ от 11 февраля 2002 г. № 95 // Собрание законодательства РФ. — 2002. — № 14.
4. Об основах туристской деятельности в Российской Федерации: Федеральный закон от 24.11.1996 г. № 132-ФЗ // Российская газета. — 1996. — 3 декабря.
5. Захарова Л. Н. Туризм в контексте междисциплинарного подхода // Тезисы докладов IV Международной научно-практической конференции "Туризм: подготовка кадров, проблемы и перспективы развития". — М., 25-26 марта 2002 г. — С. 30.
6. Зырянов А. Н. Возможности подготовки специалистов по туризму на географических факультетах университетов // Тезисы докладов IV Международной научно-практической конференции "Туризм: подготовка кадров, проблемы и перспективы развития". — М., 25-26 марта 2002 г. — С. 34-35.
7. Лукьянова Л. Г. Образовательные концепции в туризме // Тезисы докладов IV Международной научно-практической конференции "Туризм: подготовка кадров, проблемы и перспективы развития". — М., 25-26 марта 2002 г. — С. 45.
8. Туризм и отдых в Свердловской области в 2000 году: Стат. сб. / Госкомстат России. Свердловский областной комитет государственной статистики. — Екатеринбург, 2001.

**МЯСНИКОВА Людмила Анатольевна**, доктор философских наук, проректор по учебной работе, заведующая кафедрой «Социальная культура, сервис, туризм и реклама».

**КРОТОВА Елена Леонидовна**, кандидат экономических наук, доцент, преподаватель той же кафедры.

# ОБЩЕСТВО. ИСТОРИЯ. СОВРЕМЕННОСТЬ

УДК 947 (571.1/.5)

**Г. А. ПОРХУНОВ**Омский государственный  
педагогический университет

## СИБИРСКОЕ ОБЛАСТНИЧЕСТВО XIX-XX ВВ.

**О причинах возникновения сибирского областничества, его истории и месте в общественно-политическом движении страны.**

С ростом капиталистических отношений в Европейской России и распространением их вширь на территории окраин усиливается переселенческое движение в Сибирь, что приводит к росту числа мануфактур, сельскохозяйственного производства, золотодобывающей промышленности, торговли, развитию речного транспорта. Тем не менее развитие сибирской промышленности сдерживалось, поскольку большая часть сибирских доходов уходила за пределы региона. Это давало все основания в экономическом отношении считать Сибирь колониальной территорией.

Декабрист Г.С. Батеньков без всяких оговорок относил Сибирь к колониальному региону, которому были присущи слабая заселенность и варварская эксплуатация природно-сырьевых ресурсов. С самого начала освоения этого края, считал он, складывались признаки колонизации. Один из них - это сибирский рынок сбыта промышленных товаров, дешевых и не очень качественных. Здесь были дешевое сырье и дешевая рабочая сила, покупались они по ценам значительно ниже их стоимости. К важному принципу колонизации относилось и «освоение» территорий малочисленных сибирских народностей, отставших в своем социальном развитии.

Колониальная политика царизма в Сибири вызвала протест у разных слоев населения России. Следует отметить, что революционеры-демократы, такие как А.И. Герцен и Н.П. Огарев, требовали для Сибири областной автономии с собственной Думой и своим Законодательным собранием.

Отправным тезисом в концепции областников стал тезис о Сибири как колонии в полном смысле этого слова. По мнению одного из лидеров областнического движения Г.Н. Потанина, Сибирь-колония была присоединена к метрополии уже после образования Российского государства, и поэтому по отношению к ней проводилась колониальная политика. Другой видный областник Н.М. Ядринцев хотя и обращал внимание на колонизацию, но в заселении Сибири видел заслуслу народов и высоко ценил «колониационные способности» русских, а успешное заселение и освоение Сибири возможно лишь в условиях дружбы, взаимопомощи переселенцев к аборигенов. Он придерживался тезиса — «колонизация есть союз народов, а не разъединение их».

Народная колонизация протекала в борьбе с правительственной, стремившейся насадить в Сибири кабинетскую и казенную собственность на землю. Такая



ние к нуждам Сибири. По инициативе казаха Ч. Валиханова и бурята И. Пирожкова на обсуждение был вынесен «инородческий вопрос». Студенты сибирского землячества противопоставляли интересы Сибири как «колонии» интересам России как «метрополии». Студенты-сибиряки сблизились с революционно-демократическими кругами столицы, печатались в прогрессивных изданиях. Одна из статей Г.Н. Потанина была опубликована в «Колоколе» А.И. Герцена и Н.П. Огарева.

Постепенно оформлялась программа кружка. Она включала в себя требования буржуазно-демократических преобразований в Сибири, ожидаемых вслед за отменой крепостного права в России. Развернувшееся осенью 1861 г. революционное движение студенчества Петербурга, вызванное закрытием университета, захватило и членов сибирского землячества. Активно участвовавшие в студенческих сходках и митингах молодые сибиряки Н. Наумов, В. Березовский, Г. Потанин, Н. Лосев, Д. Кузнецов оказались в числе 300 арестованных и отправленных в Петропавловскую и Шлиссельбургскую крепости, а затем высланных в Сибирь. Но связи с нараставшим демократическим движением в центре остались. Это нашло отражение в программе, которую излагала демократическая молодежь областного движения в прокламации к «Патриотам Сибири», написанной после реформы 1861 г.

Появлению прокламации «сибирских сепаратистов» предшествовало издание и распространение прокламации «Молодая Россия». Автором ее являлся студент Московского университета П.Г. Зайчневский. В мае 1862 г. прокламация оказалась в разных местах России. «Молодая Россия» содержала программу государственного устройства России в виде федеративной «социальной и демократической» русской республики, состоящей из самоуправляющихся земельных общин. Провозглашалась независимость национальных областей России — Польши, Литвы, Финляндии. Вот этот программный документ и предшествовал листовке «Патриотам Сибири».

В Омске прокламация «Патриотам Сибири» стала известна весной 1865 г., благодаря Гавриилу Усову, воспитаннику Омского кадетского корпуса, обнаружившему ее в бумагах брата Федора Усова, казачьего офицера. Г.Н. Потанин об этом рассказывал так: «Младший брат Ф.Н. Усова кадет Гавриил Усов, отыскивая в письменном столе своего брата почтовую бумагу, нашел исписанный листок, это была прокламация. Он прочел ее, заинтересовался и, не сказав ничего брату, унес в корпус, чтобы показать товарищам. Она начала ходить по рукам...». В конце концов, прокламация оказалась у дежурного офицера, который отнес ее в жандармское управление. Вторая прокламация «Патриотам Сибири» властями была обнаружена в Иркутске.

Эта прокламация написана в духе революционных прокламаций 1860-х годов. В ней вскрывалась гнилость самодержавного строя и содержался призыв добиваться независимости Сибири путем вооруженного восстания и создания самостоятельной демократической республики. Демократическая сибирская молодежь полагала, что Сибирь больше, чем Европейская Россия, подготовлена к демократическим преобразованиям. Здесь имеются достаточные силы, прежде всего в лице массовой ссылки, чтобы поднять окраину на революцию и создать самостоятельное сибирское государство. В прокламации «Патриотам Сибири» об этом говорилось так: «Интересы Сибири никогда не соединялись с интересами России, она должна отдел-

иться от России во имя блага своего народа, создавшего свое государство на началах народного самоуправления. Здесь же содержалось требование отмены уголовной ссылки, открытия университета в Сибири, улучшения жизни коренных жителей. Авторы прокламации требовали от сибиряков «служить своему краю» и бороться против общего врага — самодержавия. В этой борьбе сибиряки «братски подают руки российским патриотам». Так революционная идея освобождения всей России от самодержавия постепенно выливается в идею освобождения Сибири путем отделения ее от России.

Достигнуть своей самостоятельности можно, считали сибиряки, «только восставшим и войной за независимость» коренного нерусского населения. Предполагалось, что сибиряки создадут свое выборное правительство «из сибирского русского народа» со своей администрацией, финансами и войсками». Считалось, что революция в Сибири вызовет немедленную революцию в России. В таком случае не потребуется война за независимость Сибири. «Если отделение Сибири последует одновременно с Российской революцией, то дело обойдется вовсе без войны. Но если Россия замедлит свое освобождение, если она помирится на уступках того же подлого правительства, то мы не будем друзьями презренных рабов! Мы смело пойдем добывать одни свободу и силой вырвем нашу независимость от разбойничьего правительства и рабского народа».

В прокламации говорилось, что царизм эксплуатирует богатства Сибири, превратил эту страну в колонию, управляет ею с помощью назначаемых сюда чиновников. Кроме того, Сибирь превращена в место ссылки и представляет из себя огромный российский острог. Ограблению подвергается аборигенное население. Правительство не проявляет заботы о развитии в крае образования, запрещает здесь открывать университет, не промышляет о введении самоуправления. К этому прибавилась и расправа правительства с сибирской молодежью в столице, когда были исключены из университета Г. Потанин и другие сибиряки.

В 1862-1863 гг. из Петербурга в Сибирь возвратились Г. Потанин, Н. Ядринцев, Н. Наумов, Ф. Усов и другие участники сибирского землячества. Они вернулись на родину «зажигать сердца» местной интеллигенции, готовить Сибирь к переменам. Для этого нужны были единомышленники. Г. Потанин, Н. Ядринцев, Ф. Усов устраивают в Омске литературные вечера, читают лекции, стремясь привлечь на свою сторону новых «патриотов». На одном из литературных вечеров в ноябре 1864 г. выступил Н. Ядринцев с лекцией «Общественная жизнь Сибири», имевшая большой резонанс. «Одна половина Омска клеймит меня не на живот, а на смерть, другая бьется за меня на всех перекрестках», — писал сам Н. Ядринцев.

В Омске агитационную работу проводили также молодые казачьи офицеры Федор и Григорий Усовы, А. Нестеров, А. Дайтанов. Единомышленником Потанина и Ядринцева стал иркутский учитель Н. Щукин. В Красноярске эти идеи разделял С. Шашков. Хотя были и другие единомышленники, но их оказалось слишком мало. Н. Ядринцев в письме к Ф. Усову писал о своих сторонниках: «На днях я с Г.Н. Потаниным пересчитывал и ужаснулся их малочисленности... Как их у нас мало, как мало... Где смелые фанатики, преданные родным интересам, готовые на отчаянную борьбу за них. Или они явятся? Но когда? На стороне идеологов «сибирского патриотизма» была в основном молодежь — главный объект «лихорадочной» пропагандистской кампании недавних студентов.

Позже Г. Потанин и Н. Ядринцев переезжают в Томск. Оба они начали публиковаться в «Томских губернских ведомостях» и организовывать лекции для томской публики. В числе ближайших сподвижников Потанина и Ядринцева оказался Е.Я. Колосов, выпускник Омского кадетского корпуса. «Когда я выходил из кадетского корпуса, - вспоминал Потанин, - он был еще в младших классах. Он вышел из корпуса в артиллерию, но офицером я его не видел до встречи в Петербурге. Он выехал из Сибири в 1862 году, чтобы поступить в Академию генерального штаба, с целой компанией других товарищей; увлекся студенческим движением, ходил на студенческие сходки... Вместо карьеры, расцветившей орденскими лентами, шпорами и темляками, рисовалась другая, античная, с лавровыми венками». Под влиянием новых идей Колосов оставил военную службу. Но таких было очень мало.

Областники пытались пробудить общественное сознание путем организации лекционной и печатной пропаганды, направленной на разоблачение социальных зол сибирской жизни: злоупотреблений местной администрации, закабаления и эксплуатации бедных слоев крестьянства, ограбления аборигенов. Главной задачей они считали распространение прокламаций. Но дальше рукописного распространения патриотических изданий дело не пошло. Более того, «сибирский патриотизм» все чаще стал сводиться к пропаганде идеи служения Сибири, просвещению ее населения. Развернулась борьба за открытие в Сибири университета, а также за изучение ее истории, истории ее народов, природы края. По этой причине, вероятно, не удалась попытка областников создать революционные кружки в Омске, Томске, Красноярске, Иркутске, где были их единомышленники. Не удалось осуществить и задуманную идею создания тайного Всесибирского общества «Независимость Сибири». «Просветительская деятельность «сибирских патриотов» была прервана в мае 1865 г., когда все они оказались под арестом. Поводом для ареста послужила прокламация «Патриотам Сибири», обнаруженная у воспитанников Сибирского кадетского корпуса. Федора Усова арестовали в Омске. Во время обыска у него на квартире изъяли бумаги и переписку, что дало возможность выявить его связи. В мае 1865 г. начались аресты в Томске, Тобольске, Иркутске и других городах, где были сторонники областничества. Г. Потанина, Н. Ядринцева, Е. Колосова арестовали в Томске, который считался центром областничества. При обыске у них были обнаружены бумаги «недозволенных суждений»: воззвание «К молодому поколению», статьи А.И. Герцена из «Полярной звезды» и «Колокола».

В течение двух-трех месяцев в Омске, Томске, Иркутске, Красноярске аресту подверглись 59 человек наиболее «опасных» подследственных, десятки были арестованы на местах. Их привезли в столицу Западно-Сибирского генерал-губернаторства, а материалы их допросов - в Омскую особую следственную комиссию, которая предъявила арестованным политические обвинения в стремлении свергнуть существующий строй. Так возникло громкое «дело об отделении Сибири от России» и образовании Сибирской республики. Началось следствие, которое привлекло внимание сибирской общественности. За время работы следственной комиссии, как пишет Г. Потанин, «стала известной до мелочей вся наша деятельность как в Сибири, так и в Петербурге. Она узнала наперечет всех наших друзей, с которыми мы переписывались, из наших писем стало известно, что мы в Петербурге периодически собирались на сибирские студенческие вечеринки, на которых пили пиво за здравие Сибири; что мы подго-

варивали своих товарищей возвращаться в Сибирь, отстаивать ее интересы, изучать сибирские нужды; что иногда разговаривали на тему об отделении Сибири от России в отдаленном будущем». Сам Г. Потанин на следствии держался откровенно, признал себя «главным агитатором» и «сепаратистом».

О деле «сибирских сепаратистов» стало известно и за пределами Сибири. М.А. Бакунин в письме к А.И. Герцену и Н.П. Огареву 8 октября 1865 г. спрашивал: «Что известно вам о Потанине и об открытом сибирском заговоре? Потанина я не только знал, но был, можно сказать, его создателем, или, вернее, открывателем. Я освободил его из-под казачьего ярма и отправил его в Петербург. С пошлой наружностью, это необыкновенно умный, честный и энергичный молодой человек - деятель без усталости, без тщеславия, без фраз. Жаль его, если он погибнет...» А.И. Герцен о допросах в Омске сообщил в «Колоколе».

Следствие тянулось долго. Два года обвиняемые провели в Омской крепости в ожидании приговора. В это время в стране обострилась политическая ситуация. 4 апреля 1866 г. Каракозов стрелял в императора Александра II. Покушение оказалось неудачным. Однако оно насторожило правительственные круги. Начались перестановки министров. Шеф жандармов В. Долгоруков был заменен придворным генералом Н. Шуваловым. Министр народного просвещения А. Головин смещен и этот пост занял обер-прокурор Синода Д. Толстой. Смещен генерал-губернатор Петербурга С. Суворов. На смену ему пришел генерал Трепов.

Вслед за перестановками министров последовал царский рескрипт на имя председателя Комитета министров. Император указывал: «Провидению было угодно раскрыть перед глазами России, каких последствий надлежит ожидать от стремлений и умствования, дерзновенного посягательства на все для нас истинно священное... Мое внимание обращено на воспитание юношества. Мною даны указания на тот конец, чтобы оно было направляемо в духе истин религии, уважения к правам собственности и соблюдения коренных начал общественного порядка и чтобы в учебных заведениях всех ведомств не было допущено ни явное, ни тайное проповедование тех разрушительных понятий, которые одинаково враждебны всем условиям нравственного и материального благосостояния народа...» Особое внимание предписывалось обратить на революционную пропаганду. «Надлежит прекратить повторяющиеся попытки к возбуждению вражды между разными сословиями и в особенности к возбуждению вражды против дворянства и вообще против землевладельцев, в которых враги общественного порядка, естественно, усматривают своих прямых противников».

В такой сложной политической обстановке в стране шло следствие по делу «сибирских патриотов». Однако царские призывы не могли остановить и не остановили ни враждебного отношения к дворянству, ни к «общественному порядку». Общественное движение за глубокие демократические преобразования усиливалось. Революционные народнические организации «подталкивали» это движение на путь насильственных действий. Сибирь не являлась исключением. Первым проявлением решительных действий явилось вооруженное восстание на Кругобайкальской железной дороге в июне 1866 г. В этой связке проявилось движение «сибирских сепаратистов» с идеей автономии или даже отделения Сибири от России. Правда, сами областники, по заявлению Г.Н. Потанина, рассматривали «сепаратизм не как цель, а как средство, чтобы воспитывать местный патриотизм».

На следствии по делу «сибирских сепаратистов» предстало 44 человека. В мае 1868 г. московское отделение Сената вынесло судебный приговор. Г.Н. Потанин, взявший на себя ответственность за все дело о сепаратистах, был приговорен к 15 годам каторги (позднее наказание сокращено до 5 лет). Еще 18 человек приговорили к ссылке с лишением всех прав.

Над Г.Н. Потаниным провели обряд гражданской казни, через который ранее прошел Н.Г. Чернышевский. Сам Г.Н. Потанин позднее, в 1914 г., об этом писал так: «В день обряда меня подняли с тюремной постели в 4 часа и доставили в полицейское управление, которое находилось там же, где оно и теперь, т.е. в Новой Слободке (ныне улица Ядринцева в г. Омске). Недалеко от церкви святого Ильи. Здесь меня посадили на высокую колесницу, повесили мне на грудь доску с надписью. Эшафот был устроен на левом берегу Оми. Между мостом и устьем реки, т.е. при выходе на тогдашнюю базарную площадь. Переезд от полицейского управления до эшафота был короткий, и никакой толпы за колесницей не образовалось. Меня возвели на эшафот, палач примотал мне руки к столбу; дело он это исполнял вяло, руки его дрожали и он был смущен... Затем чиновник прочитал конфирмацию. Так как время было раннее, то вокруг эшафота моря голов не образовалось, публика стояла только в три ряда. Я не заметил ни одного интеллигентного лица, ни одной дамской шляпки. Продержав меня у столба несколько минут, отвязали и на той же колеснице отвезли в полицейское управление. Здесь я нашел своих товарищей, которые были собраны, чтобы выслушать часть конфирмации, относящуюся для них». Соратники Г.Н. Потанина были осуждены на различные сроки ссылки в северные губернии Европейской России — Архангельскую и Вологодскую.

После гражданской казни Г.Н. Потанина отправили к месту отбывания каторги в Свеаборскую крепость. Это был редкий случай, когда из традиционного места каторги и ссылки, каким являлась Сибирь, преступника отправляли в Европейскую Россию. Правительство опасалось оставлять осужденного в Сибири. Это «кажется, единственный случай, когда Сибирь была признана чьим-то Отечеством и из него нужно было выдворять», — заметил Н.М. Ядринцев.

Свое каторжное положение в Свеаборге Г.Н. Потанин описал в письме к Н.М. Ядринцеву: «Первые полтора года работал на площадях. Бил молотком щебень, возил таратайки с камнем, колол дрова, пел «Дубинушку». Наконец начальство в виде улучшения моего положения назначило меня в собакобой, и целое лето я был собачьим Атиллою и ужас насаждал в собачьем сердце. Потом меня повысили... в дроворазделователи, потом в огородники и учителя. Кормили нас овсом, что и прилично было для животных, возивших таратайки. Три года не пил чаю, не ел говядины... И не получал ни от кого писем».

Так содержался «главный областник» до ноября 1871 г. Отбыв три года каторги, Г.Н. Потанин был отправлен в ссылку сначала в Никольск, затем в Тотму Вологодской губернии. Только в 1874 г. ему было разрешено проживание в любом из городов России. С этого времени начинается научная деятельность Потанина — исследователя Монголии, Тибета, Центральной Азии. В дальнейшем Г.Н. Потанин получил широкое признание сибирской общественности как ученый и патриот Сибири. Он «пользовался по всей Сибири громадной популярностью, почти такой же, как Лев Толстой в России», — отзывался о нем писатель-сибиряк Вячеслав Шишков, М.А. Бакунин назвал его «сибирским Ломоносовым».

После ареста и ссылки деятелей областничества само движение не прекратилось. Появляются его новые сторонники. Но это было уже не революционное, а либерально-реформистское движение. Областники теперь пишут исключительно об автономии, о территориальном самоуправлении Сибири в составе России.

В начале XX в. вновь был поднят вопрос о необходимости в Сибири самоуправления. Этому способствовали события 9 января 1905 г. «Кровавое воскресенье» вызвало возмущение против самодержавного правительства по всему Российскому государству. В апреле 1905 г. царь Николай II наконец дает разрешение о разработке для Сибири положения о генерал-губернаторстве земских учреждений. Основываясь на рескрипте царя, в Томске был подготовлен «Проект основных начал положения о земских учреждениях в Сибири», в котором предусматривалось создание земских учреждений на всех уровнях управления: губернском, уездном, волостном. Вопрос о самоуправлении обсуждался также в Иркутске, Красноярске, где выработывались соответствующие законодательные предложения.

В августе 1905 г. в Томске состоялся съезд Сибирского областного союза, который одобрил проект, требовавший создания в пределах России сибирской автономии с областной Думой и своим бюджетом. На съезде областники вступили в блок с буржуазными либералами, эсерами, частью меньшевиков. Такой блок понадобился областникам скорее всего для организационного оформления своего движения. Однако с опубликованием Манифеста 17 октября 1905 г. и оформлением местных организаций кадетской партии блок распался, и идея областной автономии не получила поддержки.

Тем не менее в декабре 1905 г. была предпринята попытка осуществить идею автономии в региональном варианте. Опираясь на успешную борьбу читинских рабочих в период декабрьского вооруженного восстания 1905 г. у части сибирской демократии возникла идея создать «Забайкальскую республику» во главе с президентом. Против этой затеи решительно выступил местный комитет РСДРП. Через газету «Забайкальский рабочий» населению было разъяснено, что читинские рабочие борются не за создание какой-то отдельной самостоятельной областной «республики», а за свержение царского самодержавия и установление демократической республики во всей стране.

В целом идея областного начала получила большое распространение среди сибирской интеллигенции. Ее разделяла большая часть профессуры Томского университета и политехнического института. Областничество, по словам Потанина, было взято «сибирской интеллигенцией под свое покровительство», хотя областничество противопоставляло интересы Сибири интересам России, как единого государства.

Последующие попытки объединить сочувствующих идее автономии Сибири предпринимались на 1-м Областном сибирском съезде в октябре 1917 г. и на Чрезвычайном съезде в декабре 1917 г., но без особых успехов. В октябре 1917 г. на первом съезде сибирских областников был создан Исполнительный комитет, председателем которого стал Г.Н. Потанин. Затем чрезвычайный съезд областников создал Временный областной совет (Сибирское правительство). Г.Н. Потанин был избран его председателем. Вскоре он понял, что такое противостояние центру ведет к гражданской войне и сложил с себя полномочия председателя. Г.Н. Потанин не принял Октябрьскую революцию 1917 г. Но он не принял и крайне правую позицию отделения

Сибири от России. В конце января 1918 г. нелегально заседала Сибирская областная дума, председателем которой стал И.А. Якушев. Было сформировано правительство, его возглавил И.Я. Дербер. Временное сибирское правительство 4 июля 1918 г. приняло в Омске «Декларацию о государственной самостоятельности Сибири». Но областничество не оправдало себя в начавшейся гражданской войне и в ноябре 1918 г. Сибирская областная дума приняла решение о самороспуске.

Областничество явилось частью общего русского общественно-политического движения. Оно выражало оппозицию режиму, выдвигало проблему демократизации местного самоуправления. Своей деятельностью областники внесли большой вклад в становление духовной культуры, в развитие науки и просвещения.

С распадом СССР и образованием СНГ вновь возрождается стремление к автономии Сибири, но приверженцев сибирской автономии не так много. Не в этом сегодня проблема Сибири. Претензии на ее территорию заявляют США. Они стремятся к абсолютному контролю над Евразийским континентом. Существует проект «Американской Сибири», оговаривающий покупку Соединенными Штатами Дальнего Востока и большей части Восточной Сибири от Енисея до Северного Ледовитого океана. Этот проект официально предложил американскому правительству в 1992 году старший политический советник Института мировой политики США Вальтер Рассел Мид. С тех пор покупка «новой Аляски» стала навязчивой идеей политических кругов США и широко обсуждается не только в американских, но и в европейских средствах массовой информации. Этот проект превратился в ближайшую перспективу внешней политики США. Вальтер Мид доказывает американскому обществу необходимость приобретения Сибири. Автор проекта убеждает американских граждан, что Сибирь вовсе не замерзшая бесплодная пустыня, арктическая тундра и вечная мерзлота — это всего лишь первые 200 миль от Северного Ледовитого океана. Центральный же регион Сибири — «лесная зона, известная как тайга», именно там находятся самые большие запасы высококлассной древесины. На Дальнем Востоке и вовсе «местный климат сравним с бостонским».

В.Р. Мид считает, что «...бездарность российской власти, ее неспособность управлять богатейшим краем и эффективно осваивать его — на фоне уничтожения инфраструктуры Сибирского региона и тотального воровства на всех уровнях экономической жизни — породили чувство безнадежности у интеллигенции и населения восточных регионов России». Чтобы «...спасти гибнущий регион, опускающийся в пучину исторического небытия на фоне крайне опасных националистических настроений среди плохо образованной и радикально настроенной молодежи», В.Р. Мид предлагает просто купить у коррумпированного руководства РФ Сибирь, подобно тому, как у Александра II была за гроши куплена якобы ненужная Россия Аляска.

США определили уже и стоимость Сибири - 3 триллиона долларов, из расчета 1000 долларов за акр (0,4 га) земли. Однако деньги при немедленной передаче территории должны быть выплачены с рассрочкой в 20 лет. Но и тут оговорено, что из ежегодно выплачиваемой суммы половина должна пойти на приобретение Россией товаров, произведенных в США.

Приобретение Сибири превратили бы США в евразийскую державу, обладающую крупнейшей сырьевой базой на этом континенте. Все это настораживает. Сибирякам надо думать не об автономии с сепаратистским уклоном, а об укреплении границ региона в системе российской государственности.

#### Литература

1. Иргышский вертоград. М., 1998.
2. Потанин Г.Н. Письма. Иркутск, 1977.
3. Миненко Н.А., Федоров С.В. В панораме веков. Омск, 1999.
4. Портнов А.М. Вытрясают недра//Советская Россия. 2002, № 79.
5. Будет ли Америка прирастать Сибирью? // Завтра. 2001, № 27.

---

**ПОРХУНОВ** Георгий Арсеньевич, доктор исторических наук, профессор, заведующий кафедрой политической истории.

## АДМИНИСТРАТИВНАЯ ССЫЛКА В РОССИЙСКОЙ ИМПЕРИИ КОНЦА XIX - НАЧАЛА XX вв.

Настоящее исследование определяет своей задачей составление целостного представления о развитии чрезвычайно-указного законодательства, ставшего основой внесудебной расправы царизма над участниками революционно-освободительного движения в 80-х гг. XIX — начала XX в.

«Государство может, государство обязано, когда оно находится в опасности, принять самые строгие, самые исключительные законы, чтобы оградить себя от распада. Это было, это есть, это будет всегда и неизменно. Этот принцип в природе человека, он в природе самого государства. Когда дом горит, господа, вы вливаетесь в чужие квартиры, ломаете двери, ломаете окна. Когда человек болен, его организм лечат, отравляя его ядами; когда на вас нападает убийца, вы его убиваете. Этот порядок признается всеми государствами. Нет законодательства, которое не давало бы права правительству приостанавливать течение закона, когда государственный организм потрясен до корней, которое не давало бы ему полномочия приостанавливать все нормы права. Это, господа, состояние необходимой обороны» [1]. Таков первый аргумент, какой приводит Столыпин в защиту полицейской политики. В самом деле, в этих словах П. А. Столыпина выразилось исчерпывающее обоснование и оправдание той политики государства, которая проводилась в то время, ими была обозначена позиция высших государственных чиновников. Государство в состоянии необходимой обороны принимало меры для своей защиты, которые, как показывает вышеизложенное, не вполне соответствуют общепринятым нормам, в т.ч. и правовым, что лица, осуществляющие политику государства, ясно это осознавали. К таким мерам защиты относилась и ссылка в административном порядке.

Согласно Отделению 5 «Об особых правах и обязанностях административных органов гражданского ведомства по охранению государственного порядка и общественного спокойствия в местностях, состоящих на военном положении», «Правилам о местностях, объявляемых состоящими на военном положении», приложениям к Своду губернских учреждений генерал-губернаторы имели право ссылать «неблагонадежных» на время действия военного положения в подведомственных территориях.

Статья 19 Правил говорит, что генерал-губернаторы или облеченные их властью лица имеют право, согласно пункту 16 данной статьи, воспрепятствовать отдельным лицам пребывание в местностях, объявленных на военном положении; пункту 17 - высылать отдельных лиц во внутренние губернии Империи, с извещением о том министра внутренних дел, для учреждения за ними полицейского надзора на время не свыше продолжения военного положения [2].

14 августа 1881 г. Комитетом министров было утверждено «Положение о мерах к охранению государ-

ственного порядка и общественного спокойствия», в соответствии с которым полицейско-административные власти местностей, объявленных на положении усиленной или чрезвычайной охраны, получали право применять высылку нежелательных им лиц и передавать судебные дела на рассмотрение не гражданского, а военного суда.

Согласно Положению, генерал-губернаторам во всех местностях России, а там где они отсутствовали, губернаторам и градоначальникам, предоставлялось право «высылки отдельных личностей в определенную местность без права выезда оттуда, но не иначе как по предварительному сношению с министром внутренних дел» [3]. В местностях, объявленных в состоянии усиленной или чрезвычайной охраны, жандармерия получила право на арест всех лиц, внушавших «основательное подозрение» в «прикосновенности» к государственному преступлению и принадлежности к противозаконному обществу.

Положение ставило все население России в зависимость от личного усмотрения чинов жандармерии, так как вместо объективных признаков виновности достаточной причиной для государственного преследования признавалось субъективное подозрение.

Принятие Положения потребовало нарушения законодательства, действовавшего в Российской империи. «... положение это было издано через комитет министров, хотя, согласно действовавшим и в 1881 г., основным законам, оно должно было быть издано через Государственный совет. ... необходимо было нарушение законов для того, чтобы без излишних трений ввести его в действие» [4]. Продлевали действие Положения также с нарушением законодательства. «Каждый раз по истечении того срока, на который Положение было издано, оно вновь возобновляло свое существование, на самый короткий срок и в порядке, противоречащем законам Российской империи, предоставлявшем достаточно широкий простор для того, чтобы в самом законном порядке оказывать крайние меры воздействия на все проявления свободной жизни» [5].

С точки зрения теории права, продление действия закона, потерявшего силу за истечением срока, на который он был издан, равносильно изданию нового закона, но с содержанием старого закона, что понятно безразлично с позиций того акта, который вновь придает ему силу закона, какую он уже потерял [6].

Если ссылка на поселение была официально принятым в законодательном порядке наказанием (статья 1 Устава о ссыльных) [7], то административная ссылка

нигде не определялась в законодательстве как мера наказания. Административная ссылка являлась мерой превентивного характера. Она была мерой предупреждения и пресечения для тех предполагаемых преступлений, которые не были совершены определенными лицами, но которые могут быть совершены в недалеком будущем [8].

«Положение об охране» оговаривало процедуру привлечения к ответственности и высылки неблагонадежных, с государственной точки зрения, лиц, принятое как временная мера на три года, оно неоднократно продлевалось и превратилось постепенно в нормальный режим управления государством [9].

Решение об административной ссылке принимало Особое совещание, состоящее из пяти человек — представителей министерства внутренних дел и министерства юстиции. Решение Совещания утверждал министр внутренних дел. Срок ссылки был от одного года до пяти лет (статья 36 Положения об охране) [10]. Но примечание к ст. 33 указывало, что лица предназначенные к административной ссылке, могли находиться под арестом «впредь до разрешения вопроса о высылке их». Это позволяло содержать указанных лиц в заключении довольно продолжительное время.

При обсуждении представлений к административной ссылке Особое совещание имело право затребовать необходимые дополнения и разъяснения и даже приглашать для личных бесед определенных к ссылке лиц, но у членов совещания не хватало времени вникать в точные детали каждого конкретного дела, так как в распоряжение совещания таких дел поступало большое количество. Только за первый год работы совещания ему предстояло разобрать более 1,5 тысячи политических дел, поэтому ознакомление с ними в основном носило формальный характер; материалы, поступавшие с мест, в совещании, как правило, не проверялись.

К Положению об охране непосредственно примыкало принятое 12 марта 1882 г. «Положение о полицейском надзоре, учреждаемом по распоряжению административных властей». Документ этот состоял из 40 статей. Статья 1 Положения отмечала, что полицейский надзор, есть мера предупреждения преступлений против существующего государственного порядка. «...Положение о полицейском надзоре распространялось на всех лиц, которые по тем или иным причинам находились в поле зрения полиции...» [11].

Характеризуя закон 12 марта 1882 г., Д. Кеннан писал: «Что сразу поражает читателя этого «Положения», это тот факт, что согласно ему ссылка и полицейский надзор представляют собою не наказание за совершение преступления, а меры предупреждения возможных, замышляющихся политических преступлений... Утверждение, что ссылка административным порядком — не наказание, а мера предупреждения — возмутительная игра слов. Если ссылка человека в Якутскую губернию не «наказание», то слово «наказание» должно в русской юриспруденции иметь своеобразно узкое значение» [12].

Для административно-ссылных «Положение о полицейском надзоре, учреждаемом по распоряжению административных властей» (прим. II к ст. II Уст. о предуп. и пресеч. преступл., т. XIV, изд. 1890 г.), было «хартией вольностей» — в специфически — русском значении этого слова. Дух этого «положения» совершенно определенно проявляется в первой же статье, гласящей, как уже отмечалось, что «полицейский надзор, как мера предупреждения преступлений против существующего государственного порядка, учреждается над лицами, вредными для общественного спокойствия».

Указанные слова, а также слова статьи 2, что «полицейский надзор над лицами, водворенными на жительство в определенную местность... учреждается в силу самого водворения и на срок, для него определенный» и выражают всю суть этого положения. С позиции полиции необходимо последовательно подвергнуть лиц «вредных для общественного спокойствия» самому пристальному наблюдению даже в личной их жизни, а общественную деятельность или вовсе запретить, или ограничить ее до минимальных пределов, обставив при этом всевозможными условиями. Надзор ставил своей целью не допустить поднадзорного самовольно уйти из назначенного ему места жительства или хотя бы временно отлучиться из него.

Действительно, не менее двух третей из 40 статей «Положения» касаются, так или иначе, двух указанных выше задач. Отобрание вида на жительство, запрещение отлучек и точное определение условий, при соблюдении которых такие отлучки могут быть разрешены, указание на право полиции в любое время дня и ночи лично убедиться в образе жизни поднадзорного, предоставление права производить обыски и выемки по своему усмотрению, перечень ограничений, которым подвергается поднадзорный в своем праве заниматься той или иной работой, определение случаев, в которых местная полиция имеет право на проверку всей корреспонденции поднадзорного, наконец, особый административно-уголовный кодекс, на основании которого подвергается взысканию поднадзорный, нарушивший одну из статей «положения» — таково основное содержание этого полицейско-бюрократического произведения, существовавшего не один десяток лет, как «временная мера» [13].

«Положение о полицейском надзоре» 1882 года распространялось и на ссылнопоселенцев, которые в соответствии с действовавшим законодательством находились под гласным надзором полиции.

В течение 80-90-х гг. 19 в. законодательство об административной ссылке дополнялось рядом новых правовых актов, изменялись некоторые статьи Положения от 14 августа 1881 г. «21 июня 1883 г. в Комитете министров рассматривалось представление министра внутренних дел Д. А. Толстого по поводу неправильной, с его точки зрения, трактовки Сенатом статьи 32 Положения 14 августа 1881 г. По мнению Сената, эта статья предоставляла право административной высылки только лиц политически неблагонадежных, а не просто «вредных», по отношению к которым необходимо было руководствоваться общим законодательством. По мнению Толстого, к категории «лиц, вредных для государственного порядка и общественного спокойствия, в равной мере как лица, принадлежащие к противозаконным сообществам, должны быть причисляемы также и зачинщики студенческих сходок, беспорядков и стачек фабричных рабочих. Толстой в своем представлении прямо указывал, что расправа с подобного рода категориями «нарушителей общественного спокойствия» в судебном порядке крайне затруднительна. Комитет министров согласился с представлением министра внутренних дел» [14].

В отличие от ссылнопоселенцев административно-ссылные не теряли своих прав, но находились под постоянным контролем органов полиции [15]. «Положение о полицейском надзоре», как одно из приложений к «Своду уставов о предупреждении и пресечении преступлений», определяло объем прав и обязанностей административно-ссылных. Государство не гарантировало таким лицам никаких прав. Обязательными для них законами были предписания местных и центральных властей [16].

Статья 21 Положения разрешала производство обысков «во всякое время» и «во всех без исключения помещениях», причем каких-либо оснований для обысков в документе указано не было. Объявление местности в состоянии усиленной или чрезвычайной охраны приостанавливало действие прокурорского надзора.

Административно-ссылные в местах своего постоянного проживания или временного пребывания в соответствии с «Положением о полицейском надзоре» должны были появляться в участке по первому требованию полиции (статьи 2, 7). Вся корреспонденция подвергалась проверке. Полицейские в любое время могли посещать квартиры лиц, находящихся под надзором (статья 18). Общественно-политическая деятельность административно-ссылных находилась под полным запретом [17].

Передвижение административно-ссылного по уезду разрешалось на уровне полицейского управления, по губернии — губернатором и только по уважительным причинам [18].

Административно-ссылных пытались как можно более сильнее исключить из интеллектуальной жизни общества. Чтобы попасть в учебное заведение, требовалось согласие начальника такого заведения и особое разрешение министра внутренних дел.

Размер денежного пособия, положенного от казны сосланным в административном порядке, варьировался от 2 руб. 40 коп. до 10 руб. 16. коп. в месяц. Сюда входили кормовые, суточные, деньги на приобретение одежды и обуви. Но всех потребностей эти суммы не покрывали [19].

За каждым из административно-ссылных закреплялся специальный полицейский надзиратель. Он отслеживал образ жизни и передвижение ссылного и должен был при необходимости предотвращать побег [20]. Приезжая в другой губернский район, ссылный проходил регистрацию в местной полиции.

21 февраля 1913 г. «Высочайшим Манифестом по случаю трехсотлетия царствования дома Романовых» ссылопоселенцам и административно-ссылным были дарованы некоторые льготы. Тем, кто находился в ссылке не менее 9 лет, разрешали избирать место жительства, но за исключением столиц и столичных губерний, с отдачей на 5 лет под надзор полиции. Все права, кроме особенных и имущественных, у данных лиц восстанавливались. Ссылные по статье 34 «Положения о мерах к охранению государственного порядка и общественного спокойствия» и сосланные жить в определенной местности на срок не более года, освобождались от этого наказания. Если срок административной ссылки был больше, то он сокращался до года [21].

Активное применение административных мер потребовало вмешательства высших органов государства для предотвращения возникавших при этом издержек. «Привычка руководствоваться в своих действиях не столько законом, сколько волей и видами начальства, или даже своими личными усмотрениями, до такой степени укоренилась среди нашей администрации, что она стала применять полномочия, предоставленные положением об охране там, где это положение не действовало. В некоторых же случаях наша администрация пыталась присвоить себе такие полномочия, которые никакой охраной предоставлены ей не были» [22].

В 1883 г. Сенат, с целью положить предел чересчур «либеральному» толкованию администрацией своих полномочий, издал указ Министерству внутренних дел о том, что административная ссылка могла применяться исключительно к лицам, подозреваемым в совершении государственных преступлений или в

причастности к ним, или же в принадлежности к революционным организациям. Указ не оказал на административную практику никакого влияния. Административная высылка продолжала применяться ко всем не угодным для администрации лицам [23].

«Нельзя признать удачной ссылку г. Столыпина на то, что государство в состоянии самообороны всегда прибегает к чрезвычайным мерам. Необходимо отметить одну крупную разницу в применении чрезвычайных мер у нас и в культурных государствах. И за границей некоторые государственные деятели отдавали дань увлечению полицейскими мерами; но это увлечение не превращалось в особого рода манию. За границей хорошо понимают, что борьба с разного рода социальными и политическими движениями путем одной только полицейской политики не только не ослабляет, но даже усиливает их, придавая им в то же время более острый и революционный характер» [24].

Все законодательство Российской империи было проникнуто стремлением охранить незыблемость существующего полицейского строя. Между тем убеждение в его полной несостоятельности проникло во все слои населения. Все помыслы и стремления русского народа были направлены к тому, чтобы водворить в России такой политический строй, при котором были бы прочно обеспечены как политическая и гражданская свобода, так и культурные интересы народа. Вот почему всякая попытка искоренить эти стремления или удовлетворить их одними только обещаниями не ослабила освободительного движения, а придавала ему более революционный характер [25].

«Предоставление генерал-губернаторам и губернаторам законодательных и судебных функций, произвольное и безнаказанное применение последних — все это привело к тому, что названные органы администрации превратились в глазах бесправного населения во всевластных сатрапов. Сказанное можно применить с небольшими оговорками по отношению ко всем органам администрации и полиции, что хорошо выяснено в разоблачениях князя Урусова и Лопухина. Этот последний в своем известном письме утверждает, что благодаря продолжительному применению Положения об охране «вся власть» фактически перенесена сверху вниз... Самая опасная сторона означенного исключительного закона состоит в том, что благодаря ему каждый чиновник полиции, каждый жандармский офицер со своими секретными агентами обращается в вершителя судьбы каждого обывателя, а в сумме всей России» [26].

«Великая хартия» не только не искоренила «крамолы», но, наоборот, усилила ее. Заменяя в значительной степени законы и судебные приговоры личным усмотрением административных и полицейских органов, обосновав всю систему управления на грубом произволе, великая хартия тем самым усилила отрицательные стороны господствующего полицейского строя в необычайной степени и сделала его ненавистным не только одним сторонникам крайних партий, но всему населению. Вот почему эта хартия «ничего, кроме вреда, государству не принесла» [27].

Подводя итог, можно сказать, что применение административной ссылки свидетельствовало о произволе царских властей. Ссылку должны были назначать органы правосудия, однако самодержавие отдало ее на откуп административной власти. С помощью безотказного механизма этой власти посредством административной ссылки было намного проще и удобнее расправляться с неблагонадежными лицами, предотвращать крамолу, не считаясь с такими основаниями юридической ответственности, как вина лица

и ее доказывание. Задаваясь целью охранить существующий полицейский строй от «крамолы», «великая хартия» полицейских вольностей этой цели не достигла. Взгляды правительственных сфер в этом отношении совершенно сходятся с мнениями, высказывавшимися в научной и публицистической литературе того времени.

#### Литература

1. Столыпин П. А. Нам нужна великая Россия: Полное собрание речей в Государственной Думе и Государственном Совете 1906-1911. — М: Мол. гв., — С. 74.
2. «Правила о местностях, объявляемых состоящими на военном положении». Приложение к Своду губернских учреждений // Полный свод законов Российской империи. Под ред. А. А. Добровольского. — СПб. Издание юридического книжного магазина И. И. Зубкова, 1911. — Т. 2. — С. 705.
3. Марголис А. Д. Законодательство об административной политической ссылке в России конца XIX века // Государственно-правовые институты самодержавия в Сибири. — Иркутск, 1982. — С. 54.
4. Набоков В. Современное положение нашего уголовного законодательства // Право 1907. — № 34. — Стб. 2238.
5. Там же, Стб. 2239.
6. Там же, Стб. 2241.
7. Устав о ссыльных. Изд. 1909 г. // Полный свод законов Российской империи. Под ред. А. А. Добровольского. — СПб. Издание юридического книжного магазина И. И. Зубкова, 1911. — Т. 14 — С. 3507. (Далее: ПСЗРИ ... Т. С.)
8. Подосенов О. П. Административная политическая ссылка в России в 70-80-х гг. XIX в. Обзор законодательства о ссылке // Вопросы теории права, социалистической государственности и социального управления. — Томск, 1984. — С. 13.
9. Марголис А. Д. Законодательство об административной политической ссылке ... — С. 54.

10. Положение о мерах к охранению государственного порядка и общественного спокойствия // ПСЗРИ. — Т. 14 — С. 3405.

11. Подосенов О. П. Административная политическая ссылка ... — С. 18.
12. Марголис А. Д. Законодательство об административной политической ссылке ... — С. 55.
13. Б. М. Правовое положение административной ссылки // Право 1911., № 16, Стб. 970.
14. Марголис А. Д. Законодательство об административной политической ссылке ... — С. 55.
15. Хазиахметов Э. Ш. Положение политических ссыльных Сибири между революциями 1905 и февраля 1917 г. // Ссыльные революционеры в Сибири XIX в. — февраль 1917 г.) — Иркутск, 1974. — Вып. 2. — С. 177.
16. Подосенов О. П. Административная политическая ссылка ... — С. 14.
17. Положение о полицейском надзоре, учреждаемом по распоряжению административных властей. Изд. 1882 г. // ПСЗРИ. Т. 14 — С. 3409, 3410.
18. Подосенов О. П. Административная политическая ссылка ... — С. 19.
19. Щербаков Н. Н. Режим ссылки ... - С. 53.
20. Хазиахметов Э. Ш. Положение политических ссыльных Сибири ... — С. 177.
21. Манифест от 21 февраля 1913 года // Омский телеграф. — 1913. — № 43. Приложение.
22. Горбунов А. Политика исключительных мероприятий // Право 1907. — Стб. 2754.
23. Там же, Стб. 2751.
24. Там же, Стб. 2943.
25. Там же, Стб. 2948.
26. Там же, Стб. 2756.
27. Там же, Стб. 2757.

**ЗЕМЛЯКОВ Александр Владимирович**, аспирант кафедры отечественной истории.

УДК 947.086/088

**А. В. РЫЧКОВ**

Омский государственный  
технический университет

## ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛЫСЕНКОВЩИНЫ: ИСТОРИКО-НАУЧНЫЕ АСПЕКТЫ

Для выхода из современного кризисного положения, в котором оказалась страна, необходимо определить то основное звено, при помощи которого станет возможно переломить неблагоприятную ситуацию. По нашему мнению, таким звеном является наука.

Без обеспечения научной доминанты Россия не сможет занять достойного места в современном мире. «Мы можем уступать нашим соседям временно в общем уровне нашего благосостояния, нашего обихода жизни; единственно, в чем мы не можем им уступить — это в вооружении нашего интеллекта», — данная мысль

академика Н. И. Вавилова, относящаяся к середине 20-х годов прошлого столетия, сегодня звучит не менее современно [1].

Успешная научная политика государства возможна лишь при условии изучения, осмысления и учета предшествующего опыта научного строительства,

причем как положительного, так и отрицательного. В этом плане представляется целесообразным обращение к истории такого одиозного явления, как лысенковщина. В научной литературе уже определены как основные черты лысенковщины — идеологизация и примитивизация науки, авантюризм и автаркизм и пр., — так и ее негативные социально-экономические последствия [2].

В меньшей степени исследована проблема причин возникновения лысенковщины. Сразу оговоримся, что концепция «героев и злодеев отечественной науки» [3], популярная в последние годы, с научной точки зрения представляется совершенно непродуктивной. Доминирующие в историографии начала 90-х годов XX века взгляды на причины появления рассматриваемого феномена, суть которых сводится к тому, что «история лысенковщины — глава не истории науки как таковой, а глава истории партии» [4], являются правильными и оправданными, подчеркивающими значительную роль политического фактора в истории советской науки. Вместе с тем данные подходы, очевидно, несколько ограничены, поскольку не учитывают логики собственно научного развития, а акцентирование внимания исключительно на политических сюжетах, на наш взгляд, несет на себе печать острого политического противоборства в нашем обществе, участниками и свидетелями которого являлись исследователи поставленной проблемы.

Ныне, когда «года минули, страсти улеглись», пришло время более полного и обстоятельного анализа. Поэтому целью данной статьи будет рассмотрение истории возникновения лысенковщины как «главы истории науки».

Традиционно в российском общественном сознании модернизация страны связывалась, как правило, с деятельностью тех или иных исторических личностей, по образному выражению В.В. Шульгина, своего рода «социальных Эдисонов» [5]. Во взглядах же лидеров советского государства катализатором процессов исторического развития должна была стать именно наука. «Он фанатически любил науку и верил в нее как могущественный жизненный фактор», — писал академик С.Ф. Ольденбург о В.И. Ленине [6]. Социалистическое общество рассматривалось Лениным как результат реализации новейших научных идей в практическом плане. Научное творчество оценивалось советским руководством как родственное творчеству социальному, революционному процессу. А.В. Луначарский писал по этому поводу: «Немыслимо представить себе истинную науку, отделенную от революции и революцию от науки, ибо очень много существует общих признаков в научном и революционном искании. Свобода исканий, свобода методов, свобода творчества, смелый и решительный анализ и эксперимент — как моменты, присущие всякой творческой науке. Те же моменты присущи революции» [7]. Неограниченными представлялись и возможности науки в новой общественной системе. По словам Н.И. Бухарина, «в области научного творчества... мы стали уже на пороге задач грандиозного масштаба... Наша наука начинает все больше приводить в движение маховое колесо нашей практики» [8].

Подобные настроения были характерны для советских ученых вообще, и для ученых-аграрников в частности. Убеждение, что при помощи аграрной науки в условиях советского государства можно будет в течение короткого периода изменить облик сельского хозяйства, было господствующим в 20-30-е годы прошлого века. В это время учеными обсуждаются самые фантастические идеи. К примеру, в проекте структу-

ры институтов создаваемой ВАСХНИЛ значилась лаборатория по изучению вопросов искусственного вызывания и прекращения дождя; летом 1930 года совместное заседание сотрудников наркомата земледелия СССР и представителей сельскохозяйственной науки обсуждает вопрос о расширении посевных площадей в стране на 50 млн. гектаров в течение трех лет; в 1932 году на Ученом совете СибНИИСХоза (г. Омск) ставится проблема не борьбы с засухой, а ликвидации засухи как таковой. Величайшим оптимистом был и академик Н.И. Вавилов, призывавший в растениеводстве продолжать начатую социальную революцию [9]. В подобной ситуации самые авантюристические проекты Т. Д. Лысенко легли на подготовленную почву и были восприняты как реально выполнимые.

Грандиозным научным задачам соответствовали и темпы научного строительства, прежде всего в области расширения научно-опытной сети. Если в 1915 году в России функционировали 64 опытные сельскохозяйственные станции, то в 1929 году в СССР в области сельского хозяйства работали 33 научно-исследовательских института, 5 их филиалов, 283 опытные сельскохозяйственные станции, в 1932 году уже 82 НИИ, 158 филиалов НИИ, 327 опытных станций [10]. Однако общеизвестно, что удельный вес науки в стране определяется не только числом научных институтов, отпускаемыми им средствами, но и высотой научного полета, широтой кругозора ее деятелей. В то время как создаваемые в массовом порядке научно-опытные учреждения комплектовались научными кадрами, не имеющими достаточной не только научной, но и общеобразовательной подготовки. Привлечение к научной деятельности людей, имеющих значительные пробелы в образовании, имело довольно массовый характер. Н.И. Вавилов в докладе, посвященном 6-летию ВАСХНИЛ, указал на «недостаточный уровень нередко даже руководящего персонала в научных учреждениях» [11]. Ситуация осложнялась практикой так называемого выдвиженчества, ударничества — своеобразной формой соревнования студентов за сокращение сроков обучения в вузе — и тому подобными явлениями.

Столь негативные изменения в кадровом потенциале сельскохозяйственной науки не могли не привести к ее примитивизации, торжеству упрощенных концепций и схем, антиинтеллектуализму. Следует указать, что Н.И. Вавилов к середине 30-х годов осознал всю сложность и неоднозначность ситуации, сложившейся в сельскохозяйственной науке: «Основная нужда сейчас ни в расширении масштабов работ, ни в дополнительном техническом персонале и даже ни в образовании, которое далеко от идеала, а в теоретической подкованности. Гипертрофия масштабов требует ограничения» [12].

В личности академика Т.Д. Лысенко, ставшего в 1938 году президентом ВАСХНИЛ и в течение почти 30 лет определявшего развитие аграрных исследований, как в капле воды отразились проблемы советской науки того периода. «Наличие природных способностей не возмещает отсутствия строгой школы (нет ни школы научного мышления, ни школы строгого эксперимента) — это совершенно не дисциплинированный ум... Вся работа Лысенко похожа больше на работу любителя, кустаря - изобретателя, чем на систематическую работу ученого», — писал академик Д.Н. Прянишников [13]. Профессор А.А. Любищев, отмечая талантливость, целеустремленность и работоспособность Лысенко, вместе с тем подчеркивал «отсутствие общей культуры, примитивность мышления, незнание с подлинно научной методикой работы» [14]. Анало-

гична оценка Т.Д. Лысенко и у академика А.А. Никонова: «Лысенко — не лишен даровитости и трудолюбив, напорист и энергичен, но малокультурен, малообразован, груб, нетерпим к оппонентам, хитер и конъюнктурен, крайне честолюбив, неряшлив и некорректен в исследованиях, деспотичен, утилитарист до крайности» [15].

Примитивизация сельскохозяйственной науки проявилась в игнорировании значения теоретических биологических дисциплин, в особенности генетики, в ориентации науки на обобщение практического опыта сельского хозяйства. Реализуются популистские идеи о превращении аграрной науки в «близкую и понятную крестьянам», а каждого сельского труженика в опытного-исследователя. «Лысенко не только внедрял свои идеи в массы, но и разрабатывал их при самом широком участии колхозных опытников», — писал И.И. Презент, идеолог лысенковщины [16]. Другой апологет Т.Д. Лысенко, академик Б.А. Келлер, подчеркивал, что советская аграрная наука, «народный советский дарвинизм» «выливается в целое народное научное движение, чрезвычайно большой теоретической силы и производственной мощности» [17].

Вместе с тем в возникновении лысенковщины сыграли известную роль трудности гносеологического порядка, отражающие сложный и противоречивый процесс соединения генетики с селекцией, причем эти трудности характерны для мировой науки в целом. По словам Н.И. Вавилова, «селекционная работа как в нашей стране, так и за рубежом в прошлом характеризовалась и характеризуется теперь отрывом от генетики» [18]. Идеи Лысенко были близки научным сотрудникам, работавшим с отдельными культурами и не занимавшимся непосредственно генетическими экспериментами. «Культурники находятся ближе ко всем идеям Лысенко», — это слова профессора Е.Н. Синской, одной из сотрудниц Н.И. Вавилова во Всесоюзном институте растениеводства, добросовестного ученого, автора многих работ по ботанике [19]. Весьма красноречиво эта ситуация отражена ученым — современником описываемых событий: «Как большинство биологов моего поколения, я мало образован в общетеоретических вопросах, я ничего не понимаю в генетике. Мы ведь такая научная мастеровщина, что-то вроде столяров: одни из нас, поспособнее, соответствуют краснодеревщикам, другие, поплоче, не идут далее изготовления научных табуреток. Но в обоих случаях до подлинного интереса к основным вопросам теории конструкции дело не доходит. Сейчас, пожалуй, можно по пальцам пересчитать ученых, имеющих в биологии общий широкий горизонт. Во всей стране... найдется вряд ли более десяти человек. Это вряд ли случайно» [20].

Как уже отмечалось, трудности соединения генетики и селекции имели место и за рубежом. Общества мичуринцев и подобные им объединения сторонников Т.Д. Лысенко в 40-50-е годы прошлого века существовали в Англии, Франции, Швейцарии, Италии, Бельгии, Японии, других странах [21]. По свидетельству Н.П. Дубинина, одного из наиболее последовательных и активных противников лысенковщины, «некоторые биологи и за рубежом поддерживали Лысенко» [22].

Сыграли свою роль и факторы психологического свойства. В описываемое время в общественном сознании сложился устойчивый образ ученого-аграрника, практика, днюющего и ночующего в поле. «Природа — это простодушная, она любит труд, любит мозолистые руки», — эти слова К.А. Тимирязева воспринимались буквально [23]. Понятно, что в сложившейся

обстановке деятельность ученых, занимавшихся лабораторными генетическими исследованиями, результаты которых могли быть использованы в производстве лишь в отдаленной перспективе, далеко не всегда воспринимались позитивно. Справедливости ради следует заметить, что неприятие имело взаимный характер. Так, академик ВАСХНИЛ М.А. Лысенко, автор многих сортов садовых культур, считающийся родоначальником сибирского садоводства (его имя носит сейчас НИИ садоводства Сибири) писал о том, что «генетики на каждом этапе считали себя непогрешимыми учеными, а иннакомыслящих — работающими на земле — невеждами» [24].

Таким образом, изложенный выше материал позволяет заключить, что на возникновение лысенковщины наряду с факторами политического порядка оказали воздействие недостатки в области сельскохозяйственного научного строительства в 20-30-е гг. XX в.; противоречивый, нелинейный процесс развития научного знания, выразившийся в сложностях использования достижений генетики в селекционном процессе; психологический консерватизм ученых.

Современная научная политика, бесспорно, должна выстраиваться с учетом негативных факторов предшествующего опыта научного строительства. Тем более что сегодня, в условиях динамичного научного и технологического прогресса в мире, рациональное использование научно-образовательного потенциала является важнейшим элементом «стратегии спасения», базисным звеном в системе национальной безопасности страны. К сожалению, приходится констатировать, что отечественный научный опыт не использован. Современная российская наука больна. Итог последнего десятилетия — наглядное тому подтверждение. В исследовательской литературе отмечается, что разработка концепции российских реформ осуществлялась «в спешке и за закрытыми дверями небольшой группой второразрядных экономистов» [25]. Последствия от реализации данных «научных» программ оказались для нашей страны не менее трагичными, чем последствия от деятельности Лысенко. Известный английский экономист Дж. Росс считает, что в 1990-е гг. «Россия пережила за всю свою историю крупнейший промышленный крах, фактически это крупнейший крах промышленной экономики в мирное время, когда-либо случавшийся в истории» [26].

«Мудрость человеческая имеет нужду в опытах, а жизнь кратковременна», — писал Н.М. Карамзин [27]. Но наш предшествующий опыт нас ничему не научил. Научит ли?

### Литература

1. Вавилов Н.И. «Жизнь коротка, надо спешить»: Публицистика классиков отечественной науки. — М., 1990. — С. 89.
2. См., например: Любищев А.А. В защиту науки: Статьи и письма. Л., 1991; Никонов А.А. Спираль многоковой драмы: аграрная наука и политика России (XVIII-XX вв.). — М., 1995.
3. См., например: Штоль С.Э. Герои и злодеи российской науки. — М., 1997.
4. Репрессированная наука. — Л., 1991. — С. 276.
5. Шульгин В.В. Дни. 1920. — М., 1989. — С. 112.
6. Цит. по: Беляев Е.А. КПСС и организация науки в СССР. — М., 1982. — С. 16.
7. Репрессированная наука. — С. 14.
8. Бухарин Н.И. Избранные произведения. — М., 1988. — С. 373.
9. Вавилов Н.И. «Жизнь коротка, надо спешить». — С. 579.

10. Есаков В.Д. Советская наука в годы 1-й пятилетки. — М., 1971. — С. 246-247.
11. Вавилов Н.И. Организация сельскохозяйственной науки в СССР: Избранные статьи и выступления. — М., 1987. — С. 97.
12. Вавилов Н.И. Организация сельскохозяйственной науки в СССР. — С. 74.
13. Репрессированная наука. — С. 530.
14. Любищев А.А. Указ. соч. — С. 26.
15. Никонов А.А. Указ. соч. — С. 214.
16. Презент И.И. В содружестве с природой: И.В. Мичурин и его учение. — М.-Л., 1948. — С. 106.
17. И.В. Мичурин в воспоминаниях современников. — Тамбов, 1963. — С. 88.
18. Вавилов Н.И. Организация сельскохозяйственной науки в СССР. — С. 44.
19. Цит. по: Репрессированная наука. — С. 234.
20. Цит. по: Любищев А.А. Указ. соч. — С. 62.
21. Глуценко И.Е. Страны, встречи, ученые: Записки биолога. — М., 1963. — С. 87, 153-154, 176-177, 318.
22. Дубинин Н.П. История и трагедия советской генетики. — М., 1992. — С. 247.
23. Цит. по: Крылов Г.В. Мичуринцы — сибиряки. — Новосибирск, 1945. — С. 27.
24. Земля сибирская, дальневосточная. — 1970. — №10. — С. 57.
25. Внешняя политика и безопасность современной России. В 2-х тт. Т.1. Кн.2. — М., 1999. — С.92.
26. Коммерческие вести. — 1994. — №14.
27. Карамзин Н.М. История государства Российского. В 4-кн. Кн. 1. — Ростов н/Д., 1995. — С. 30.

**РЫЧКОВ Александр Васильевич**, кандидат исторических наук, доцент кафедры отечественной истории.

УДК 347.243(47+57)001.8

**Н. П. МАГ**

Омский государственный  
аграрный университет

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В российском законодательстве впервые в истории за декларацией "О земле и мире" состоялось систематизированное изложение правовых актов землевладения, распоряжения и пользования — принят "Земельный кодекс РФ". Это достижение явилось разделительной линией в общественных отношениях к земле между теми, какие были до утверждения новых законов. После утверждения кодекса заново началось развитие земельного права, но уже на основе анализа последствий применения старых законов. Декларации основного закона Российской Федерации прямого действия позволяют проработать возможность исключения фискального права из практики земельных отношений. Фиск можно исключить на базе платы за пользование природными ресурсами. Земля относится к природным ресурсам регионов страны.

*Все аграрные науки происходят от позитивного консерватизма и неспешности в поступках земледельцев. От отца к сыну, из века в век передаются результаты наблюдений за феноменологией природы и за вегетацией растений. Чего не догадался сопоставить дед, предположит отец и наставит сына.*

*Человечество обязано существованием позитивно-консервативному образу мышления земледельца.*

(Светлой памяти отца. Выпускник 20-х годов Омского сельскохозяйственного института. Один из организаторов первых МТС и их главный пожизненный агроном)

Вступили в действие "Земельный кодекс РФ" [1] и Федеральный закон (ФЗ) "Об обороте земель сельскохозяйственного назначения" [2], и наступил момент,

когда их следовало бы исполнять, и вместе с тем наступил факт состоявшегося события, за которым могут следовать юридически обоснованные последствия в соответствии с основным законом РФ [3, Ст.19.1].

Можно бы продолжать служить панегирик торжеству идей П.А. Столыпина и итогам гениальности исполнителя реформ.

Можно также заказывать панихиду по безвременной кончине декрета "О земле и мире".

Можно продолжать смаковать законотворчество Государственной думы РФ.

Однако сейчас принесет ли все это практическую пользу и разрешение вопроса поземельных отношений в РФ?!

Скорее всего, наступил переломный момент, с которого необходимо переключиться с реформаторских идей прошлого на разработку следующего этапа в развитии земельного законодательства в РФ. И, возможно, в порядке поиска решения проблемы настало время оценки фактов и последующих за ними событий,

состоявшихся в период от проведения крестьянской реформы 1861 г. и до начала исполнения "Земельного кодекса РФ" и ФЗ "Об обороте земель сельскохозяйственного назначения".

*Во-первых*, в основе жизнедеятельности всех россиян была и будет земля их Родины [3, Ст.3 и 9].

*Во-вторых*, как до охватываемого рассмотрением периода, так и после него, в продолжении, на земле жили, живут и будут жить Граждане России, суверены которых за них в прежние времена пытались и пытаются теперь решать земельные отношения, с одной только целью иметь с труда и жизни Граждан фиск. Конечно же, субъекты прежней власти считали фиск самоцелью. Но не только! - На основе фиска поддерживается и обеспечивается государством в лице суверена суверенитет самих Граждан [3, Ст.4, 57], и ни государственные институты, ни суверен без всеобщей, в том числе и экономической, поддержки Граждан недееспособны. Однако сама необходимость не влечет за собой неразборчивости в субъективных методах осуществления общественно-государственных отношений.

*В-третьих*, ни кто из суверенов, избранного периода, патриархально не был готов замечать, что главным действующим субъектом в земельных отношениях равного права на землю является Гражданин Россиянин в целом, а не по частям разных сословных привилегий. Это осталось незамеченным даже тогда, после вооруженного референдума 1917 г., когда была провозглашена декларация "Земля крестьянам, фабрики рабочим" и формально были упразднены сословия. По факту же было сохранено разделение граждан по социальному положению на крестьян, рабочих и служащих. Так почему же земля только крестьянам, а остальные, что, не в России родились? Где для остальных равенство прав на достояния Родины? Следовательно, реформы 1861 г. и 1917 г. не меняют сути Великокняжеской земельной политики суверена, хотя суверенами были:

- в начале периода — "Император всея Руси" с его манифестом об отмене крепостного права и земельной реформой;
- в средней части периода - Председатель правительства В.И. Ленин с его НЭПом;
- в конце периода - Президент Российской Федерации с его земельными долями, от части того, что в целом составляет экономический ресурс и атрибут суверенитета страны.

На лицо два факта и последующие им события в разные промежутки периода. Для наглядности оценки можно прибегнуть к метафоре: - первый факт накопленный, на которую кладут (третье) события и сами реформации, подвергаемые удару кувалды "необходимости" (второго фактора). Так не вытекает ли, из сделанного уподобления кузнице, понимание того, что реформы П.А. Столыпина с самого начала обречены были быть раздробленными кувалдой?! — так как это была только реформа без изменения патриархальной сущности Великокняжеской земельной политики. И даже тогда, когда вооруженный референдум 1917 г. вывел из страны осколки патриархальных институтов власти, взявшие власть социал-демократы не смогли оценить существа коллизии, и продолжили политику П.А. Столыпина введением НЭПа, и снова — крах.

Не ожидает ли в третий раз участь предыдущего новоявленных, но интеллектуально старых реформаторских идей, наконец-то отраженных в "Земельном кодексе РФ" и ФЗ "Об обороте земель сельскохозяйственного назначения"?!

Эти простые сопоставления фактов и следующие за ними события наводят на мысль, что революционная ситуация в земельном законодательстве России реализовывалась, вопреки широко распространяемой версии, дважды.

*Первый раз*, когда Петр I ликвидировал сословие бояр и заменил их вотчинное землевладение помещичьим землепользованием.

*Второй раз*, не в 1917 г.! (это фактически был социал-демократический переворот большевиков после февральского буржуазно-демократического), а в начале 1930-х годов в ходе коллективизации действительно совершилась социалистическая революция. Итогом социализма явилось создание колхозов и совхозов на основе общинного кропперства — форма аренды, на частном уровне культивируемая на юге США и Латинской Америки [4 - 11]. Это экспериментальная коллизия форм аренды в землепользовании, — общинная и частная, со своими положительными и отрицательными прелестями не дала решения проблемы. И противоречия в землевладении и землепользовании обострились вновь. Теперь провозглашено единство экономического пространства и равная защита разных форм собственности, в том числе на землю [3, Ст. 8, 9], и состоялись первые результаты исключения аренды из практики землепользования с возвращением к прямой частной собственности на землю в долях.

Должно быть видно из опыта общинного кропперства, что ответ лежит в самой основе — исконной принадлежности даже Малой Родины соответственной гражданской общине и, соответственно, климату, коллективного хозяйствования на земле России, так удачно использованного в советское время. Полученные экономические выгоды от исконной основы были результативно использованы несостоявшимся попом И.В. Сталиным, при отражении внешней агрессии и в восстановлении разрушенного войной.

Должно быть видно, также из попытки возвращения к прямой частной собственности на землю в долях, что исконная основа вновь стала препятствием разрушению общины долевым политическим маневром. И опять удачно! - бывшие председатели коллективных хозяйств собрали разрозненные доли и включили их на паевой основе в хозяйственный оборот всей той же общины, да так, что за 2-3 года устранили зависимость страны в зерне от внешних поставщиков, и это не дань ретрограду.

Можно было увидеть, наконец, как на семи не осязаемых долевыми наделах затруднительно было устроить "фермерское" хозяйство, но благодаря председателям паники, как с ваучерами, не получилось - не удалось доли за бесценок скупить для образования латифундий. Тем не менее, с запозданием, во имя этой аферы в "Земельном кодексе РФ" и ФЗ "Об обороте земель сельскохозяйственного назначения" вспомнили и столыпинские "выкуп земель" и "выделение на отруб" — фермеров - среднего собственника. Так теперь, когда авантюра терпит провал, перед посевной компанией по закону о банкротстве судебные исполнители (в противоречие Ст.17.3, Конституции РФ), разоряют коллективные хозяйства, чтобы принудить население к исполнению кодекса, несмотря на здравый смысл действий председателей. Законодатель в третий раз слепо наступает на столыпинские и ленинские грабли!

Все видимые факты и события проявляются на фоне деклараций основного закона прямого действия "Конституции РФ", а все другие, надо заметить, нормативные документы [3, Ст. 16], том числе "Земельный кодекс РФ", всего лишь подзаконные акты [1, 2],

прописывающие детали основного закона прямого действия.

*Конституция прямо* [3, Ст. 15] *декларирует* равенство Граждан РФ [3, Ст. 6.2], но по факту земельные доли опять только крестьянам — остальным же даже фабрик не достается. Им не гарантируется ни право на труд, ни его оплата.

*Конституция прямо* [3, Ст. 15] *декларирует* равенство Граждан РФ [3, Ст. 6.2], но по факту (противоречие Ст. 3.4; Ст. 57; Конституции РФ) чиновники сохранили исключительное право фиска, и в XXI веке продолжают облагать Граждан РФ феодально-патриархальными налогами.

*Конституция прямо* [3, Ст. 15 и 16] *декларирует* право частной собственности на землю [3, Ст. 6.2; 8.2; и 9], но по факту подзаконный акт — "Земельный кодекс РФ" устанавливают (в противоречие Ст. 17.3; Ст. 55.2 Конституции РФ) право через посредство "купи-продажи" долей Малой Родины и атрибута суверенитета страны в собственность.

*Так что же, конституционные гарантии не совместимы с фактической практикой применения основных законов, подводя под сомнение существование деклараций Конституции и принцип ее прямого* [3, Ст. 15] *действия?*

Может быть, наступил момент, когда декларации "Земля крестьянам, фабрики рабочим" и "Земельный кодекс РФ" стали свершившимся фактом того, что в законотворчестве обозначен некий "створ" недопустимых граничных положений, между которыми следует искать приемлемое для России решение?!

Если полагать, что самих по себе законов недостаточно, нужно еще при всех прочих нюансах желать и уметь применять их, то в части умения академическая и университетская наука могла бы внести существенный вклад. Кроме ученых, никто не может более грамотно отбирать и грамотно, логически сопоставлять факты и последствия событий. К тому же ученые, как в советские, так и в федеральные времена, при формальном равенстве [3, Ст. 6.2] прав по факту сами были и есть в числе обойденных в правах собственности на ресурсы своей Родины.

Ну вот — положим! — случилось, что юридически прежние и настоящие законотворческие неувязки ликвидированы, и ученые реально получили в собственность равноправно-долевой надел земли, и куда с ним деваться? Хозяйственно его использовать без отказа от научной деятельности не получится; продать латифундисту и тем лишить себя суверенных прав на равенство, декларированное Конституцией РФ, — парадокс. А вот умница П.А. Столыпин для решения задач своей реформы предусмотрел "Крестьянский" банк и механизм его деятельности — факт, а думские и федеральные законодатели его опыта не использовали — тоже факт. Ну факт, не достало ума у наших законодателей на механизм, действенный в XXI веке, — так есть же ученые.

В поисках деталей механизма можно обратиться к фактам. По сути Великокняжеской земельной политики суверен во времена Империи довел административно-территориальное деление до уровня поместья, в советское время — до колхоза, совхоза, а во времена федеральные — реформаторская идея фермерских хозяйств так куда и не дошла. Так, может, для будущего сначала определить предел деления и законодательно его закрепить на уровне пригодного для хозяйственного использования равноправно-долевого надела земли, и уж от этой "точки отсчета" строить законотворчество, механизмы банковской системы и хозяйственно-экономическую деятельность регионов страны.

Исходя из научного видения истории развития практики землевладения и землепользования, можно бы дать определение равноправно-долевого надела земли. Такой надел должен быть соотносителен как существующему административно-территориальному делению [3, Ст. 17.3, Глава 3], до уровня районов (муниципальных образований), и явиться их составной частью, которая была бы соразмерно относительной с фактической численностью населения каждого из поселений. Хозяйственная же пригодность равноправно-долевого надела могла бы определяться и вводиться в хозяйственный оборот на основе оценок земельного кадастра, относительных климатических широтам поясов и коммуникативности по долготе страны во-первых, во-вторых — учитывать коэффициентом поместно условия национально-культурных и конфессиональных традиций.

Что касается кадастровых оценок и поправочных коэффициентов к нему, качественно учитывающих местные условия, то их количественные величины должны бы определяться на основе покрытия жизненных потребностей населения и при условии обеспечения равенства социально-экономического положения населения [3, Ст. 40; 16] по месту конкретного географического положения надела, образования и частично здравоохранения [3, Ст. 38; 39; 41; 43]. А это значит, что в сумму покрытия должны бы входить так же общественные издержки населения на содержание управленческого аппарата суверена, центра и регионов и правоохранительных органов. Все от земельных и других ресурсов!

Уже сам перечень издержек покрытия жизненных потребностей населения указывает на глубину оценки всех природных ресурсов страны. В частности, по этому же перечню можно судить о региональных ценах единиц земельных площадей (дифференцированных с учетом ареала распространения ископаемых, водных и лесных ресурсов) и соответственно им объемы ренты, учитываемой банком.

Только таким образом обоснованные оценки могли бы представлять экономический интерес для действующего только на уровне финансового оборота банковского механизма, для которого нет надобности в конкретной географической увязке носителя стоимости, предоставленной клиентом на депозит банка.

В качестве возможного примера механизма можно бы предложить Государственный фонд земельных ресурсов РФ, в рамках которого — кроме Научно-исследовательского института кадастровых оценок должен был бы сувереном задействован институт защиты прямых [3, Ст. 15; 16] конституционных прав Граждан РФ на земельные равноправно-долевые наделы и на права частной [3, Ст. 8; 9; 16; 35; 36] собственности на землю. Институт мог бы включать два взаимосвязанных подразделения:

- финансово-кредитное Ипотечный банк земельного фонда РФ с отделениями на местах;
- хозяйственно распорядительное для землеустройства, организации севооборотов агротехники производства и т.п. с отделениями на местах.

Организационное введение равноправно-долевого надела земли в хозяйственный оборот могло бы осуществляться следующим образом:

Государственный фонд земельных ресурсов РФ силами региональных организаций определяет на основе Актов передачи сувереном земель в вечное пользование конкретной сельской общине поместные кадастровые оценки участков, и размер равноправно-долевого надела относительно численности населения общины, что и тем устанавливают экономический эквивалент

надела (конкретная привязка надела не нужна и даже социально вредна);

Гражданин — член общины сельского и другого поселения, в том числе городского, каждый в отдельности (родитель за ребенка) подает по факту рождения [3, Ст.6; 16; 17; 36] декларацию в местное отделение Ипотечного банка (аналог действий догадливого председателя по вовлечению долей) для регистрации и оформления депозита в объеме экономического эквивалента надела;

Гражданин РФ отдельно или в составе семьи оформляет договор на пожизненную аренду земли, возможно, и с правом наследования [3, Ст.6; 9; 15; 16; 35,4.]. При определении размера арендной платы из нее должны исключаться сумма экономических эквивалентов наделов каждого члена семьи. В зависимости от объема аренды Гражданами РФ возможны 2 случая:

— *один*, когда размер аренды меньше депозита эквивалента надела или их суммы, то оставшаяся часть эквивалента остается на депозите и на него может начисляться банковский процент;

— *другой*, когда размер аренды превышает депозит эквивалента надела, тогда арендатор превышающую часть оплачивает по ставке банка.

— земля предоставляется только в аренду всем, кроме граждан РФ, официальным лицам (предприятия, производственные общества, объединения и иностранные граждане), по статусу не имеющим прав на равноправно-долевой надел.

Наконец, частично доходы банка от земельной ренты могли бы направляться на социальные выплаты, в бюджеты регионов и траншем, исключая пресловутые феодальной сущностью налоги, направляться в бюджет страны. Кстати, именно Император всея Руси автор замены феодальных мытарей (теперь налоговой полиции) на Государственный институт поместного землевладения и землепользования — помещик оплачивал использование ресурсов — податью и долгом дворянина служить Отечеству. Теперь вот опыт мог бы пригодиться, и Государственный институт может взимать плату (не налог) за пользование природными ресурсами, а не подушные подати феодальных времен. Плата (не налог) за пользование природными ресурсами далеко не то же, что рента партийно-бюрократического латифундизма Советского периода истории, когда просто относительно имперского крепостничества жить дали лучше, не меняя сути фиска.

В условиях короткого, сопоставимого с полным циклом жизни (период вегетации) растения, лета и континентального климата с коротким временем весны и осени, возможных периодов проведения посевной и уборочной компаний, наиболее производительным в растениеводстве оказывается оперативно-мобильный совместный высокомеханизированный (высокозатратный) труд.

Именно этот национальный характер труда и предопределяет суть исконных земельных отношений в стране.

Именно по природным условиям характер земельных отношений не сопоставим ни с Европой, ни с Аме-

рикой (разве что с Канадой, да и то климат там далек от континентального), ни с региональными в сравнении между собой территориями страны.

Именно с естественно-феноменологическими условиями аграрного производства входят в противоречие фискальная политика, столыпинские реформы и демократические принципы в земельных отношениях.

Следовательно, и решение проблем земельных отношений нужно искать в среде самого населения нашей страны и конкретной местности. Декларировано: "Земля и другие природные ресурсы могут находиться в частной, государственной ... и иных формах собственности" [3, Ст. 9, п. 2]. Отсюда решение может быть общим только в принципе, но по природным условиям зональным и даже местным.

Следовательно, с учетом сопоставления равных прав частной собственности Граждан РФ (гражданской собственности) на землю и, естественно, необходимым в аграрном производстве совместным трудом — декларация охраны собственности земли [3, Ст. 9, п. 1] во исполнение Конституции РФ может быть осуществлена только на уровне Государственного института в центре и отделений в регионах и на местах, например, Государственного Ипотечного банка Земельного фонда РФ.

Конечно, здесь можно было изложить только фрагменты и только одного из примеров возможного исключения фиска из практики земельных отношений, а созданные на научной основе реальные проекты землепользования могут быть еще более рациональными.

#### Литература

1. "Земельный кодекс РФ" (Принят Гос. думой 28.09.01, одобрен Советом Федерации 10.10.01).
2. Федеральный закон от 24.07.02 № 101-ФЗ "Об обороте земель сельскохозяйственного назначения".
3. Конституция Российской Федерации, Официальный текст. — М.: ООО "Издательство "Айрис-пресс", 2003.
4. Экономическая Энциклопедия. Политическая экономия: /Гл. ред. А.М. Румянцев — М.: "Советская энциклопедия", 1975.
5. Энциклопедия Брокгауза и Эфрона.
6. Большая Советская энциклопедия.
7. Советский энциклопедический словарь: /Гл. ред. А.М. Прохоров. — 4-изд. — М.: Сов. Энциклопедия, 1989. — 1632 с., ил.
8. Отечественная история: энциклопедия: В 5 т.: / т 1: А-Д и т. 2: Д-К / Редкол.: В.Л. Янин (гл. ред) и др. — М.: Большая Российская энциклопедия, 1996.
9. Словарь иностранных слов: — 19-е изд., стер. — М.: Рус. яз., 1990. — 624 с.
10. Даль В.И. "Толковый словарь живого великорусского языка": Ок. 200 т. слов. в 4 т. Оформл. «Диамант». — СПб.: ТОО «Диамант», 1996.
11. Ожегов С.И. "Словарь русского языка": Ок. 57 000 слов /Под. ред. чл.-корр. АН СССР Н.Ю. Шведовой. — 20-е изд., стереотип. М.: Рус. Яз., 1989. — 750 с.

## О ПРИНЦИПАХ ОТБОРА ФАКТОВ ДЛЯ ПРОГРАММЫ «ВЕСТИ» НА КАНАЛЕ «РАДИО РОССИИ»

Ставится вопрос об отборе информации для текстов новостей. Сопоставляется число сообщений тревожного и позитивного характера. Делается вывод о том, что принцип отбора информации ведет к утрате чувства сопричастности граждан к созидательной жизни России.

Тексты новостной информации по своему назначению, адресу являются универсальными. Ими начинается утро, каждый час в эфире. Новостями интересуются люди разных возрастов и профессий. Подобно тому, как читатель, прежде чем прочесть всю статью или книгу, задерживает свое внимание на зачине текста, день для слушателя радио начинается со своеобразного зачина — с «Вестей», со злободневных тем, создающих определенное настроение.

Представление новостной информации расширено за счет анонсов. В некоторых программах анонсы предваряют передачу, затем еще раз повторяются при завершении, что позволяет повторить информацию трижды. Таким образом, информирование усиливается за счет неоднократных повторов в одной передаче и повтора передачи через определенные промежутки времени.

В силу указанных обстоятельств важно рассмотреть, какие факты действительности попадают в ряд важнейших событий. Мы провели анализ текстов новостей на канале «Радио России» в феврале этого года, записав основные темы сообщений на протяжении 18 дней: с 1 по 16 и 23-24 февраля. Иерархия тем в передаче в основном традиционна: политические шаги российского президента и правительства, информация по России и СНГ, крупнейшие международные политические события, информация из разных стран. Тематика февраля определена ситуативной действительностью: главная зарубежная тема (она же и тема

внешней политики российского руководства) — военные приготовления к войне в Ираке; но все же существенно превалирует над ней тема чрезвычайных ситуаций в России и в мире.

Наши наблюдения показывают, что российскому радиослушателю из 265 сообщений было предложено 54,3 % позитивной информации и 45,7 % - негативной, т.е. вызывающей состояние тревоги. Однако в сообщениях позитивного плана были и тексты, содержащие раздражители в виде ключевых слов, вызывающих тревогу, всего их 38,9 % от числа позитивных тем. Примером раздражителей могут служить сообщения о неполном восстановлении электроснабжения или неокончательной ликвидации последствий циклона, о митингах протеста против войны в Ираке или освобождении солдата из чеченского плена. Данные представлены в табл. 1.

Позитивные показатели существенно возросли после добавления новостей от 23 февраля, когда отмечался День защитника Отечества, и репортажей о нем следующего дня, в частности, в разделе «Общественные движения». Неоднократная информация о зарубежных кинопремиях помогла превысить число российских сообщений о культурной жизни.

В современном информационном потоке фиксируется масса событий. Но в основу отбора фактов легли преимущественно связанные с гибелью людей, с несчастьями, разрушениями. Чего здесь больше: желанья привлечь внимание потрясенного читателя,

Таблица 1

Тематика программы «Вести» на канале «Радио России» в феврале 2003 г.

Тематика	Новости по России		Новости Зарубежья		Всего
	позитивные	негативные	позитивные	негативные	
Внешняя политика	12	2	17	9	40
Внутренняя политика	18	5	9	2	34
Чрезвычайные ситуации и борьба с ними	4	23	2	28	57
Экономика и социальное положение	8	15	4	1	28
Общественные движения, жизнь, соблюдение законности	18	10	4	5	37
Военные планы, приготовления	1	0	7	20	27
Культура, образование	11	1	17	0	29
Производство, строительство	3	0	0	0	3
Научно-познавательная деятельность	5	0	4	0	9
Здравоохранение	0	0	0	0	0
Итого:	80	56	64	65	265

слушателя или стремления создать видимость правдивости? Однако умолчание другой правды и навязывание этой — тоже определенная позиция.

Информация о чрезвычайных ситуациях располагается зачастую первой. Многократное повторение одного и того же сообщения в течение дня, а иногда и на протяжении нескольких дней не может не оказывать воздействия на человека: как известно, многократное проговаривание одного и того же слова очень быстро приводит к потере смысла, превращает слово в набор звуков, притупляя эмоциональное восприятие смысла. Тем самым снимается защитный барьер между неприятием смерти и фактами смерти; общественное сознание вынуждено привыкать к неизбежности многочисленных жертв. Информация о чрезвычайных ситуациях в родной стране через некоторое время вновь всплывает в параллельной конструкции о зарубежье. Тема жертв вдвойне усилилась благодаря параллельному освещению военных приготовлений по Ираку.

Рассмотрим строку об экономическом и социальном положении. В информации по России только треть сообщений позитивна и то с тревожными сигналами, остальная посвящена забастовкам, повышению тарифов, отключению энергии за неуплату. Сообщения в разряде позитивных о том, что в стране создается дефицит рабочих кадров, не дополнены хотя бы какими-то элементарными данными о средней заработной плате и условиях работы на востребованных местах или сообщением, за счет роста какого производства это произошло.

Попробуйте дать характеристику тому слушателю, к которому адресуются «Вести», исходя из данных таблицы. Россиянина больше всего интересуют политика, происшествия и зарубежные события (состав их в общем числе информации 48,7 %). С точки зрения официального информационного органа, новости политики естественны. Но вот собственные успехи, достижения в Отечестве слушателей, видимо, не интересуют. Получается, что происшествия — стихия, случайности или техногенные результаты деятельности человека — для них жизненно важнее.

Сплочение общества начинается тогда, когда люди приступают к решению общих проблем, правильно структурированных, с выделением приоритетности разрешения. Эти действия привели бы в порядок общественное сознание. Бессилие человека перед лицом стихии, беспомощность перед процессом глобализации и войнами заставляют людей замыкаться в себе, в собственных проблемах, вводят в сознание хаос. Кстати, этому же служит нововведение на телеканалах: «Через минуту смотрите вести вашего региона», — объявляет диктор на всю страну. Как будто зрителям вести соседнего региона, особенно позитивные вести, могут быть неинтересны.

Согласно теории, предложенной д.т.н. С.П. Расторгуевым, человек рассматривается в качестве информационной самообучающейся системы. «Жизнь любой самообучающейся системы — это поиск соответствия ею своего внутреннего состояния входной обучающей выборке» [1, с. 93]. Ученый рассматривает любую самообучающуюся систему, которая существует до тех пор, пока обеспечивается это соответствие, как систему защиты. «Нарушение защитных барьеров

во взаимодействии элементов сложной системы друг с другом приводит к перепрограммированию этих элементов и/или их уничтожению» [1, с. 108]. Сосредоточение входного потока информации на одном предмете — людской гибели в войнах, ЧС, терактах — ведет к перегрузке «подсистемы защиты», «ответственной за обработку входной информации», она расстраивается.

СМИ в большинстве своем сосредоточились на позитивно-активном освещении интимных подробностей кино- и политзвезд, сексуальных отношений, на рекламно-пропагандистских материалах о представителях властных структур. Но воспитание гражданина, если в нем заинтересовано государство, начинается с малого: с «живущих в соседнем дворе», с проблем и забот простого человека. Прочтем заголовки в передовице газеты «Правда» 20-летней давности [2]: «Трассовик» (портрет руководителя), «В копилке у соседа» (рубрика «Животноводство — ударный фронт»), «Справили новоселье» (об овощеводах Намангана), «Успевают за день» (обслуживание работников колхоза в Калмыкии), «В свободном ритме» (усовершенствование конвейера на птицефабрике). Читатель причастен к успехам таких же, как он, в любом уголке страны, что придает ему чувства сплоченности, уверенности в стабильности государства.

Российские граждане, за исключением подрастающего поколения, были воспитаны на иных традициях освещения жизни. Самой позитивной является информация о достижениях и успехах в собственной стране. Находя положительные примеры в деятельности, мы тем самым воспитывали у других желание стремиться к таким же достижениям. Отказавшись от традиций советской печати, мы утратили некоторые методы подачи материала, эффективного удержания интереса. На вопрос, о чем бы студенты ОмГТУ хотели читать в вузовской газете, который мы задали в 2003 г., респонденты в подавляющем большинстве назвали научную познавательную информацию, образование в России и за рубежом, информацию об успехах студентов, преподавателей университета. Студенты стремятся получать всесторонние сведения, а не только криминальную и развлекательную информацию.

Вывод один: отбор фактов для текстов новостной информации не адекватен интересам слушателей, а президентская программа патриотического воспитания не пользуется информационной поддержкой официальных СМИ, поскольку отбор и подача информации входят в противоречие с принципами патриотического воспитания.

## Литература

1. Расторгуев С.П. Философия информационной войны. — М.: Вузовская книга, 2001. — 468 с.
2. Правда. - 1983. — 31 января.

**ЕВСЕЕВА Галина Ивановна**, кандидат исторических наук, доцент кафедры философии и социальных коммуникаций.

**СТАРОСТЕНКО Алла Викторовна**, студентка 3 курса факультета гуманитарного образования.

## ФИЛОСОФСТВОВАНИЕ КАК ЧЕЛОВЕЧЕСКОЕ САМОСТРОИТЕЛЬСТВО

Статья посвящена проблеме кризиса в современной философии. В связи с этим самостоятельным феноменом становится философствование. Утверждается положение, что философствование имеет отношение к человеческому самостроительству и продуктивно для становления человеческого в человеке. А также анализируется, почему последнее время философствование проявляется в науке чаще, чем в философии.

Феномен философствования стал объектом философской дискуссии сравнительно недавно, а точнее, на исходе XX столетия. Интерес к этому феномену вызван, прежде всего, сложившейся ситуацией в самой философии, которую можно охарактеризовать как кризисную.

На сегодняшний день философия стоит перед фактом растворения во множественной сфере наук, представители которых в состоянии овладеть самой изощренной технологией концептуальной организации своего языка и на этой основе — техникой возведения мысли в форму всеобщности. Именно в XX веке наиболее значимые философские идеи были выдвинуты в области физики и математики, психологии и лингвистики, генетики и кибернетики.

Так называемая профессиональная философия, по сути дела, утратила монополию на сферу всеобщего, заняла служебную позицию по отношению ко всему множеству специальных наук в качестве методологии науки и аналитики ее языка.

Возникновение идеологических государств, продуцирующих «великие» и малые социальные утопии активизировали политические интересы и амбиции, во имя воплощения которых погибли и пострадали многие миллионы людей, что обнаружило неспособность мыслителей, философов противопоставить абсурдности бытия принципиально обновленные общечеловеческие перспективы.

Философствование в этих сложных условиях выступило в самых разнообразных обликах, мыслях, видах, формах. Это обстоятельство заставило многих мыслителей обратиться к этому феномену как к самостоятельному.

Поэтично и точно сказал о философствовании М.К. Мамардашвили: «Это нечто вроде музыки мироздания» [1]. Философы часто употребляют понятие философствования для обсуждения способа мышления в философии. Выделяют не только разные способы, но и традиции философствования, например, классическое и неклассическое; рациональное и иррациональное. Философствование, как правило, связывают с направлением философии, существует экзистенциальное философствование, феноменологическое, постмодернистское и т.п. Но есть авторы, которые считают, что есть и нефилософские формы философствования, т.е. философствование как самостоятельный феномен может присутствовать в научных, литературных, иных текстах [2].

Однако само философствование остается проблемой. Остается вопрос: существует ли «нечто», что

имплицитно присутствует в мышлении, превращает его в философствование?

Определяя философствование как тип рефлексии, Лазарев Ф.В., например, пишет: «В отличие от познавательной деятельности в науке, акт философствования захватывает всего человека, не только его интеллектуальные способности, но и духовные чувства, не только память, но и рефлексия».

Философствование — это перманентный, нескончаемый процесс вопрошания, приоткрывающий нам самим фактом своего наличия некую потаенную характеристику собственно человеческого бытия [3].

Хотя смысловые границы этого феномена по прежнему остаются размытыми и неопределенными, однако ясно проступает момент, связывающий философствование с человеческим бытием.

«Человек есть единственное существо, — считает М. Хайдеггер, — которому именно в понимании дано бытие как таковое» [4]. Попробуем выяснить, о чем говорит это утверждение, не приоткроет ли оно нам «некую потаенную характеристику человеческого бытия».

Человек — это особенное существо, которое не рождается от природы человеком, т.е. он не является элементом какой-нибудь причинно-природной цепи, то, что в нем специфически человеческое не произведено природой, а есть результат самосозидания и самопонимания. Человек, чтобы жить, во-первых, должен создавать свои условия жизни: пищу, одежду, жилье, но создавать по-человечески, т.е. он уже должен знать, что такое «человеческое». В то же время «человеческое» не существует до человека, или вне человека, оно всегда через него и с ним. Человеческое определяется в момент его «исполнения», однако, как человеческое, оно может открыться только в акте сознания. Это означает, что человек имеет такую «размерность сознания», где ему открывается целостность, всесвязанность мира, иначе невозможно было бы знать, что значит «человеческое», а что «природное» (к примеру). Сам этот акт мысли, как правило, остается в тени, не видится, видится через него, благодаря ему. Он подобен свету, вспыхивает в нас и позволяет понимать. Именно благодаря тому, что человек и мир могут оказываться соразмерными в акте мысли, человеку открывается собственно его бытие, т.е. быть в качестве человека — это значит иметь «место быть» в мире, уместиться в нем своей мыслью, совестью, свободой и т.п., быть соразмерным миру.

Этот акт мысли имеет особую природу, он самооснован, он не может быть выполнен по желанию или

заказу (как, к примеру, можно выучить иностранный язык и заговорить на нем). Он возникает и существует подобно тому, как возникает и существует любовь или совесть.

Мысль сама по себе как возможность любого знания не является продолжением какого-либо состояния, к которому мы не можем прийти, продолжая (в смысле дления) свои естественные психологические свойства и качества, или опытным путем. Это сознание вводится как практическое событие, которое вырывает нас из эмпирического предметного мира, и этим актом открывает человеческое измерение в мире. В свете этого акта мир определяется в человеческих понятиях, упорядочивается на человеческих основаниях, а человек получает возможность понять, что значит быть человеком. Это событие и представляет собой **философствование**. Здесь мысль как бы заворачивается, замыкается сама на себя. «Здесь сознания дух» у себя дома — в бесконечном и нравственно независимом от всех случайностей существования» [5].

Именно философствование как особое видение в свете бытия, в свете истины (потому что мышление не рассыпается на множество временных, эмпирических моментов, имея дело с мыслью как таковой) оказывается продуктивным для человека. Человек есть существо, которое задает вопрос о своем существовании, и хотя эти вопросы не имеют ответов, их смысл и парадоксальность в том, что озадачиваясь ими, человек меняет, трансформирует себя. Почему же это происходит? «Потому что попадание в притяжение силовых линий не решаемых вопросов — символов что-то с нами делает, создавая какое-то, не имеющее практического смысла, напряжение, организуя нашу жизнь и сознание в некую органическую целостность, невозможную при обычном, естественном разворачивании человеческой жизни» [6].

Таким образом, можно сказать, что философствование — это есть «вспыхивание» таких самопроизвольных состояний (не заданных специально или по желанию) целостности и полноты видения, в результате которых нечто в нас происходит, связанное с глубинными основаниями нашей личности, когда человек открывает для себя, что значит быть человеком — «в качестве человека», жить на самосознательных основаниях, а не быть игрушкой судьбы, ситуации.

Именно это событие в жизни человека можно назвать «заново рождение» или «второе рождение» [7]. Философствование в своей глубинной сути связано именно с этим процессом: воссоздание человеческого в человеке — укоренение его в Бытии, отыскание его места в мире.

Что же произошло в современной философии, почему она утратила свою жизненность и действенность, если сказать словами М. Мамардашвили: ушла музыка из мироздания.

М. Хайдеггер в интервью с сотрудниками журнала «Шпигель» безнадежно заметил, что «только Бог еще может нас спасти», поясняя, что «именно технические практические успехи наук» делают философское мышление «все более излишним» [8].

На наш взгляд, произошло следующее событие: философия утратила в самой себе философствование в его истинном «живом» смысле, т.е. философствование как человеческое самостроительство.

Уже начиная с середины XIX века, философы стали ощущать эту проблему романтики своим уходом от реального мира, в котором человек с его внутренним миром не нужен и потерян. В работах С. Кьеркегора, Ф. Ницше, Фр. Брентано, А. Бергсона, а затем у философов XX века С.Л. Франка, Н. Гартмана, М. Хай-

деггера, Г. Марселя прорывается настойчивый поиск бытия, поворот к бытию. Для неклассической философии характерно следующее положение. «Мы что-то можем понять или познать, лишь предварительно изменив и трансформировав себя в опыте бытия и опыте сознания» [8], чего не было в классической философии.

Философия с момента ее рождения всегда была делом свободных, независимых индивидов, которые имели свободное время, материальные средства, философствование было скорее внутренним зовом личности. В этом мире есть «нечто» (звездное небо, музыка, и т.п.), что захватывает нас, вынуждает нас ставить безответные вопросы, вопросы — символы, философствовать.

В эпоху классики философы были учителями народа, вместо других проделывали духовные усилия, были своеобразными монополистами духа и разума, призванными просвещать и опекать остальную часть общества. «Причем эта классическая, либеральная просветительская позиция интеллигенции определялась скрытым допущением, убеждением, что именно интеллигенция допущена, приобщена к скрытому порядку мира (невидимому плану истории). Интеллигенция как бы изначально занимает точку истины, которая дает право говорить от имени Блага, Справедливости, Истины, т.к. ей открывается в духовном труде мир, каков он есть сам по себе, «истинный мир» [9].

Положение мыслителей в духовном производстве и культуре изменилось к концу XIX — началу XX вв. С одной стороны, рухнули социальные перегородки традиционных обществ, существенно расширив сферу духовного производства, которое приобретает характер и черты наемного труда и жестокой организованности по выработке эталонов, образов поведения и жизни. Роль мыслителя как некоего поверенного Провидения, парящего над страстями и сиюминутными столкновениями людей, резко меняется, становясь все более частичной, включенной в индустрию социально-массовой организации мышления масс, вокруг каких-то практических задач. С другой стороны, возникают массовые общества или общества потребления, а также феномен идеологических государств, которые характеризуются специально созданной индустрией сознания, цель которой — пропаганда и внедрение массово-стандартных, санкционированно-объединяющих форм сознания и мышления.

Упреком в адрес философии стало то обстоятельство, что за две с половиной тысячи лет своего развития философия так и не выработала ни одного положения, которое принималось бы всеми философами в качестве бесспорных или очевидных.

Стремление превратить философию в науку потребовало от нее «объективности», в смысле исключенности из нее личностного уникального, субъективного. Заниматься философией (профессиональной) стало равносильно освоению определенных схем, методов мышления и массива информации, без труда вызревания души и саморазвития. Главное в том, что готовые стандартные схемы мысли (идеология) позволяют уважать себя, не напрягаясь в «родах мысли».

Ведь мыслить — это всегда рискованное и невероятно трудное занятие. «Мысль — это напряжение и труд. И не столько в том смысле, что нужно уметь оперировать понятиями, знать правила вывода и реально выполнять логические операции... Напряжение как раз связано с держанием мысли, или возобновлением состояний мысли (именно эту способность держать мысль классические философы называли способностью суждения» [10].

Классика знала, что необходимо усилие, чтобы повторялась мудрость бытия. Лишившись избранного места, мыслитель оказался в ситуации, когда он не может передать истину «своего места», это «место» еще предстоит создать. Этот момент хорошо осознали философы, именуемые постмодернистами [11]. Введенное ими понятие «деконструкция» указывает на то, что философствование как живой опыт сознания затруднен и требуется специальная процедура — деконструкция, чтобы появилась возможность такого опыта. Постмодернистский демарш состоял в постулировании невозможности философствования как отдельного, самостоятельного жанра и инкорпорированности философии в различные семиотические практики. Фактически данное положение во многом является экспликацией практики и функционирования философствования, когда некоторые мыслительные акты осуществляются учеными, художниками, поэтами и т.д. и, несомненно, являются философскими на том основании, что они восстанавливают соразмерность мира и человека, укореняя его в бытии.

В отличие от официальной, профессиональной философии эти спонтанные акты философствования способны изменять духовную ситуацию в науке и культуре в целом. Дело в том, что наука озадачена освоением своей конкретной реальности, добыванием содержания уже в имеющихся формах мысли, отлитых некогда философией. Философствование здесь прорывается тогда, когда перестают работать принятые формы мысли, т.е. нарушается возможность понимать мир (мир перестает быть соразмерным с человеком). Так, например, открытие А. Эйнштейна, величайшего физика и мыслителя XX столетия, было возможным лишь с введением иного понимания человека в мире: «Реальность не дана нам, а задана (так же как задаются загадки)» [12]. Или еще одна идея: «...вопрос о природе действительности является бессмысленным» [13]. Ученые, в отличие от философов, больше руководствуются фактами и самооощущением жизни. Как говорил М.К. Мамардашвили, лучше философствовать и носить простую шляпу и кепку, чем «колпак философии в жизни». Существуют периоды в сознательной деятельности людей, когда целостность, всесвязанность мира никем не держится, человек утрачивает укорененность в бытии, именно тогда философствование прорывается в науке, литературе и искусстве.

В начале XX века, остро почувствовав эту утраченность бытия, Ф. Ницше словами безумца из работы «Веселая наука» утверждал: «Бог мертв», т.к. не осталось никого, кто бы собой воплощал божий завет — «держал Бога живым» [14].

Новый опыт философствования неизбежен, но никогда нельзя предвидеть: где, в какой области снова сверкнет свет человеческой мысли, показывая собой, что человечество живо. В XX столетии наиболее «плодоносной», в смысле философских идей, оказалась наука, возможно, в силу своей природы держаться как можно дальше от разного рода идеологий, оставаясь в свете «истины» до тех пор, пока этот свет удастся удер-

жать — пока задаваемые и проясняемые процедурой осознания основания научной деятельности остаются непосредственными очевидностями. Как только эта очевидность утрачивается, возникает проблема восстановления оснований мира.

Если философия не в силах укоренить человека в бытии, то ученые берутся за эту процедуру самостоятельно «по зову сердца», будучи захваченными заботой об исчезнувшей соразмерности мира и человека, об утраченном «понимательном пространстве», о бытии, ибо человек, по словам М. Хайдеггера, принадлежит своему существу лишь постольку, поскольку слышит требования Бытия.

### Литература

1. Мамардашвили М.К. Как я понимаю философию. — М., 1990. — С. 34.
2. см: Чебанов С. Нефилософские формы философствования // Парадигмы философствования. Вторые международные философско-культурные чтения. — Вып. 2. — Санкт-Петербург, 1995. — С. 69; Федяев Д.М. «О философичности литературного текста // Гуманитарные исследования: Ежегодник. — Вып. 6. — Межвузовский сборник научных трудов. — Омск: Изд-во ОмГПУ, — С. 202, 218-224; Федяев Д.М. Бытийственный импрессионизм лирики Александра Блока. — Омск, ОмГПУ, 2002. — 98 с.
3. Лазарев Ф.В. Философствование как тип рефлексии // <http://www/crimea.edu/internet/Tducation/notes/edilion13/13> — С. 1-2.
4. Хайдеггер М. Письмо о гуманизме // Хайдеггер. — М. Время и бытие, 1993. — С. 198.
5. Сантьяна Дж. Прогресс в философии // Вопросы философии. — 1992. — № 4. — С. 126.
6. Бондаренко И.А. Жизнь сознания: Конструирование новой онтологии сознания в культуре XX века. — Омск. ОмГУ 2002, с.27
7. Термин «Второе рождение» является общекультурным термином особого значения, он заимствован в философии М.К. Мамардашвили: см. Картезианские размышления, С. 23.
8. Философия М. Хайдеггера и современность. — М., 1991. — С. 243.
9. Бондаренко И.А., там же С. 3.
10. Бондаренко И.А., там же С. 47.
11. Бондаренко И.А., там же С. 43.
12. Основателем этого направления считают современного французского философа Ж. Деррида. Понятие «деконструкция» введена в книге «Нечто. Относящееся к грамматологии» (1967).
13. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. — М., 1967. — т.7. — С. 307.
14. там же, С. 307-308.
15. Бондаренко И.А., там же С.34.

**ЗЕНЕЦ** **Нина Геннадьевна**, кандидат философских наук, доцент, докторант.

## ТЕОРИЯ ДИЗАЙНА В СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

В статье поднимаются проблемы теории дизайна как науки в современной России. Анализируются особенности развития научных институтов в этой области.

Любая наука, а тем более прикладная, существует и поддерживается на основе целого ряда факторов, в числе которых, и не на последнем месте, находятся требования научно-обоснованных знаний для практической деятельности и образования. Рассмотрение и анализ прикладных наук, а теория дизайна именно к таковым и относится, нужно проводить не изолированно, а в составе системы: наука – практика – образование. Взаимоотношения внутри этой системы выстраиваются следующим образом. Практика определяется потребностями общества, но во многом зависит от уровня науки и образования. Наука должна опираться на практику как на источник информации и критерий для оценки научных теорий. В применении к теории дизайна это особенно важно, так как из-за особенностей объекта изучения использование внутринаучных методов проверки теорий, в виде проведения экспериментов, в большинстве случаев невозможно. Образование, преимущественно высшее, должно опираться на науку, но готовить для практической деятельности. При этом сложность положения образования заключается в том, что изменения в мире, в целом, и в профессиональной сфере дизайна происходят все быстрее и быстрее, и представления о профессиональной практике устаревают через несколько лет после своего возникновения. В этих условиях единственной надежной опорой для построения образовательной стратегии может служить только наука, которая, анализируя весь предыдущий опыт, создает теории, на основании которых будет возможно, в первую очередь, эффективно действовать в постоянно меняющейся ситуации, во-вторых, прогнозировать будущее развитие событий в профессиональной сфере. Однако наше российское высшее образование в области дизайна часто строится на привитии студентам-дизайнерам именно практических навыков, тогда как теория не всегда преподается в полном объеме, иногда заменяется философией дизайна, в которой основой является философия, а не дизайн.

Если анализировать организацию данной науки в России, то для начала нужно вспомнить историю ее возникновения и развития. Известна точная дата ее возникновения, это 28 апреля 1962 года. Тогда Советом министров СССР было принято Постановление № 594, согласно которому под эгидой Государственного комитета СССР по науке и технике был образован Всероссийский научно-исследовательский институт технической эстетики. Возглавил ВНИИТЭ кандидат искусствоведения Юрий Борисович Соловьев. На ВНИИТЭ были возложены функции межотраслевого научно-методического, координационного и информационного центра по развитию дизайна и эргономики в стране. Фактически институт должен был создать теоретическую базу для художественного кон-

структурирования (дизайна) в СССР и на основании этих разработок развивать художественное конструирование во всех его составляющих, таких как художественно-конструкторское образование и практика. Тогда же был создан специализированный печатный орган для обсуждения проблем художественного конструирования «Техническая эстетика», начали проводиться научно-практические конференции и семинары, стало развиваться специальное образование.

В 1967 г. в была создана единая государственная система художественно-конструкторских организаций, в которую вошли: ВНИИТЭ как общегосударственный научно-исследовательский и художественно-конструкторский центр; 10 зональных филиалов ВНИИТЭ, ведущих, наряду с научными исследованиями, проектную деятельность в сотрудничестве с промышленностью, а также осуществляющих методическое руководство художественно-конструкторскими подразделениями (Армянский, Азербайджанский, Белорусский, Вильнюсский, Грузинский, Дальневосточный, Ленинградский, Киевский, Харьковский, Уральский); группа отраслевых и других головных художественно-конструкторских организаций союзных и республиканских министерств и ведомств; художественно-конструкторские группы, бюро и отделы предприятий, НИИ, СКБ и других организаций.

В 1968 году постановление Совета министров СССР № 821 возложило на ВНИИТЭ разработку научных методов оценки, прогнозирования и контроля потребительских свойств изделий машиностроения и культурно-бытового назначения, разработку проектов межотраслевых государственных стандартов на общие технико-эстетические требования к качеству промышленных изделий, координацию научно-исследовательских работ по проблемам эргономики, а также методическое руководство работой художественно-конструкторских бюро, отделов и групп на предприятиях и организациях министерств и ведомств.

В 1976 г. на основании постановления ЦК КПСС и Совета министров СССР № 1056 на ВНИИТЭ была также возложена задача согласования технических заданий и оценки технического уровня новых видов товаров культурно-бытового и хозяйственного обихода.

Принятое в 1987 г. постановление Совета министров СССР № 1248 дополнительно возложило на ВНИИТЭ разработку межотраслевых дизайн-программ и крупных дизайн-проектов важнейших видов машиностроительной продукции, товаров народного потребления и средовых объектов, а также методическое руководство проведением отраслевых и региональных курсов дизайн-разработок.

В настоящее время ВНИИТЭ определяет свои цели следующим образом (материалы взяты с сайта

[www.advtech.ru](http://www.advtech.ru)): исследование качества жизни как критерия социально-экономического развития Российской Федерации.

- разработка показателей качества жизни и методов их оценки, выявление социальных последствий внедрения достижений научно-технического прогресса и принятия эффективных правительственных решений по устойчивому развитию экономики, техники и социальной сферы с учетом критериев качества жизни; методическое обеспечение и практическое участие в создании конкурентоспособной промышленной продукции с использованием средств и методов дизайна и эргономики.

- использование возможностей дизайна как неотъемлемого элемента рыночной экономики для реализации государственной стратегии в области качества, использования научно-технических достижений и новых технологий при создании наукоемкой продукции, разработки нормативно-технических документов и информационных баз данных, учитывающих требования дизайна и эргономики к качеству товаров народного потребления; формирование предметно-пространственной среды жизнедеятельности детей-инвалидов, обеспечивающей их социальную адаптацию и реабилитацию.

- создание ассортимента оборудования для детей-инвалидов, не уступающего по функциональным возможностям и качеству импортному; участие в разработке и осуществлении мер по сохранению и развитию научно-технического и кадрового потенциала России, адаптации научно-профессионального уровня дизайнеров и эргономистов к условиям рыночной экономики.

- подготовка специалистов новой формации, отвечающих требованиям современной профессиональной эргономической деятельности, разработка концепции и модели второго (дополнительного) высшего дизайн-образования на базе ВНИИТЭ.

Как показывает история развития этого института, а теория дизайна под названием техническая эстетика развивалась именно в нем, значительных центров теории дизайна на базе вузов так и не возникло, процесс его развития шел в следующих направлениях.

Во-первых, от центра, который должен был самым всесторонним образом изучать дизайн, к организации с довольно узкой научной направленностью. Направленность на изучение дизайна как средства повышения качества жизни, заданная институту в конце семидесятых, сохраняется до сих пор. Ежегодно проводятся научно-практические конференции и семинары по этой тематике. В 2000 г. в Москве состоялась Всероссийская конференция «Качество жизни: Россия XXI века». В 2001 году в Москве состоялась Всероссийская научно-практическая конференция «Качество жизни и российское предпринимательство». В 2002 г. Международный научный семинар «Качество жизни: критерии, оценки. Отечественный и зарубежный опыт». В IV квартале 2003 года ВНИИТЭ планирует проведение в Москве IV Всероссийской научно-практической конференции «Качество жизни через социальное партнерство».

Во-вторых, от центра, который руководил всей научной, образовательной и практической деятельностью в области дизайна, к организации, деятельностью которой не выходит за рамки Москвы.

В третьих, от центра, который осуществлял, если так можно сказать, «миссионерскую» деятельность по развитию, распространению и пропаганде дизайна, к организации, которая печатает только свои сборники по итогам конференций.

В 1991 году был создан Союз дизайнеров России, который не взял на себя обязанности по развитию дизайнерского образования и науки. В своем уставе он определенно заявляет о своих целях:

- содействие созданию приемлемых социально-бытовых условий для членов Союза и их семей, оказание помощи ветеранам Союза и молодым дизайнерам;

- забота о творческом наследии российских дизайнеров, содействие формированию коллекции музея дизайна, сохранение и развитие народных традиций в проектной дизайнерской культуре;

- содействие в реализации произведений дизайна, выполненных членами Союза, в обеспечении их занятости, организация выставочной деятельности, содействие в получении художественно-дизайнерского образования;

- сбор и анализ информации, касающейся достижений дизайна в России и за рубежом, пропаганда достижений российского дизайна.

Количество выпускников вузов по специальности дизайн постоянно растет, скоро количество дипломированных дизайнеров в России сравняется с мировыми показателями. Однако подавляющее большинство из них имеет весьма специфические представления о теории дизайна, об этом в частности можно судить по материалам сайтов, посвященных дизайну. Все эти сайты, как правило, создаются выпускниками старейших и, безусловно, лучших центров дизайнерского образования в России. Это Екатеринбургский сайт — [www.designet.ru](http://www.designet.ru), Нижне-Новгородский — [www.rosdesign.com](http://www.rosdesign.com), Санкт-Петербургский — [www.sreda.boom.ru](http://www.sreda.boom.ru). Пытаясь восполнить дефицит теоретической информации, создатели размещают статьи, книги или отдельные главы из них, посвященные теоретическому осмыслению дизайна. Подбор источников говорит о недостаточной целостности системы представлений о предмете и часто сводится либо к практическим руководствам, либо устаревшим теоретическим работам (особенно много их на [www.sreda.boom.ru](http://www.sreda.boom.ru)), либо собственным размышлениям авторов, которые часто показывают весьма специфические представления авторов о терминологии дизайна. Для примера можно привести определение, которое Д. Ключев, автор сайта [www.rosdesign.com](http://www.rosdesign.com), дает термину экодизайн: «Экодизайн — это экологический дизайн жилища человека (квартиры, дома, дачи, офиса и т.д.). Современный дом должен быть красивым и удобным, а еще иметь душу. Особенность экодизайна и в том, что он учитывает характер, возраст, социальный статус и даже темперамент жильцов. Экологический дизайн высвобождает и направляет положительную энергию, правильно располагает мебель в доме и выбирает оптимальное сочетание цветов. А также нейтрализует в квартире патогенные зоны, устраняет влияние отрицательной энергии. Задача экодизайнера — привлечь в дом как можно больше животворной энергии ци. Все помещения в доме в ней нуждаются, но необходимое количество ее зависит от конкретных функций каждого помещения. Если энергии ци мало, то жильцы чувствуют вялость, тяжесть на подъем, но избыток ци тоже вредит — он приводит к хаосу. Ци должна двигаться по дому беспрепятственно, не встречая на пути ловушек. Если вы с трудом протискиваетесь между предметами обстановки, например, чтобы сесть или выйти из-за стола, значит энергия ци застаивается. Существуют еще две противоположные, уравновешивающие друг друга энергии: инь и ян. Например, спальня должны быть более иньской. Здесь уместен приглушенный, неяркий свет. С другой стороны, если вы ощущаете недостаток энергии,

беспричинную грусть, попробуйте добавить ян в обстановку гостиной, кухни или мастерской. Как добавить? Яркими красками, более мощным освещением, музыкой...

Наши человеческие проблемы напрямую связаны с проблемами нашего дома. Решив их, мы можем изменить свою жизнь. Определенные необременительные и не требующие глобальных материальных затрат рекомендации по выбору места жительства и организации внутреннего пространства дома или офиса помогут полному раскрытию ваших потенциальных возможностей. Даже элементарное перемещение мебели или изменение сочетания цветов в помещении способны благотворно повлиять на ваше самочувствие, материальное благосостояние, карьерный рост, любовные и семейные отношения". Это определение можно рассматривать как определение интерьерного дизайна с позиций фен-шуй или какой-нибудь биоэнергетической теории, но к тому, что в мировой теории дизайна принято понимать под экодизайном, оно не имеет никакого отношения. При этом надо отметить, что экодизайн (он же гриндизайн) не является каким-то уж очень узкоспециальным термином. Обсуждение проблем экодизайна было очень популярно в последнее десятилетие. Ни одно определение дизайна, кроме российских, не осталось без ссылки на его экологическую направленность. Вот отрывок из определения промышленного дизайна, которое сделано ICSID (Международным обществом Союзов промышленного дизайна): «Дизайн стремится обнаружить и оценить структурные, организационные, функциональные, выразительные и экономические отношения с целью увеличения глобальной поддержки и защиты окружающей среды (глобальная этика)».

Это положение вызвано двумя причинами. Первую можно назвать организационной, вторую внутридисциплинарной. Первая связана с организацией функционирования научных организаций и отдельных ученых в этой области в современной России. Вторая причина касается более сложных проблем, связанных с формированием собственно теории дизайна как самостоятельной науки.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что на сегодняшний день в России не существует центра по развитию теории дизайна и координации направленных на эту цель усилий отдельных ученых и педагогов. Второй и важнейшей проблемой является отсутствие специализированных научных журналов, где бы происходило обсуждение всех вопросов связанных с наукой, образованием и практической деятельностью. Единственный журнал, который уделяет этим вопросам некоторое место, — это «Архитектура. Строительство. Дизайн», но нужно признать, что теории дизайна там крайне мало.

Анализируя сложившееся положение можно констатировать то, что постоянно увеличивается разрыв между развивающимся образованием, пусть медленно, но устанавливающейся практикой и наукой, которая практически исчезла. При этом утверждать то, что это естественная смерть, вызванная ненужностью данной дисциплины, нельзя. Наличие теоретических разделов на большинстве сайтов, посвященных дизайну, говорит о востребованности этих знаний.

**ФОМЕНКО Василий Витальевич**, аспирант кафедры «Дизайн, реклама и технология полиграфического производства».

## Люди русской науки

# АНТИЧНАЯ ЭСТЕТИКА СКВОЗЬ ПРИЗМУ ДИАЛЕКТИКИ

**Алексей Федорович ЛОСЕВ (1893-1988),**  
советский философ,  
110 лет со дня рождения

Родился в Новочеркасске в интеллигентной семье, занимался музыкой. Гимназию окончил с золотой медалью. В 1915 окончил историко-филологический факультет Московского университета. В 1922 — профессор Московской консерватории, затем заведующий отделом эстетики в Академии художественных наук.

Читал курсы литературы, логики, эстетики и истории философии в вузах Москвы. В 1930 был репрессирован, работал на Беломорканале. Вследствие полученной инвалидности и благодаря усилиям друзей был досрочно освобожден в 1933. Доктор филологических наук (1943). В 1942—1944 работал в Московском университете, затем до конца своих дней работал профессором-филологом в Московском государственном педагогическом институте имени В. И. Ленина (МГПИ).

В работах 1920-х под влиянием Платона, Г. Гегеля и Ф. Шеллинга (1775-1854) стремился построить методами идеалистической диалектики универсальные модели бытия и мышления ("Диалектика художественной формы", "Философия имени", "Музыка как предмет логики", все — 1927). Начинает заниматься исследованиями античной философии и эстетики. Программная работа того времени — "Диалектика мифа" (1930). Дело всей жизни Лосева — фундаментальный труд "История античной эстетики".

Всего им написано более 500 научных работ, из которых 30 — монографии.  
Лауреат Государственной премии (1986).

# ХИМИЯ И ФИЗИКА МАТЕРИАЛОВ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

УДК 621.574

И. Х. КАРАГУСОВ

Омский государственный  
институт сервиса

## ПРИМЕНЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Приведены результаты научно-исследовательской и конструкторской работы по созданию надежных и долговечных композиционных материалов, разработке технологии их получения и нанесения на поверхности различных узлов трения машин, работающих без смазки, при обедненной смазке и в других специфических условиях.

Новые специальные материалы определяют технический уровень, характеристики, надежность и долговечность машин. Применение же новых материалов выдвигает требования учета их специфических свойств при создании машин различных отраслей техники.

К материалам, применяемым в узлах трения машин, особенно работающих при обедненной смазке или без смазки, предъявляются жесткие требования по антифрикционным, теплофизическим и другим свойствам. Зачастую, применяемый материал должен обладать высокими прочностными свойствами при низких температурах, имея при этом малый удельный вес, низкую теплопроводность, вакуумную плотность и другие характеристики.

В результате проведенной научно-исследовательской и конструкторской работы созданы различные надежные и долговечные композиционные материалы, технологии их получения и нанесения на рабочие

поверхности валов машин, подшипников скольжения и качения, поршневых уплотнений, зубчатых колес редукторов и других узлов трения, работающих без смазки, при обедненной смазке и в других специфических условиях [1]. Созданные материалы прошли натуральные испытания в различных машинах, защищены авторскими свидетельствами.

Антифрикционные материалы на основе фторопласта-4, эпоксидных смол и других пластмасс разработаны и внедрены в производство. Разработаны технологические процессы нанесения антифрикционных материалов на пары трения при производстве и восстановлении изношенных деталей.

Многие материалы используются в криогенных машинах, в подшипниках скольжения активаторов, центрифуг, насосов стиральных машин, нефтяных насосов, швейных и других машин.

Внедрение антифрикционных несмазываемых материалов в узлах криогенных машин дало возможность

их создания [1]. Эти машины широко применяются в науке и во многих отраслях промышленности: энергетика и электроника, ракетная техника и космонавтика, информатика и связь, медицина и сельское хозяйство, авиация и морская техника, оборона, научные исследования и нефтегазовая промышленность. Это далеко не полный перечень отраслей и направлений, будущее которых определяется дальнейшим развитием и применением криогенной техники и технологии [2]. Экологически безопасные установки создаются на базе уже созданных газовых холодильных машин [3].

Для проектирования и изготовления машин, работающих без смазки, были проведены исследования, на основании которых разработаны различные материалы в отделе криогенного материаловедения, созданного и возглавляемого автором в 1971 году в Омском научно-исследовательском институте микрокриогенной техники (НИИМКТ).

Так, был создан первый работоспособный антифрикционный материал НАМИ-ФБМ, способный работать без смазки [4] (отраслевой стандарт ОСТ 2613-43-75).

В результате проведения дальнейших научных исследований были созданы несмазываемые материалы с повышенной износостойкостью — антифрикционный материал К-23 ТУ-26-2052-74 [5], антифрикционная композиция К-43 [6] и другие. В это время разрабатывается новый способ получения антифрикционных материалов [7].

Для несмазываемых зубчатых колес был разработан антифрикционный материал ПТК-Ф ТУ-13-153-73 [8].

Разработан антифрикционный материал для подшипников скольжения и направляющих поршня, работающих без смазки, АК-1 ОСТ 2613-75. Все указанные материалы изготавливаются серийно.

Совместно с ВНИПП (г. Москва) разработаны подшипники качения с сепараторами из материала НАМИ-ФБМ ТУ 3739-ОП 75, работающие в микроохладителях, которые изготавливаются серийно на подшипниковом заводе ВНИПП (свыше 10 наименований) [9].

В результате научных исследований и экспериментов были разработаны конструкции и технологический процесс ТТП-053 на изготовление титановых фильтров, технические условия КВО 0.706.00 ТУ [10].

Совместно с СКТБ Химмаш (г. Москва) были созданы чечевичные фильтрующие элементы из нержавеющей стали для криогенных машин. Разработаны технические условия на фильтрующие элементы ТУ 26-1153-83-73 и эталон на внешний вид. Освоено серийное производство титановых и стальных фильтров

Разработаны совместно с ЦНИИФ антифрикционные несмазываемые материалы на основе текстолитов для вытеснителей и направляющих поршня СТ-Ф и ВТ-Ф ТУ 13-1999-74.

В результате исследовательских работ были разработаны и внедрены клеи Д,10Н ТУ 26-2052-10-76 и ВН-200Н ТУ 26-2052-11-76 для склеивания различных материалов, обеспечивающие прочность на отрыв 400-500 кг/см<sup>2</sup> при температуре 77 К. Разработана технология подготовки склеивания поверхностей, которая позволила увеличить прочность клеевых соединений. Без проведения такой подготовки материалов на основе фторопласта-4 (НАМИ-ФБМ. К-23, К-43, КВЕ-3 и др.) вообще не склеиваются [11].

Совместно с ГИПК (г. Кировокан) была разработана жидкая уплотняющая прокладка ГИПК-42 ТУ 6-05-251-44-75, совместно с Ленинградским технологи-

ческим институтом — способ получения поверхностного теплообменника [12].

В результате научно-исследовательской работы разработаны перспективные конструкторские решения [13, 14, 15].

Большая работа проделана по разработке и применению антифрикционных материалов для узлов, работающих в условиях швейной промышленности, при ремонте бытовой техники и других отраслях.

Рассмотрим одну из них.

Швейное производство представляет собой отрасль, все еще использующую систему "оператор-машина". Поэтому повышение производительности труда оператора тесно связано с повышением производительности самих машин.

Улучшение конструкции одежды и внедрение в швейной промышленности новых, более прогрессивных технологий и методов ее изготовления позволяет применять более высокие скоростные режимы обработки. Увеличение скорости работы вновь выпускаемых машин предъявляет особые требования к физико-механическим свойствам материалов, из которых они изготавливаются.

С появлением быстроходных швейных машин с производительностью 5000 и более стежков в минуту возросла и скорость прохождения лезвия иглы в материал. В результате трения при прохождении лезвия иглы через материал образуется большое количество тепла, нагревающего иглу до высоких температур (около 400 °С), что сказывается на качестве пошиваемых изделий.

Ситуация обостряется при пошиве одежды из материалов, содержащих химические волокна, когда значительно возрастает сопротивление между поверхностью иглы и материалом. В этом случае ушко иглы и длинный желобок ее оказываются полностью забитыми частицами химических волокон, и дальнейшее использование иглы становится невозможным.

Чтобы исключить эти нежелательные явления, необходимо уменьшить коэффициент трения между иглой и материалом.

Многие отечественные и зарубежные ученые уделяют большое внимание решению выше перечисленных проблем. Ведется поиск путей, позволяющих снизить коэффициент трения между тканью и иглой: пропитка трикотажного полотна парафином, смазка нитей и пошиваемых материалов специальными составами, хромирование и другие покрытия поверхности игл и т. д. Но все эти меры не дают желаемого результата.

Автором была проведена исследовательская работа, в результате которой были разработаны антифрикционный материал К5 и технологический процесс его нанесения на машинные швейные иглы. Разработанное специальное приспособление позволяет постоянно поддерживать необходимый слой на игле [16, 17].

Внедрение предложенного технологического процесса дало возможность снижения потребления электрической энергии на 10-15%, повышение срока службы машинных игл, возросла производительность труда, повысилась прочность ниточных соединений и уменьшилась повреждаемость пошиваемых изделий [17].

Многие рассмотренные изобретения могут быть использованы при разработке технологических процессов и создании узлов с антифрикционными и конструкционными материалами, работающими при обедненной смазке и абразивном трении, в воде и других средах с целью внедрения их при изготовлении, ремонте оборудования.

## Литература

1. Карагусов И. Х. Исследование и разработка материалов. Омск: АО "Сибкриотехника", 1997. Вып. 1, часть 2. — С. 3/135.
2. Карагусов И. Х., Першин А. С. Мотор-компрессор бытового холодильника. Омск: АО "Сибкриотехника", 1997. Вып. 1, часть 1. — с. 3/135.
3. Афанасьев В. А., Ляпин В. И., Карагусов В. И., Карагусова Е. Е., Поляков П. Б. Экологические безопасные холодильные установки на базе газовых холодильных машин. Омск: АО "Сибкриотехника", 1997. — Вып. 1, часть 1 — С. 10/135.
4. Филиппов А. Н., Карагусов И. Х. Антифрикционный материал. А.С. № 54415 СССР, 1971.
5. Базетова Г. Р., Карагусов И. Х. Полимерная композиция А.С. № 445310 СССР, М.К. С 08f 20/16, 1974.
6. Карагусов И. Х., Базетова Г. Р. Полимерная композиция А.С. № 440886 СССР, М.К. С 08f 20/16, 1974.
7. Филиппов А. Н., Карагусов И. Х., Монахов И. И., Мышко К. А., Остапчук В. А. Способ получения антифрикционных материалов А.С. № 75931 СССР, 1973.
8. Доронин Ю. Б., Соко Е. В., Галдин В. М., Модин Н. А., Карагусов И. Х. и др. Антифрикционный пресс-материал. А.С. № 594750 СССР. М.К<sup>2</sup>. С 081 61/19. С 08j 5/16, В 27 D 1/04 В 32 27/20, 1977.
9. Исследование и разработка специальных подшипников качения, работающих в инертных средах. В сб.: Перспективы развития и применения микрокриогенной техники. Тезисы докладов Всесоюзного научно-технического совещания. М.: ЦИНТИ химнефтемаш, 1977. — С. 2.
10. Карагусов И. Х., Сухарина Н. Н. Применение титановых фильтров. В сб.: Криогенное и кислородное машиностроение. Реферативный сборник. — М.: ЦИНТИ химнефтемаш, 1974. — №2. — С. 8-9.
11. Карагусов И. Х., Карагусова Л. И., Васильева Е. Ф. Склеивание антифрикционных материалов, изготовленных из фторопласта-4. В кн.: Криогенное, кислородное и автогенное машиностроение. М.: ЦИНТИ химнефтемаш, 1971. — №2. — С. 81-85.
12. Вольнер А. В. Грезин А. К., Громов Э. А., Карагусов И. Х. и др. Способ изготовления поверхностного теплообменника. А.С. № 466062 СССР, М.К. В 21 d 53/04, F 28f 7/02/ 1974.
13. Карагусов И. Х. Першин А. С. № 599124 СССР, М.К<sup>2</sup>. FJ 1/00 1977.
14. Карагусов И. Х., Тепляков В. П., Попов В. П. Поршневое кольцо. А.С. №635333 СССР, М.К<sup>2</sup>. FJ 1/00 1977.
15. Карагусов И. Х., Бородин А. В. Шатунно-поршневой узел. А.С. № 1672048 СССР, М.К.И. F16J 1/14, 1/22, 1991.
16. Карагусов И. Х., Першин А. С. Влияние антифрикционного твердосмазывающего материала на усилие прокола материала иглой. В сб.: Научно-техническая продукция вузов бытового обслуживания населения — рынку 91-95. Тезисы докладов научно-практической конференции. — М.: МТИ, 1991. — С. 1/112.
17. Карагусов И. Х., Першин А. С. Разработка технологии нанесения твердосмазочного материала на поверхность швейной иглы. В сб.: Качество и надежность узлов трения. Тезисы докладов Межреспубликанской научно-практической конференции Украины. — Хмельницкий: ХТИ, 1992. — с. 1/154.

**КАРАГУСОВ Иван Харитонович**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, профессор.

## Книжная полка

### Учебники, рекомендованные Минобразованием РФ

Зимон А.Д. Физическая химия: Учебник для студентов технологических специальностей вузов. / А.Д. Зимон. — М.: Агар, 2003. — 320 с.: с ил.

Березин Б.Д. Курс современной органической химии: Учеб. пособие / Б.Д. Березин, Д.Б. Березин. — М.: Высш.шк., 2001. — 768 с.: с ил.

Тюкавкина И.А. Органическая химия. Основной курс. Книга 1: Учеб. для вузов / Н.А. Тюкавкина. — М.: Дрофа, 2002. — 640 с.

Тюкавкина Н.А. Руководство к лабораторным занятиям по органической химии: Пособие для вузов / Н.А. Тюкавкина. — М.: Дрофа, 2002. — 384 с.

Павлов П.В. Физика твердого тела: Учебник / П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов. — 3-е изд., стер. — М.: Высш.шк., 2000. — 494 с.: с ил.

# НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

УДК 389.518.54:616.711-077.55

**Н. Н. ЧИГРИК  
В. И. ГЛУХОВ  
Л. А. СИТКО**

Омский государственный  
технический университет

Омский областной вертебрологический центр при  
детской городской клинической больнице №3,  
г. Омск

## МЕТОДИКА МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛА ИСКРИВЛЕНИЯ ПОЗВОНОЧНИКА ПРИ ЕГО СКОЛИОТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЯХ

Установлено, что одной из причин больных, имеющих запущенную стадию сколиотического заболевания, является отсутствие учета погрешностей при измерении параметров, непосредственно характеризующих как тип диспластического сколиоза, так и сколиотическое заболевание в целом, что ведет к недостоверной постановке диагноза и прогноза дальнейшей динамики заболевания. В работе предложена методика выполнения измерения угла искривления позвоночника, проводимая по первичной рентгенограмме и дающая возможность повышения достоверного измерения этого параметра.

В современной ортопедии с целью выявления этиологии диспластического сколиоза, морфологических изменений отдельных позвонков, ортопедическое обследование позвоночника включает в себя углубленное изучение рентгенологической картины, по-

скольку в медицинской практике часто наблюдаются случаи, когда рентгенологическое исследование выявляет значительное искривление позвоночника, в то время как при клиническом обследовании косметический дефект мало заметен [1].

Одним из определяющих параметров сколиотического заболевания при рентгенологическом методе исследования является угол искривления позвоночника ( $\gamma$ ), представляющий собой угол между осями с информативностью 4 основной и вспомогательной систем координат двух и более позвонков, имеющих центр кривизны по одну сторону от позвоночника во фронтальной проекции на рентгенограмме (рис. 1). В качестве модели объекта измерений используется рентгенограмма грудной клетки, а метода измерения – метод непосредственной оценки [2]. Пределы измерения угла искривления позвоночника от  $0^\circ$  до  $90^\circ$ .

В качестве средств измерения используется линейка измерительная [3]: пределы измерений 0-150 мм, ширина – 18 мм, предел основной погрешности – 0,1 мм, цена деления – 1 мм; термометр воздушный [4]; угломер транспортирный [5]; вспомогательное средство – авторучка с  $\varnothing$  шарика 0,5 мм. Условия измерения параметра: температура окружающей среды  $20^\circ \pm 2^\circ\text{C}$  [6]; плоскость съемки углов – вертикальная  $\pm 1^\circ$ .

В процессе проведения измерения угла искривления позвоночника образуются как инструментальная, так и методические погрешности. Инструментальная погрешность определяется погрешностью угломера  $\Delta_{ин.} = 6' = 0,0017$  рад, а методическая погрешность образуется погрешностью схемы измерения, погрешностью базирования, температурной, субъективной и погрешностью съемки [7, 8].

Погрешность схемы измерения ( $\Delta_{cx.}$ ) определяется неточностью построения основной и вспомогательной осей координат крайних позвонков из-за полосы нерезкости контуров позвонков (рис. 1) и рассчитывается путем квадратического суммирования угловых отклонений  $\Delta\alpha_{cx.1}$ ,  $\Delta\alpha_{cx.2}$  осей как основной, так и вспомогательной систем координат крайних деформированных позвонков дуги искривления позвоночника, образуемых из-за нерезкости контуров позвонков

$$\Delta_{cx.} = \sqrt{\Delta\alpha_{cx.1}^2 + \Delta\alpha_{cx.2}^2}$$

Угловые отклонения  $\Delta\alpha_{cx.1}$ ,  $\Delta\alpha_{cx.2}$  согласно схеме (рис. 1), рассчитываются по формуле

$$\Delta\alpha_{cx.} = \frac{S}{\ell}, [\text{рад}]$$

где  $S$  – толщина линии, проведенной вдоль крайних деформированных позвонков, образующих локализацию дуги искривления позвоночника,  $S = 0,25-0,5$  мм;  $\ell$  – расстояние между касательными точками, образуемыми при проведении линии вдоль основания крайних деформированных позвонков дуги искривления позвоночника,  $\ell = 26-45$  мм.

Поскольку максимальное предельное значение  $S$  и  $\ell$  составляют 0,5 мм и 45 мм, то  $\Delta\alpha_{cx.1} = \Delta\alpha_{cx.2} = 0,5/45 = = 0,01$  рад, тогда, суммируя погрешности  $\Delta\alpha_{cx.1}$  и  $\Delta\alpha_{cx.2}$  квадратически, имеем

$$\Delta_{cx.} = \sqrt{0,01^2 + 0,01^2} = \pm 0,014 \text{ рад.}$$

Погрешность базирования ( $\Delta_{баз.}$ ) возникает из-за отклонения от прямолинейности построенных осей (рис. 2).

Погрешности базирования  $\Delta_{баз.1}$  и  $\Delta_{баз.2}$  основной и вспомогательной осей вычисляются по следующим формулам

$$\Delta_{баз.1} = \frac{E_1 F_1}{0,5 \cdot L_1}; \Delta_{баз.2} = \frac{E_2 F_2}{0,5 \cdot L_2},$$

где  $E_1 F_1$  и  $E_2 F_2$  – расстояния между хордами и стягива-

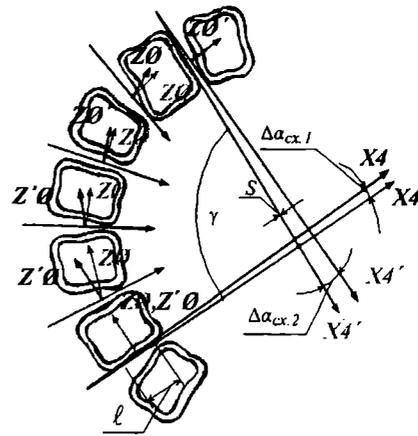


Рис. 1. Определение погрешности схемы измерения.

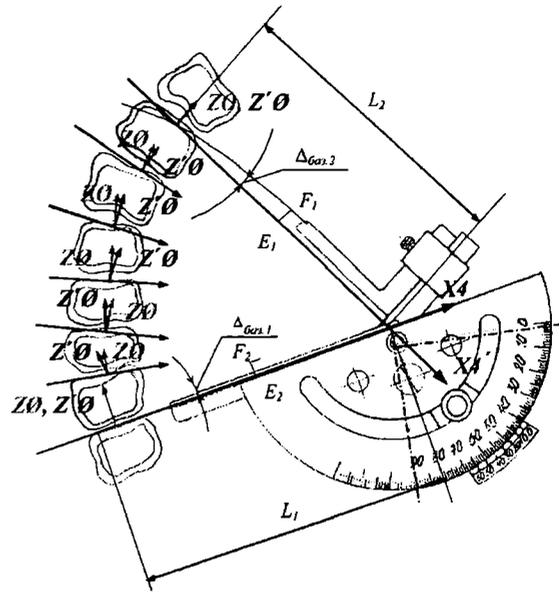


Рис. 2. Расчетная схема определения погрешности базирования.

ющими их дугами в максимально удаленной точке дуг, представляющих собой проведенные основную и вспомогательную оси крайних деформированных позвонков дуги искривления позвоночника,  $E_1 F_1 = E_2 F_2 = = \pm 5$  мм;  $L_1$  и  $L_2$  – длины дуг проведенных основной и вспомогательных осей крайних деформированных позвонков дуги локализации позвоночника,  $L_1 = L_2 = = 230$  мм;

Тогда

$$\Delta_{баз.1} = \Delta_{баз.2} = \frac{10}{0,5 \cdot 230} = 0,1 \text{ рад.}$$

Таким образом, погрешность базирования ( $\Delta_{баз.}$ ), возникающая при определении угла искривления позвоночника по рентгенограмме, вычисляется путем квадратического суммирования погрешностей базирования основной и вспомогательных осей крайних деформированных позвонков дуги искривления  $\Delta_{баз.1}$  и  $\Delta_{баз.2}$

$$\Delta_{баз.} = \sqrt{(\Delta_{баз.1})^2 + (\Delta_{баз.2})^2} = \sqrt{0,1^2 + 0,1^2} = \pm 0,14 \text{ рад.}$$

Температурная погрешность ( $\Delta_t$ ) зависит от температурной деформации рентгенограммы за ее жизненный цикл: съемка – проявление – сушка – хранение

Таблица 1  
Аттестат метрологической методики  
измерения угла искривления позвоночника

№ п/п	Составляющие погрешности	Обозначение погрешности	Значения погрешности, рад	
			Систематические	Случайные
1	<b>Инструментальные:</b>			
1.1	Угломера	$\Delta_{ин}$	0,0017	—
2	<b>Методические:</b>			
2.1	Схемы измерения	$\Delta_{сх}$	—	$\pm 0,014$
2.2	Базирования	$\Delta_{баз}$	—	$\pm 0,14$
2.3	Температурная	$\Delta_t$	—	—
2.4	Погрешность съёмки	$\Delta_c$	—	—
2.5	Субъективная	$\Delta_n$	—	$\pm 0,0017$
		$\Delta_{г}$	0,0017	$\pm 0,14$
		$\Delta_{г \text{ после } n \text{ измерений}}$	0,0017	$\pm 0,04$
		$\Delta_{г, пр.}$		$\pm 0,0417$

— измерение. Поскольку при рентгенографическом исследовании позвоночника используется пленка высокой чувствительности, то данной погрешностью пренебрегаем.

Погрешность съёмки ( $\Delta_c$ ) зависит от положения туловища при съёмки: стоя или лежа. Условия съёмки должны соответствовать условиям ходьбы. В виду отсутствия внешних силовых факторов в процессе съёмки при рентгенографическом исследовании погрешность съёмки  $\Delta_c$  считаем равной нулю.

Субъективная погрешность ( $\Delta_n$ ) зависит от погрешности отсчитывания долей деления угломера  $\Delta_n = \pm 0,1c$ , где  $c$  — цена деления угломера;  $c = 1^\circ$

$$\Delta_n = 0,1 \cdot 1^\circ = 0,1^\circ = \pm 6' = \pm 0,0017 \text{ рад.}$$

Численные значения инструментальных и методических погрешностей, возникающих в процессе проведения измерения и определения угла искривления позвоночника и предельно допустимая погрешность измерения угла искривления позвоночника представлены в табл. 1.

Таким образом, погрешность измерения угла искривления позвоночника, значения которого изменяются от  $0^\circ$  до  $90^\circ$ , составляет  $\pm 2^\circ$ . С учетом принятой международной классификации Кобба (Cobb) угла искривления позвоночника по степеням тяжести

заболевания [9] эта погрешность должна учитываться в качестве поправки, особенно на граничных значениях между степенями тяжести заболевания. При учете приведенных погрешностей достоверность измерения угла искривления позвоночника непосредственно влияет на качество диагностирования и соответственно прогнозирования такого сложного трудноформализованного процесса, как сколиотическое заболевание, и сокращает частоту проведения частого рентгенологического контроля, поскольку рентгеновское излучение действует не только на биологический объект, но и на наследственный аппарат клеток.

#### Литература

1. Ситко Л.А. Нарушение осанки и сколиоз у детей. — Омск, 1996. — 21 с.
2. ГОСТ 16263 — 70. ГСИ. Метрология. Термины и определения.
3. ГОСТ 427 — 75. Линейки измерительные. Технические условия.
4. ГОСТ 302 — 79. Термометр медицинский максимальный стеклянный. Технические условия.
5. ГОСТ 5378 — 88. Угломеры с нониусом. Технические условия.
6. ГОСТ 8.050 — 73. ГСИ. Нормальные условия выполнения линейных и угловых измерений.
7. Чигрик Н.Н. Геометрическое моделирование многопараметрических процессов сколиотических деформаций позвоночника с целью создания системы диагностики и прогнозирования: Дис...к-та тех. наук. — Омск, 2002. — 294 с.
8. Глухов В.И. Методика технических измерений в машиностроении. — Омск: Изд-во ОмГТУ, 2001. — 248 с.
9. Чаклин В.Д., Абальмасова Е.А. Сколиозы и кифозы. — М.: Медицина, 1973. — 256 с.

**ЧИГРИК Надежда Николаевна**, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры метрологии и приборостроения Омского государственного технического университета.

**ГЛУХОВ Владимир Иванович**, доктор технических наук, профессор кафедры метрологии и приборостроения Омского государственного технического университета.

**СИТКО Леонид Александрович**, заслуженный деятель науки РФ, заслуженный врач РФ, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой хирургических болезней детского возраста Омской государственной медицинской академии.

Омский филиал Института математики  
им. С. Л. Соболева СО РАН

Омский государственный  
институт сервиса

Омский государственный университет

## **ВЫДЕЛЕНИЕ ВЕДУЩИХ СВОЙСТВ ПУШНО-МЕХОВЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДЕЛЕЙ ДИСКРЕТНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ**

**В статье рассматриваются основные свойства, влияющие на оценку качества пушно-меховых полуфабрикатов и изделий из меха, через необходимость решения оптимизационных задач с использованием математического моделирования.**

В настоящее время на рынке имеется большое количество разнообразных систем автоматизации проектирования, отличающихся объемом и качеством выполнения различных этапов конструкторской и технологической подготовки производства одежды, надежностью, производительностью, минимальным комплектом оборудования, необходимого для их функционирования, стоимостью, способностью к развитию, совместимостью с другими системами. На многих предприятиях промышленности успешно внедрены системы автоматизированного проектирования (САПР) лекал и раскладок лекал «Гербер» (США), «Лектра» (Франция), «Инвестроника» (Испания), а также отечественные системы «Грация», «Ассоль», «Автокрой», «Автокрой – Т», «САПР – мех» и др.

Из перечисленных разработок только «САПР-мех» включает в себя методику конструирования применительно к меховой одежде, но и в этой системе отсутствует модуль определения свойств кожаной ткани и волосяного покрова пушно-мехового полуфабриката.

Оценка качества пушно-меховых полуфабрикатов и изделий из меха осуществляется в соответствии с ГОСТ 4.420-86 «Шкурки меховые выделанные. Номенклатура показателей» с помощью приборов и органолептическими методами [5,6]. При определении показателей качества по ГОСТу требуется большое количество приборов и химикатов. Определение отдельных показателей возможно только разрушающими методами (рН-водной вытяжки, температура сваривания кожаной ткани и др.) Органолептический метод оценки качества не является достаточно объективным, так как зависит от квалификации специалиста.

В меховом производстве полуфабрикатом являются шкурки животных с большой неоднородностью свойств внутри партии. Различие свойств обусловлено разнообразием природных качеств шкурки, а также неоднозначностью результатов жидкостных и механических процессов выделки. Наличие разных по характеру работ в технологических процессах изготовления изделий существенно затрудняет автоматиза-

цию проектирования и производства изделий из натурального меха.

Качество - это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением [7]. Так как качество пушно-мехового полуфабриката отражает множественность свойств, то возникает необходимость проводить анализ каждого свойства, рассматривать группы свойств в их единстве и взаимосвязи, т.е. комплексно. Для этого вводится понятие «ведущее свойство». Ведущие свойства связаны с характером основной потребности, для удовлетворения которых создается изделие. Ведущие свойства совсем не обязательно должны давать полную характеристику изделия. Они могут быть главными потому, что в той или иной степени все остальные свойства будут менять свои параметры при их изменении.

Поскольку требуется найти минимальное множество свойств, влияющих на оценку качества пушно-меховых полуфабрикатов и изделий из меха, выявляется необходимость решения оптимизационных задач с использованием математического моделирования. Это эффективные методы исследования технологических объектов, которые позволяют повысить достоверность информации и установить определенные зависимости при минимальном количестве физических экспериментов на основе имеющейся априорной информации. В качестве априорной информации мы использовали ранее полученные научные сведения, опыт эксплуатации и эвристическую деятельность.

Для определения ведущих свойств пушно-меховых полуфабрикатов авторами разработан подход, основанный на использовании ряда моделей и алгоритмов дискретной оптимизации. Эти модели представляют собой обобщения известной задачи нахождения минимального доминирующего множества вершин в графе, которая в свою очередь относится к широкому классу задач о покрытии множества [1-4].

Идея подхода заключается в построении ориентированного графа, соответствующего рассматриваемому

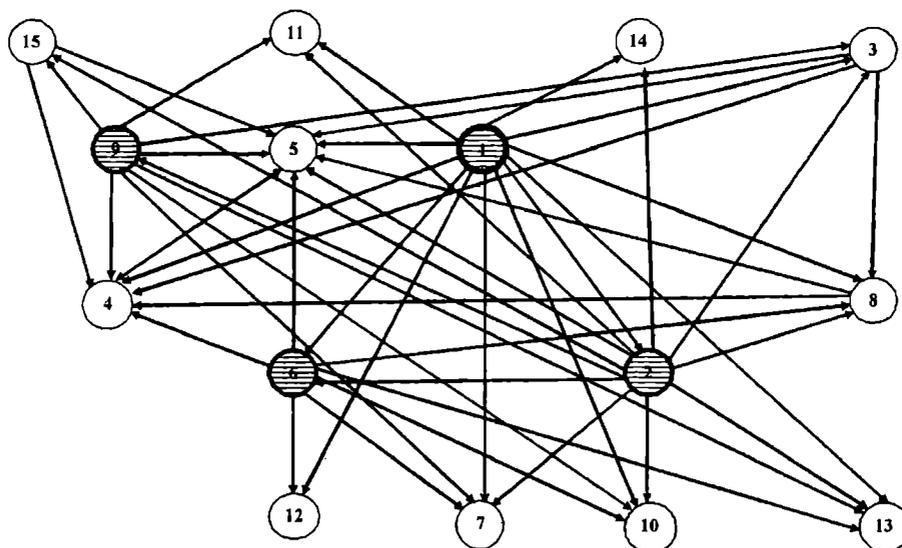


Рис. 1 Граф, отображающий зависимости между свойствами кожаной ткани пушно-мехового полуфабриката.

набору свойств пушно-мехового полуфабриката и их зависимостей, и отыскании в указанном графе минимального по мощности доминирующего (в определенном смысле) множества вершин. Оптимальное решение этой задачи дает совокупность ведущих показателей, которые наиболее существенно влияют на все остальные свойства шкурки.

Перейдем к более подробному описанию модели. Пусть  $v_1, \dots, v_n$  – свойства пушно-мехового полуфабриката. Построим ориентированный граф  $G = (V, E)$  с множеством вершин  $V$  и множеством дуг  $E$ . Каждая вершина из  $V$  соответствует определенному свойству шкурки. Для простоты изложения вершины графа мы также будем обозначать  $v_i$ ,  $i = 1, \dots, n$ . Если свойство  $v_k$  зависит от  $v_i$ , то в графе имеется дуга  $(v_i, v_k) \in E$ .

Пусть  $\tilde{V}$  – множество всех вершин графа  $G$ , каждая из которых является началом хотя бы одной дуги. Введем целочисленный вектор  $b = (b_1, \dots, b_n)^T$ ,  $b_i \geq 1$ ,  $i = 1, \dots, n$ , который используется для формулирования условия зависимости свойств.

Множество  $V' \subseteq \tilde{V}$  называется  $b$ -доминирующим, если для любой вершины  $v_k \notin V'$  найдутся вершины  $v_r$ ,  $r = 1, \dots, b_k$  из  $V'$  такие, что все  $(v_r, v_k) \in E$ .

Задача состоит в отыскании  $b$ -доминирующего множества минимальной мощности.

В отличие от классической постановки задачи [3] в нашем случае каждая вершина  $b$ -доминирующего множества должна иметь хотя бы одну выходящую из нее дугу.

Для решения этой задачи можно использовать модель целочисленного линейного программирования (ЦЛП), которая строится следующим образом.

Введем булевы переменные  $x_j$ ,  $j = 1, \dots, n$ :

$$x_j = \begin{cases} 1, & \text{если свойство } j \text{ входит в доминирующее множество,} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Построим матрицу  $A = (a_{ij})$ ,  $i, j = 1, \dots, n$ , по следующему правилу:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если дуга } (v_j, v_i) \in E \text{ (} i \neq j\text{),} \\ b_i, & \text{если } i = j \text{ и } v_i \in \tilde{V}, \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Модель ЦЛП имеет вид:

$$F(x) = \sum_{j=1}^n x_j \rightarrow \min \quad (1)$$

при условиях

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_i, \quad i = 1, \dots, n \quad (2)$$

$$x_j \in \{0, 1\}, \quad j = 1, \dots, n. \quad (3)$$

Для решения задач такого типа существует значительное число алгоритмов, основанных на методах ветвей и границ, отсечения, перебора  $L$ -классов и др. [1].

Полученную модель мы применили для нахождения ведущих свойств кожаной ткани пушно-мехового полуфабриката. При исследовании кожаной ткани было выделено 15 основных свойств, т.е. использован граф с 15 вершинами. Для определения связей между признаками, характеризующими свойства пушно-мехового полуфабриката, использовался метод ранговой корреляции. В результате экспертной оценки были выявлены зависимости этих свойств между собой и на их основе определены дуги графа (рис. 1).

Нами была проведена серия расчетов на ЭВМ по свойствам кожаной ткани, полагая, что компоненты вектора  $b$  принадлежат промежутку  $[1, 3]$ . При этом мы использовали три варианта значений компонентов вектора: в первом варианте  $b_i = 1$ ,  $i = 1, \dots, 15$ , во втором варианте компоненты вектора  $b$  выбирались в интервале  $[1, 2]$ , а в третьем варианте использовались числа от 1 до 3.

Решение рассматриваемой задачи было выполнено с помощью программы, разработанной в лаборатории дискретной оптимизации Омского филиала Института математики им. С.Л.Соболева СО РАН. Для разных значений вектора  $b$  нами получены оптимальные решения, в которое вошли следующие свойства:

Вариант 1:

доминирующее множество  $V'_1 = \{v_1, v_2\}$ ;  
 $v_1$  – толщина,  
 $v_2$  – пористость, плотность.

Вариант 2:

доминирующее множество  $V'_2 = \{v_1, v_2, v_6, v_9\}$ ;

$v_1$  - толщина,  
 $v_2$  - пористость, плотность,  
 $v_6$  - температура сваривания,  
 $v_9$  - влажность.

Вариант 3:

доминирующее множество  $V'_3 = \{v_1, v_2, v_6, v_9\}$ ;

$v_1$  - толщина,  
 $v_2$  - пористость, плотность,  
 $v_6$  - температура сваривания,  
 $v_9$  - влажность.

Сопоставляя априорную информацию и результаты математического моделирования, можно сказать, что ведущие свойства кожаной ткани (толщина, пористость, температура сваривания, влажность), полученные в результате использования задачи нахождения минимального доминирующего множества вершин в графе, выявлены достаточно объективно. Например, от толщины кожаной ткани зависят практически все показатели пушно-мехового полуфабриката, содержание влаги влияет на физико-механические свойства меха (толщину, упруго-пластические свойства, плотность), температура сваривания является количественной характеристикой устойчивости структуры кожи к действию тепла и влаги, а также основным показателем номенклатуры качества по ГОСТ 4.420-86 "Шкурки меховые выделанные. Номенклатура показателей", пористость существенным образом влияет на воздухо-, водо- и паропропускаемость. Полученные результаты математического моделирования согласуются с мнениями экспертов.

#### Литература

1. Еремеев А.В., Заозерская Л.А., Колоколов А.А. Задача о покрытии множества: сложность, алгоритмы,

экспериментальные исследования. // Дискретный анализ и исследование операций. 2000. — сер. 2, Т.7. — С. 22-46.

2. Карманов В.Г. Математическое программирование: Учеб. пособие. — 5-е изд., стереотип. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. — 264 с.

3. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р. Алгоритмы: построение и анализ. — М.: МЦНМО, 2001. — 960 с.

4. Рубинштейн М.И. Оптимальная группировка взаимосвязанных объектов. — М.: Наука, 1989. — 168 с.

5. Цереветинов Б.Ф., Беседин А.Н. Товароведение пушно-меховых товаров. — Учебник для товаровед. фак. торг. вузов. - М.: "Экономика", 1977.- 151 с.

6. ГОСТ 4.420-86. Шкурки меховые выделанные. Номенклатура показателей. Введ. в действие 01.01.87. — М.: Издательство стандартов, 1985.

7. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. Взамен ГОСТов 15467-70, 16431-70, 17341-71, 17102-71. — М.: Издательство стандартов.

**КОЛОКОЛОВ Александр Александрович**, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией дискретной оптимизации Омского филиала Института математики им. С. А. Соболева РАН.  
**НАГОРНАЯ Зоя Егоровна**, кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой технологии швейных изделий Омского государственного института сервиса.

**КОВАЛЕВА Наталья Ивановна**, аспирант кафедры технологии швейных изделий Омского государственного института сервиса.

**ПРИВАЛОВА Юлия Ивановна**, аспирант Омского государственного университета.

УДК 519.17.001.57:53

**Н. П. БЫКОВА**  
**Н. Г. РЫЖЕНКО**

Омский государственный  
аграрный университет

Омский государственный  
педагогический университет

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЛОЖНОСТИ УЧЕБНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПУТЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ИХ РЕШЕНИЯ

В статье рассматривается использование графовых моделей для систематизации учебных физических задач по степени возрастания сложности их решения.

Важную роль в обучении играет решение задач. Это связано с тем, что решение задач выступает и как цель, и как средство обучения [13]. Использование задач в естественнонаучном обучении диктует необходимость рассмотрения понятия «задача» в методике преподавания естественных наук. Анализируя понятие «задача», будем иметь в виду учебную задачу.

Учебная задача отличается по своей структуре от понятия задачи. «Учебная задача требует определенных способов умственной деятельности, ориентированных на овладение наиболее общими отношениями предметной деятельности» [5]. Так в математике «всякую знаковую модель проблемной ситуации мы будем называть задачей», — отмечает Фридман Л.М. [13]. В

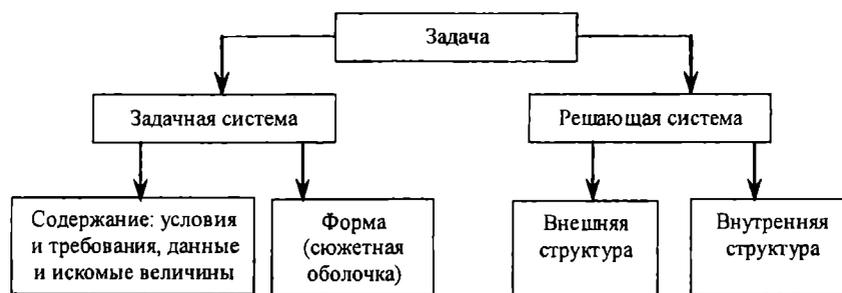


Рис. 1.

химии определение задачи идет через ее структуру [15]. Физической задачей в учебной практике обычно называют проблему, которая в общем случае решается с помощью логических умозаключений, математических действий и эксперимента на основе законов и методов физики [7]. Несмотря на разнообразие определений понятия «задача», можно считать общепринятым, что понятие «задача» может быть дано на структурном и функциональном уровнях. В методике преподавания естественных наук на структурном уровне задача рассматривается «как сложная дидактическая система», «компоненты которой (задачная и решающая система) состоят из находящихся в динамической зависимости элементов: предмета, условия и требования задачи, с одной стороны, методов, способов и средств ее решения – с другой» [4]. Понятие «сложная система» относится к общенаучным понятиям. Однако в настоящее время общепринятого определения этого понятия не существует [3]. «Чаще всего оно дается на структурном уровне (большое количество взаимосвязанных и взаимодействующих между собой элементов, обеспечивающих выполнение некоторой достаточно сложной функции» [12]. Задачная система содержит условия и требования, данные и искомые величины, которые составляют содержание задачи, и сюжетную оболочку (форму), в которой заключено содержание. «Характер отношений между условием и требованием раскрывается путем использования определенного аппарата, в частности, устанавливается логическая или математическая функциональная зависимость» [4]. При решении задач используются алгоритмические и эвристические методы, причем на определенных этапах преобладает либо тот, либо другой метод. Методы, способы, средства, приемы решения составляют решающую систему задачи. «Известны два типа структур в описании решения задач: внешняя и внутренняя. Внешняя структура описывает решение задачи через логические схем, алгоритмические и эвристические предписания, тем самым определяя последовательность преобразований задачной системы. Использование мыслительных операций предполагает построение внутренней структуры» [11]. Структура задачи представлена на рисунке 1.

Внешняя структура решающей структуры задач определяет структуру решения задачи. Структура решения задачи отлична от структуры задачи и является основой такой важной характеристики задачи, как понятие «сложность». При построении модели сложность структуры решения задачи отождествляется со сложностью решения задачи. Сложность решения задачи является объективной характеристикой, не зависящей от субъекта, она определяется структурой решения задачи. Сложность решения задачи является логической категорией, зависящей от числа элементов, входящих в структуру решения задачи и числа связей между элементами. В литературе учебные задачи по сложности решения классифицируются на

простые и сложные. Практически отсутствуют исследования определения сложности решения задач, пригодные для их практического применения. «Фактор объективной сложности задач может определяться по любым методикам, согласно которым увеличение числа понятий, или числа отношений, или числа необходимых для решения задачи преобразований понятий и отношений – соответствует увеличению значения фактора сложности» [8]. Мы использовали качественную оценку сложности структуры решения задач, основанную на использовании метода математического моделирования, рассмотренную в [6]. Данная методика с успехом применяется одним из авторов для определения сложности структуры решения математических задач.

## 2. Графовое моделирование структур решения физических задач

Моделирование – это изучение на моделях явлений, по своей сложности плохо поддающихся исследованию, теоретическому изучению и расчетам. Математическое моделирование, как научный метод, нашло широкое применение во всех отраслях знания. Среди моделей подобия, суждения, аналогии, структуры, функционирования и коммуникации информации, широко применяющихся в науке вообще и в дидактике в частности, особое место занимают логико-математические модели. Роль логико-математического аппарата при моделировании заключается в том, что: 1) он позволяет придать абстрактное выражение (поддающееся математическому моделированию) тому или иному конкретному содержанию; 2) он является средством строго операционного решения поставленной задачи; 3) он обеспечивает простоту построения теории на основе связи количественных и качественных показателей [1].

При моделировании задач нужно учитывать, что любая задача имеет состав и структуру. Состав – это множество элементов, структура – это способ связи между элементами. А свойства структуры лучше всего поддаются изучению с помощью графовых моделей. При построении графовых моделей сложность решения задачи отождествляется со сложностью дерева, которое является моделью структуры решения задачи. Графом  $G(V, E)$  называют совокупность двух множеств – непустого множества  $V$  (множества вершин) и множества  $E$  неупорядоченных пар различных элементов множества  $V$  ( $E$  – множество ребер):  $G(V, E) = \langle V, E \rangle$ ,  $V \neq \emptyset$ ,  $E \subset V \times V$ ,  $E = E^{-1}$ . Если в графе ориентировать все ребра, то получится орграф, который называется направлением. Деревья являются самым распространенным классом графов. Ориентированные (упорядоченные) деревья являются абстракцией иерархических отношений. Ориентированным деревом (или ордеревом, или корневым деревом) называется орграф со следующими свойствами:

1. Существует единственный узел, полустепень захода которого равна нулю. Он называется корнем дерева.
2. Полустепень захода всех остальных узлов равна 1.
3. Каждый узел достижим из корня (для орграфа числа дуг, исходящих из вершины, называется полустепенью исхода, а входящих — полустепенью захода).

Для дерева существует несколько числовых характеристик, одна из которых характеризует сложность конечного дерева. Нахождение сложности дерева покажем на конкретном примере (рис. 2).

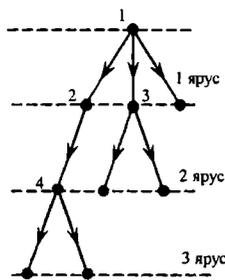


Рис. 2.

Сложность вершины 1:

$$\sigma_1 = 3 \times 9 = 27,$$

где 3 — число дуг, выходящих из 1, 9 — число всех вершин, включая и саму вершину 1.

Аналогично,

$$\sigma_2 = 1 \times 4 = 4$$

$$\sigma_3 = 2 \times 3 = 6$$

$$\sigma_4 = 2 \times 3 = 6$$

Суммарная сложность всех вершин и дает сложность дерева:

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 = 27 + 4 + 6 + 6 = 43$$

Более подробно с этим и с другими понятиями в теории графов можно ознакомиться в [2,9].

Деревом моделируются лишь бинарные отношения, в задаче же отношения в основном тернарные.

Л.М.Фридман [14] выделил следующие виды отношений, связывающих величины и их значения: отношения соединения, отношения отнимания, отношения сравнения (если величина задана двумя своими значениями); разностное отношение или кратное отношение двух значений величин, отношение разбиения (разделения), отношение — зависимость. Для моделирования тернарных отношений вводится понятие семантического дерева [6], которое отличается от понятия дерева тем, что в каждую вершину привнесена некоторая семантическая информация — одно из значений величин предметной области задачи. В дереве отмечается свойство, по которому установлено отношение равенства. Моделирование учебных задач с помощью дерева рассмотрим на примере структурирования простейших задач. Структурирование — мыслительная деятельность по установлению отношений между величинами задачи.

**Задача 1.** Какова масса 50 моль углекислого газа?

Предметная область задачи состоит из 3-х величин:  $\mu$  — молярная масса;  $\nu$  — число молей и  $m$  — масса газа. Эти величины связаны тернарными отношениями равенства  $m = \mu \cdot \nu$ , установленным по мультипликативному свойству. Из трех элементов задачи один эле-

мент —  $m$  — является неизвестным, при этом он является и искомым, а два других элемента  $\nu$  и  $\mu$  — являются известными. Граф структуры решения задачи представлен на рис. 3. Он называется графом кратного сравнения. В силу обратимости операций умножения и моделью взаимно обратных задач  $\mu = m/\nu$  и  $\nu = m/\mu$ .

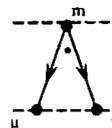


Рис. 3. Граф кратного сравнения.

Сложность графа  $\sigma = 2 \times 3 = 6$ .

Для выделения других отношений рассмотрим другую задачу.

**Задача 2.** Газу сообщили количество теплоты 10 МДж. Определить работу расширения газа, если приращение его внутренней энергии составило 6,2 МДж.

Моделью структуры решения задачи является граф (рис. 4). Граф на рис. 4 называется графом разности сравнения. Сложность решения задачи  $\sigma = 2 \times 3 = 6$ .

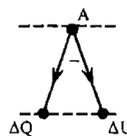


Рис. 4. Граф разностного сравнения.

Граф является моделью и взаимно обратных задач  $\Delta Q = \Delta U + A$ .

Рассмотренные графы (рис. 5) называются графами I порядка сложности.

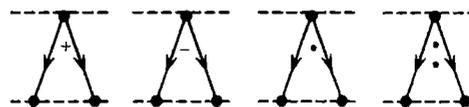


Рис. 5.

Модели решений более сложных задач строятся с использованием графов I порядка сложности.

**Задача 3.** В идеальной тепловой машине за счет каждого килоджоуля энергии, получаемого от нагревателя, совершается работа 300 Дж. Определить КПД машины и температуру нагревателя, если температура холодильника 280 К.

Модель структуры решения задачи показана на рис. 6.

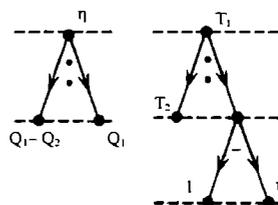


Рис. 6.

$$1. \eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

$$2. \eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

$$3. T_1 = \frac{T_2}{1 - \eta}$$

Каждое дерево моделирует одну из задачных ситуаций. Совокупность деревьев образует лес. Сложность леса находится как суммарная сложность деревьев, его составляющих:

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 = 2 \times 3 + 2 \times 5 + 2 \times 3 = 22$$

Мы привели несколько примеров выявления структуры решения задач и определения сложности их решения с помощью деревьев. Очевидно, что метод графового моделирования может использоваться для определения сложности решения задач независимо от их тематического содержания. Количественная же оценка сложности является основной для систематизации задач по степени возрастания сложности их решения.

### 3. Система задач в обучении

Обучение – это целенаправленный процесс взаимодействия учителя и ученика. В настоящее время перед дидактикой и методикой обучения учебным предметам встает проблема разработки таких педагогических технологий, «целью которых является не накопление знаний, умений, а постоянное обогащение опытом творчества, формирование механизма самоорганизации и самореализации личности» ученика [17]. Опыт творчества проявляется, в частности, в деятельности по решению задач. Чтобы деятельность по решению задач обеспечивала заданный уровень усвоения содержания, необходимо, чтобы система задач удовлетворяла дидактическим принципам. В основу построения дидактической системы задач положены следующие принципы: целостность, структурность, иерархичность, многоуровневость, множественность [4]. Систематизация учебных задач по степени возрастания сложности их решения соответствует такому системному принципу как иерархичность, т.е. последовательность расположения задач в системе осуществляется на основе упорядоченности. Сложность предъявляемых учащимся задач должна находиться в зоне их близлежащего действия, т.е. постоянно нарастать. Доказательство этого принципа содержится в теории развивающегося обучения. Довольно часто при построении отдельных систем учебных задач, а также при расположении их в учебниках забывают об общедидактических принципах, ограничиваясь лишь предметным содержанием этих задач [16]. Системы задач, обладающие свойством структурной полноты, т.е. построенные с учетом принципов целостности и иерархичности, повышают эффективность и качество обучения и создают определенную экономию времени, необходимого для формирования у учащихся заданного уровня знаний, умений и навыков. Чтобы построить систему задач, удовлетворяющую принципам целостности и иерархичности, необходимо провести структурный анализ системы задач в сборниках задач по физике для средней школы. Структурный анализ задач по молекулярной физике и термодинамике, а также по электромагнетизму, приведенный нами в сборнике задач [10], выявил:

- 1) распределение задач по сложности решения
- $N$  – число задач по соответствующей теме  
 $\sigma$  – сложность решения задачи.

Диаграмма распределения задач по сложности ре-

шения по теме «Молекулярная физика и термодинамика» приведена на рис. 7. Диаграмма распределения задач по сложности решения по теме «Электростатика, постоянный ток, электромагнетизм» приведена на рис. 8;

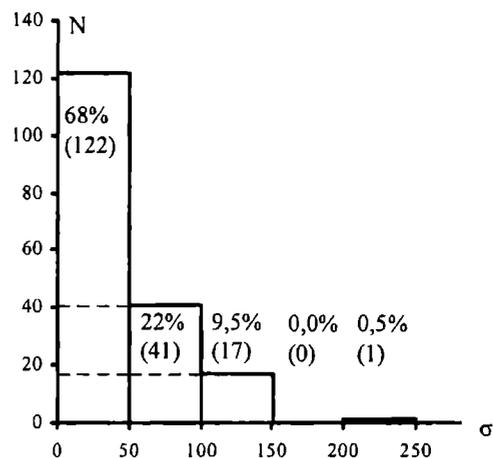


Рис. 7.

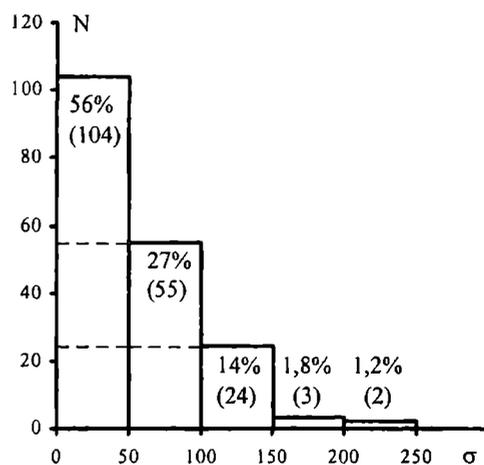


Рис. 8.

- 2) большое число повторов задач малой сложности;
- 3) с повышением сложности структуры решения снижается число соответствующих задач. Очевидно, что проблема построения оптимальной дидактической системы физических задач решается с помощью метода математического моделирования.

### Заключение

Подводя итог всему вышеизложенному, можно сделать следующие выводы:

1. Графовое моделирование структуры решения задач по физике позволяет ввести количественный критерий сложности структур решения физических задач.
2. Количественный критерий сложности структуры решения задач позволяет систематизировать задачи по степени возрастания сложности структур их решений.
3. Эффективность обучения может быть повышена за счет совершенствования его содержания на основе методически целесообразной системы задач, составленной с учетом сложности структур решения, а также при использовании графовых моделей как средства обучения.

4. Решение задач требует от учащихся большой и достаточно сложной мыслительной работы. Построение графовых моделей в ходе решения задачи является опорой их мыслительной деятельности. Графовая модель обеспечивает активизацию скрытых резервов мышления и способствует более глубокому и осмысленному усвоению.

#### Литература

1. Архангельский С. И. Кибернетические аналоги в обучении. — М.: Просвещение, 1968. — 65 с.
2. Березина Л. Ю. Графы и их применение. Пособие для учителей. — М.: Просвещение, 1979. — 191 с.
3. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем. — М.: Наука, 1978. — 400 с.
4. Бухарова Г. Д. Теоретико-методологические основы обучения решению задач студентов вуза. Монография. — Екатеринбург, изд. Урал. Гос. проф.-пед. ун-та, 1995. — 136 с.
5. Давыдов В. В. Виды обобщения в обучении. — М.: Педагогика, 1972. — 424 с.
6. Жигачева Н. А., Рыженко Н. Графовое моделирование структур решений сюжетных задач. Математические структуры и моделирование. — Омск, ОмГУ, 1999. — Вып. 4. — С. 104-107.
7. Каменецкий С. Е., Орехов В. Т. Методика решения задач по физике в средней школе. Книга для учителя. — М.: Просвещение, 1987. — 356 с.
8. Касымов Р. Я. Модель как средство научной организации обучения. Дисс. канд. пед. наук. — М., 1983. — 265 с.
9. Оре О. Теория графов. — М.: Наука, 1968. — 352 с.
10. Рымкевич А. П., Рымкевич П. А. Сборник задач по физике. — М.: Просвещение, 1982. — 191 с.
11. Тихомиров О. К. Структура мыслительной деятельности человека. — МГУ, 1968. — 304 с.
12. Флейшман Б. С., Брусиловский П. М., Розенберг Т. С. О методах математического моделирования сложных систем. Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник. — М.: 1982. — С. 65-79.
13. Фридман Л. М. Дидактические основы применения задач в обучении. Дисс. д-ра пед. наук. — М.: 1971. — 423 с.
14. Фридман Л. М. Логико-психологический анализ школьных учебных задач. — М.: Педагогика, 1977. — 208 с.
15. Ходаков Ю. В. Преподавание химии в 7-8 классах. Пособие для учителей. — М.: Просвещение, 1969. — 318 с.
16. Щедровицкий Г. П. К анализу процессов решения задач. Доклады АПН РСФСР. — М.: АПН, 1960. — №5. — С. 25-28.
17. Якиманский И. С. Разработка технологии личностно-ориентированного обучения. // Вопросы психологии. — 1995. — №2. — С. 31-42.

**БЫКОВА Наталья Павловна**, старший преподаватель кафедры физики Омского государственного аграрного университета.

**РЫЖЕНКО Николай Григорьевич** — кандидат педагогических наук, доцент кафедры теории и методики преподавания математики Омского государственного педагогического университета.

УДК 513.05

**К. Л. ПАНЧУК**

Омский государственный  
технический университет

## ПРОЕКТИВНЫЕ СВОЙСТВА И КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДУАЛЬНЫХ РЯДОВ И ПУЧКОВ ВТОРОГО ПОРЯДКА

Рассматриваются принадлежащие линейчатому пространству дуальные аналоги рядов и пучков второго порядка на проективной плоскости. Исследуются проективные свойства этих аналогов и отмечаются их конструктивные особенности.

В развитие решения проблемы синтеза линейчатых фигур пространства  $\mathbb{P}_3$  на основе принципа перенесения А. П. Котельникова [1], рассмотрим конструктивно-геометрические аспекты образования дуальных рядов и пучков второго порядка.

При образовании дуального ряда второго порядка  $\mathbb{R}^2$  при помощи двух проективных щеток была отмечена принадлежность осей этих щеток ряду  $\mathbb{R}^2$  [2]. Покажем, что любая прямая ряда  $\mathbb{R}^2$  может быть принята в качестве оси образующей щетки. Докажем следующую теорему:

*прямые дуального ряда второго порядка образуются двумя проективными щетками, оси которых — любые две прямые этого ряда.*

Пусть дуальный ряд образуется проективными щетками  $\gamma_1^2$  и  $\gamma_2^2$  и пусть  $\alpha, \delta, \varepsilon, \beta$  — прямые этого ряда (рис. 1). На прямых  $\alpha$  и  $\delta$  построим щетку  $(\alpha, \delta)^1$  первого порядка, а на прямых  $\beta$  и  $\varepsilon$  — также щетку  $(\beta, \varepsilon)^1$  первого порядка. Между дуальными пучками 1-го порядка  $\gamma_1^2$  ( $\gamma_1^2$  — щетка второго порядка) и  $(\alpha, \delta)^1$ , также как между  $\gamma_2^2$  и  $(\beta, \varepsilon)^1$ , можно установить соответствие

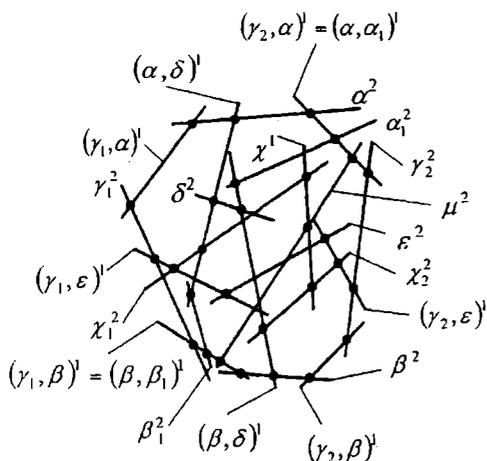


Рис. 1. Дуальный ряд второго порядка.

ПП [3], если сделать прямую  $\varepsilon$  подвижной и заставить ее описывать ряд  $R^2$ . При перемещении прямой  $\varepsilon$  по ряду  $R^2$ , лучи  $(\gamma_1, \varepsilon)$  и  $(\gamma_2, \varepsilon)$  опишут проективные пучки  $\gamma_1^2$  и  $\gamma_2^2$  соответственно, которые на осях  $(\alpha, \delta)^1$  и  $(\beta, \delta)^1$  опишут соответственно ПП с ними щетки  $(\alpha, \delta)^1$  и  $(\beta, \delta)^1$ :  $\gamma_1^2 \overline{\wedge} (\alpha, \delta)^1$ ;  $\gamma_2^2 \overline{\wedge} (\beta, \delta)^1$ . Так как,  $\gamma_1^2 \overline{\wedge} \gamma_2^2$  то  $(\alpha, \delta)^1 \overline{\wedge} (\beta, \delta)^1$ . Покажем, что имеет место перспективность СП [3] щеток  $(\alpha, \delta)^1 \overline{\wedge} (\beta, \delta)^1$ . Действительно, так как  $\delta \subset R^2$ , то это означает, что прямую  $\delta$  пересекают ортогонально соответственные лучи проективных щеток  $\gamma_1^2$  и  $\gamma_2^2$ , то поскольку  $\delta$  - общий луч щеток  $(\alpha, \delta)^1$  и  $(\beta, \delta)^1$ , то он один и тот же в ПП соответствиях  $\gamma_1^2 \overline{\wedge} (\alpha, \delta)^1$  и  $\gamma_2^2 \overline{\wedge} (\beta, \delta)^1$  и, следовательно, двойной в соответствиях  $(\alpha, \delta)^1 \overline{\wedge} (\beta, \delta)^1$ . Таким образом, проективные щетки  $(\alpha, \delta)^1$  и  $(\beta, \delta)^1$  имеют общий элемент. Это позволяет утверждать, что эти щетки имеют соответствие СП, т.е.  $(\alpha, \delta)^1 \overline{\wedge} (\beta, \delta)^1$ . Следовательно, существует некоторая щетка  $\mu^2$ , обеспечивающая это СП. Ее нетрудно определить. Так как лучу  $(\gamma_1, \alpha) \subset \gamma_1^2$  соответствует луч  $(\gamma_2, \alpha) \subset \gamma_2^2$ , то щетке  $\alpha^2 \subset (\alpha, \delta)^1$  будет соответствовать щетка  $\alpha_1^2 \subset (\beta, \delta)^1$ . Так как лучу  $(\gamma_2, \beta) \subset \gamma_2^2$  соответствует луч  $(\gamma_1, \beta) \subset \gamma_1^2$ , то щетке  $\beta^2 \subset (\beta, \delta)^1$  соответствует щетка  $\beta_1^2 \subset (\alpha, \delta)^1$ . Тогда общим элементом щеток  $(\alpha, \alpha_1^2)$  и  $(\beta, \beta_1^2)$  будет прямая  $\mu$  - ось щетки  $\mu^2$ , обеспечивающей соответствие СП щеток  $(\alpha, \delta)^1$  и  $(\beta, \delta)^1$ . Соответственные лучи  $\chi_1 \subset (\alpha, \delta)^1$  и  $\chi_2 \subset (\beta, \delta)^1$  и ось  $\mu$  щетки  $\mu^2$  принадлежат одной щетке  $\chi^1$ . Очевидно, что положение прямой  $\mu$  зависит от осей  $\gamma_1, \gamma_2, \alpha, \beta$  и не зависит от положения осей  $\varepsilon, \delta$ .

Рассмотрим теперь дуальные пучки первого порядка - щетки  $\alpha^2$  и  $\beta^2$ . Соответственными лучами этих щеток будем считать те, которые образуют прямые ряда  $R^2$ , например, лучи  $(\alpha, \delta)$  и  $(\beta, \delta)$ , образующие прямую  $\delta \subset R^2$  ( $\delta$  - ось щетки  $\delta^2$ ). Покажем, что щетки  $\alpha^2$  и  $\beta^2$  проективны, т.е.  $\alpha^2 \overline{\wedge} \beta^2$ . Зафиксируем прямую  $\varepsilon$  (ось щетки  $\varepsilon^2$ ) и пусть прямая  $\delta$  описывает ряд  $R^2$ . Тогда между дуальными пучками 1-го порядка -

щетка  $\beta^2$  и  $(\gamma_2, \varepsilon)^1$ , также как между  $\alpha^2$  и  $(\gamma_1, \varepsilon)^1$ , устанавливается соответствие ПП, т.е.  $(\gamma_2, \varepsilon)^1 \overline{\wedge} \beta^2$ ;  $(\gamma_1, \varepsilon)^1 \overline{\wedge} \alpha^2$ . Но пары соответственных лучей  $\chi_1 \subset (\gamma_1, \varepsilon)^1$  и  $\chi_2 \subset (\gamma_2, \varepsilon)^1$  всегда образуют щетку  $\chi^1$ , проходящую через прямую  $\mu$ , положение которой не зависит от подвижной прямой  $\delta$ . Следовательно, имеет место СП соответствие:  $(\gamma_2, \varepsilon)^1 \overline{\wedge} (\gamma_1, \varepsilon)^1$  и поэтому дуальные пучки 1-го порядка  $\alpha^2$  и  $\beta^2$  проективны, т.е.  $\alpha^2 \overline{\wedge} \beta^2$ . Так как  $\alpha$  и  $\beta$  произвольные прямые ряда  $R^2$ , то теорема доказана.

Любые две прямые ряда  $R^2$  могут быть выбраны в качестве осей двух проективных щеток, образующих  $R^2$ .

**Следствие 1.** Дуальный ряд второго порядка  $R^2$  полностью определяется любыми своими пятью прямыми. Пусть  $\alpha$  и  $\delta$  - оси любых двух щеток  $\alpha^2$  и  $\delta^2$  (рис.2). Так как  $\beta, \gamma, \varepsilon$  - прямые ряда  $R^2$ , то каждую из них пересекает ортогонально один луч от каждой щетки  $\alpha^2$  и  $\delta^2$ . Получаем проективное соответствие двух щеток:

$$\alpha^2((\alpha, \gamma), (\alpha, \beta), (\alpha, \varepsilon)) \overline{\wedge} \delta^2((\delta, \gamma), (\delta, \beta), (\delta, \varepsilon)).$$

Проективитет щеток  $\alpha^2$  и  $\delta^2$  приводит к образованию ряда  $R^2$ .

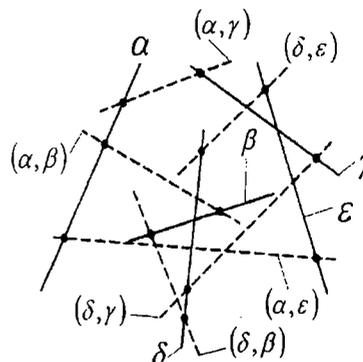


Рис. 2. Задание дуального ряда второго порядка.

**Следствие 2.** Так как каждая прямая дуального ряда  $R^2$  может быть принята за ось одной из двух образующих этот ряд щеток, то следует, что эта прямая имеет единственную касательную щетку, для которой она является прямой прикосновения [2].

**Следствие 3.** Поскольку два проективных цилиндрикоида, соосных с проективными щетками  $\alpha^2$  и  $\delta^2$ , образующими ряд  $R^2$ , определяют линейчатую поверхность шестого порядка [2], то прямолинейные образующие этой поверхности образуются двумя проективными цилиндрикоидами, оси которых - любые две прямые этой поверхности.

Рассмотрим теперь дуальный пучок второго порядка  $R^2$ . Докажем теорему:

**щетки дуального пучка второго порядка пересекают любые две щетки этого пучка по двум дуальным проективным рядам прямых первого порядка.**

Под пересечением двух щеток будем понимать наличие у них общих лучей.

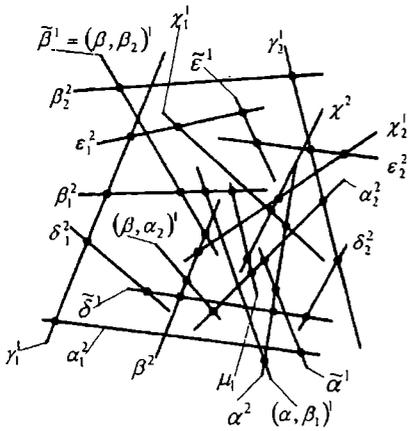


Рис. 3. Дуальный пучок второго порядка.

Пусть пучок щеток  $P^2$  образован двумя дуальными проективными рядами первого порядка (проективными щетками)  $\gamma_1^1$  и  $\gamma_2^1$  [2]. Пусть также  $\tilde{\alpha}^1, \tilde{\beta}^1, \tilde{\delta}^1, \tilde{\epsilon}^1$  - четыре произвольных щетки пучка  $P^2$  (рис.3). Прямые  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$  (оси щеток  $\epsilon_1^2$  и  $\epsilon_2^2$  соответственно) являются соответственными в проективитете  $\gamma_1^1 \bar{\gamma}_2^1$  и образуют щетку  $\tilde{\epsilon}^1 \subset P^2$ . Если щетка  $\tilde{\epsilon}^1$  описывает дуальный пучок щеток  $P^2$ , то лучи  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$  описывают дуальные проективные ряды (щетки)  $\gamma_1^1$  и  $\gamma_2^1$ . Пусть  $\alpha$  и  $\beta$  (оси щеток  $\alpha^2$  и  $\beta^2$  соответственно) – прямые кратчайших расстояний между осями щеток  $\tilde{\alpha}^1$  и  $\tilde{\delta}^1, \tilde{\beta}^1$  и  $\tilde{\delta}^1$  соответственно. Пусть также щетки  $\tilde{\alpha}^1, \tilde{\delta}^1, \tilde{\beta}^1, \gamma_1^1$  и  $\gamma_2^1$  неподвижны, а щетка  $\tilde{\epsilon}^1$  описывает пучок  $P^2$ . Тогда получаем два дуальных проективных ряда первого порядка с осями  $\alpha$  и  $\beta$ , т.е.  $\alpha^2 \bar{\beta}^2$ , соответственными лучами которых являются  $\chi_1$  и  $\chi_2$  (оси щеток  $\chi_1^1$  и  $\chi_2^1$  соответственно), где  $\chi_1 \subset \alpha^2, \chi_2 \subset \beta^2$ . Действительно, щетки  $\alpha^2$  и  $\gamma_1^1$  образуют соответствие ПП:  $\alpha^2 \bar{\gamma}_1^1$ . Щетки  $\beta^2$  и  $\gamma_2^1$  также образуют соответствие ПП:  $\beta^2 \bar{\gamma}_2^1$ . Но так как исходно  $\gamma_1^1 \bar{\gamma}_2^1$ , то  $\alpha^2 \bar{\beta}^2$ . Покажем, что  $\alpha^2$  и  $\beta^2$  имеют соответствие СП. Рассмотрим их общий элемент – луч  $\delta$  (ось щетки  $\tilde{\delta}^1$ ). Если  $\tilde{\epsilon}^1 = \tilde{\delta}^1$ , то  $\epsilon_1^2 = \delta_1^2$ , а  $\epsilon_2^2 = \delta_2^2$ . Но тогда будет иметь место совпадение общего луча  $\delta$  (ось щетки  $\tilde{\delta}^1$ ) щеток  $\alpha^2$  и  $\delta_1^2$ , а также  $\beta^2$  и  $\delta_2^2$ , т.е. луч  $\delta$  является двойным, и поэтому имеет место соответствие СП:  $\alpha^2 \bar{\beta}^2$ . Определим щетку  $\mu^1$ , обеспечивающую это соответствие. Для этого необходимо найти какие-либо два луча этой щетки. Пусть  $\tilde{\epsilon}^1 = \tilde{\beta}^1$ . Тогда имеем соответствие осей  $\beta_1 \subset \gamma_1^1$  и  $\beta_2 \subset \gamma_2^1$ , принадлежащих щеткам  $\beta_1^2$  и  $\beta_2^2$  соответственно. В этом случае щетке  $(\alpha, \beta_1) \subset \alpha^2$  будет соответствовать щетка  $(\beta, \beta_2) \subset \beta^2$ . Эти щетки пересекаются по лучу  $\beta_1$  (ось щетки  $\beta_1^2$ ). Пусть теперь  $\tilde{\epsilon}^1 = \tilde{\alpha}^1$ . Тогда имеем соответствие осей  $\alpha_1 \subset \gamma_1^1$  и  $\alpha_2 \subset \gamma_2^1$ , принадлежащих щеткам  $\alpha_1^2$  и  $\alpha_2^2$ . В этом случае щетке  $(\alpha, \alpha_1) \subset \alpha^2$  будет соответствовать щетка  $(\beta, \alpha_2) \subset \beta^2$ . Эти щетки имеют общий элемент  $\alpha_2$  (ось щетки  $\alpha_2^2$ ). Оба общих

элемента  $\beta_1$  и  $\alpha_2$  как раз и образуют щетку  $\mu^1$ , обеспечивающую соответствие СП:  $\alpha^2 \bar{\beta}^2$ . Этой щетке принадлежит луч  $\chi$  - прямая кратчайшего расстояния соответственных лучей  $\chi_1 \subset \alpha^2$  и  $\chi_2 \subset \beta^2$  (осей щеток  $\chi_1^1$  и  $\chi_2^1$  соответственно) щеток  $\alpha^2$  и  $\beta^2$ , имеющих соответствие СП. Очевидно, что  $\mu^1$  зависит от  $\gamma_1^1, \gamma_2^1, \tilde{\alpha}^1, \tilde{\beta}^1$  и не зависит от  $\tilde{\epsilon}^1$  и  $\tilde{\delta}^1$ . Это означает, что при перемещении  $\tilde{\delta}^1$  по пучку  $P^2$  луч  $\chi$  (общий элемент щеток  $\chi_1^1$  и  $\chi_2^1$ ) должен принадлежать щетке  $\mu^1$ . Щетка  $\tilde{\delta}^1$  пересекает щетки  $\tilde{\alpha}^1$  и  $\tilde{\beta}^1$  по общим элементам  $\alpha$  (ось щетки  $\alpha^2$ ) и  $\beta$  (ось щетки  $\beta^2$ ) соответственно. Рассмотрим дуальные ряды первого порядка  $\tilde{\alpha}^1$  и  $\tilde{\beta}^1$ . Покажем, что они проективны. Ряд  $(\alpha^2) \equiv \tilde{\alpha}^1$  образует соответствие ПП с рядом  $(\chi_1^1) \equiv \epsilon_1^2$ . Ряд  $(\beta^2) \equiv \tilde{\beta}^1$  образует также соответствие ПП с рядом  $(\chi_2^1) \equiv \epsilon_2^2$ . Но дуальные ряды  $(\chi_1^1) \equiv \epsilon_1^2$  и  $(\chi_2^1) \equiv \epsilon_2^2$  имеют соответствие СП, обеспечиваемое щеткой  $\mu^1$ . Откуда следует, что  $\tilde{\alpha}^1 \bar{\beta}^1$ . Так как  $\tilde{\alpha}^1$  и  $\tilde{\beta}^1$  - произвольные щетки дуального пучка  $P^2$ , то теорема доказана.

**Следствие 1.** Дуальный пучок второго порядка  $P^2$  полностью определяется заданием пяти щеток, например  $\alpha^1, \beta^1, \gamma^1, \delta^1, \epsilon^1$ . Действительно, две из них  $\alpha^1$  и  $\beta^1$ , предположим и, можно выбрать в качестве щеток, образующих пучок  $P^2$  (рис.4). Тогда три остальные щетки задают проективное соответствие:  $\alpha^1((\alpha, \gamma), (\alpha, \delta), (\alpha, \epsilon)) \bar{\beta}^1((\beta, \gamma), (\beta, \delta), (\beta, \epsilon))$ .

**Следствие 2.** Любая щетка  $\alpha^1 \subset P^2$  может быть выбрана в качестве носителя образующего дуального ряда первого порядка. Другим носителем может быть любая другая щетка пучка  $P^2$ . Поэтому каждая щетка пучка  $P^2$  имеет луч соприкосновения [2]. Множество лучей соприкосновения щеток пучка  $P^2$  образуют дуальный ряд второго порядка  $R^2$ , который является огибающей дуального пучка щеток второго порядка  $P^2$ . Щетки пучка  $P^2$  являются касательными к  $R^2$ . Так как через произвольную прямую пространства проходят не более двух щеток, принадлежащих  $P^2$  [2], и каждая щетка имеет луч соприкосновения, то через каждую

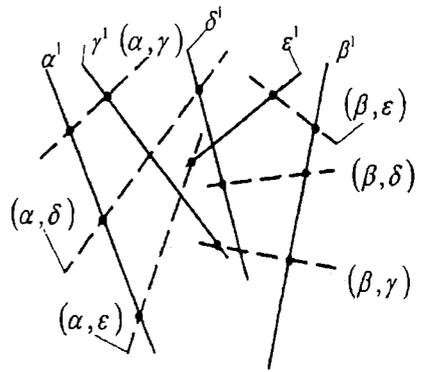


Рис. 4. Задание дуального пучка второго порядка.

прямую пространства  $P_3$  проходит не более двух щеток, касательных к  $R^2$ .

Таким образом, можно сделать следующий обобщающий вывод: в дуальном представлении порядок ряда  $R^2$  означает, что произвольная щетка пространства  $P_3$  не может иметь более двух лучей с  $R^2$ , а его класс — через каждую прямую пространства проходит не более двух щеток, касательных к  $R^2$ . Этот вывод имеет существенное значение для проективного образования линейчатых фигур пространства  $P_3$  на основе дуального исчисления.

#### Литература

1. Панчук К.Л. О принципе перенесения Котельникова — Штуди. // Геометрическое моделирование

в практике решения инженерных задач / ОмПИ.- Омск, 1991. — С. 18-23.

2. Панчук К. Л. Дуальные ряды и пучки второго порядка. // Современные проблемы геометрического моделирования. Сборник трудов седьмой международной научно-практической конференции. - Мелитополь: изд-во ТГАТА, 2003. Ч.1- С. 122-126.

3. L. Kylikov, K. Panchuk, A. Liaskov, V. Volkov. Aspects of geometrical simulation of space and its properties, Proceedings of 10<sup>th</sup> International Conference on Geometry and Graphics, Vol. 1, pp 99 – 103, Kyiv, Ukraine.

**ПАНЧУК Константин Леонидович**, кандидат технических наук, доцент кафедры начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики.

УДК 514.144.2

**Г. Т. КАРАУЛОВА**  
**Л. К. КУЛИКОВ**  
**В. Я. ВОЛКОВ**

Омский государственный  
технический университет

## ПЕРСПЕКТИВНО-ЧИСЛОВАЯ МОДЕЛЬ ПРОСТРАНСТВА

Предложена модель расширенного евклидова пространства, представляющая собой множество точек с числовыми отметками, принадлежащими картинной плоскости. Рассмотрена реализация этой модели методами начертательной и проективной геометрии.

Задача реконструкции объекта по его центральной проекции имеет множество решений, которые в определенных сферах приложения вполне целесообразны и удобны. Применять эти способы для решения прикладных задач других областей порой неприемлемо и неэффективно, требует доработки, адаптации к конкретной сфере применения этих способов.

В данной работе ставится задача восстановления метрики и формы сложных пространственных объектов, а именно поверхности тела человека по фотоснимку.

Учитывая особенности этой предметной области, нами была разработана перспективно-числовая модель пространства, которая позволяет, зная центральную проекцию объекта и дополнительные данные к изображению, реконструировать этот объект.

Для получения модели расширенного евклидова пространства  $P_3$  будем использовать центральное проецирование. Пусть  $\Pi'$  — плоскость проекций (картинная плоскость),  $S$  — центр проецирования,  $\Pi_0$  — плоскость нулевого уровня (рис. 1).

Центральной проекцией точки  $A$  является точка  $A' = SA \cap \Pi'$ . Множество точек пространства  $P_3$  трехпараметрическое, множество проекций этих точек на плоскости  $\Pi'$  двухпараметрическое. Установить взаимно однозначное соответствие между элементами

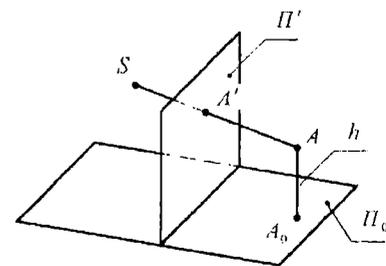


Рис. 1. Схема получения перспективно-числовой модели пространства.

(точками) этих множеств невозможно. Будем рассматривать точку  $A'$  вместе с числовой отметкой  $h$ , где  $h$  — расстояние от  $A$  до плоскости  $\Pi_0$ , взятые со знаком плюс, если  $A$  расположено выше  $\Pi_0$  и со знаком минус, если  $A$  расположено ниже  $\Pi_0$ . Таким образом  $|h| = |AA_0|$ , где  $A_0$  — ортогональная проекция точки  $A$  на плоскость  $\Pi_0$ .

Множество точек плоскости  $\Pi'$ , взятых с числовыми отметками, является трехпараметрическим и может быть моделью пространства  $P_3$ . Взаимнооднозначное соответствие между  $P_3$  и  $\Pi'$  устанавливается проецирующими прямыми (рис. 2).

Построение точки в предметном пространстве является основной задачей: прямая реконструируется с помощью двух точек, через которые проводится эта прямая; плоскость восстанавливается с помощью трех точек, не лежащих на одной прямой.

Если дана точка  $A$ , то  $A'(h)$  определяется однозначно:  $A' = SA \cap \Pi'$ ,  $|h| = |AA_0|$ . Если дана точка  $A'(h)$ , т. е. точка плоскости  $\Pi'$  с числовой отметкой  $h$ , то точка  $A$  определяется однозначно: проведем плоскость  $\Pi_h \parallel \Pi_0$ , расстояние от  $\Pi_h$  до  $\Pi_0$  равно  $h$ ;  $A = SA' \cap \Pi_h$ . Точка  $A$  — искомая точка, так как  $A \in SA'$  и  $|AA_0| = |h|$ , поскольку все точки плоскости  $\Pi_h$  удалены от  $\Pi_0$  на расстояние  $h$ .

Задачу нахождения точки  $A$  по  $A'(h)$  можно решить несколько иначе. На рис. 3 показано построение точки  $A$  по известной точке  $A'(h_A)$ . Последовательность построения:  $SS' \perp \Pi'$ ,  $S' = SS' \cap \Pi'$ ,  $S'A'(h_A)$ ,  $h_A = \Pi_h \cap \Pi'$ ,  $A'_1 = S'A'(h_A) \cap h_A$ ,  $A'_1 A \perp \Pi'$ ,  $A = A'_1 A \cap SA'(h_A)$ .

Плоскость  $\Pi'$ , рассматриваемая как множество точек с числовыми отметками, является перспективно-числовой моделью пространства  $P_3$ . Эта модель существенно отличается от известного метода проекций с числовыми отметками [2], в котором числовая отметка  $h$  приписывается точке  $A_0$ . В рассматриваемом соответствии  $P_3 - \Pi'$  точке пространства  $P_3$  соответствует точка плоскости  $\Pi'$ , прямой соответствует прямая, инцидентным прямым соответствуют инцидентные прямые (параллельность не является инвариантом этого соответствия), кривой второго порядка соответствует кривая второго порядка. Эти и другие свойства соответствия  $P_3 - \Pi'$  присущи центральному проецированию [1].

Разработка методов использования перспективно-числовой модели пространства диктуется ее основным применением, а именно изучением объекта по фотографическому снимку, в частности при проектировании одежды.

Связь между объектом и его перспективно-числовой моделью наглядно прослеживается в стандартной изометрии. Пусть нулевая плоскость совпадает с плоскостью  $Oxy$  и в этом случае обозначим ее  $\Pi_0$ , плоскость  $\Pi'$  совпадает с плоскостью  $Oyz$  (рис. 4). Дана точка  $A$ , последовательность нахождения  $A'(h)$  такая:  $SA; S_1 A_1; A'_1 = S_1 A_1 \cap y; A'_1 A'(h) \parallel z; A'(h_A) = SA \cap A'_1 A'(h); |h| = |AA_1|$ .

На рис. 5 приведено построение точки  $B$  по известной проекции  $B'(h_B)$ . Последовательность построения:  $SB'(h_B); B'(h_B)B'_2 \parallel y; B'_2 = B'(h_B)B'_2 \cap z; S_2 B'_2; a \parallel x; B_2 = S_2 B'_2 \cap a; B_2 B \parallel y; B = SB'(h_B) \cap B_2 B$ .

Если картинная плоскость  $\Pi'$  не перпендикулярна нулевой плоскости, то при построении удобно плоскость  $Oxz$  расположить перпендикулярно картинной плоскости (рис. 6). Построения проще проводить, используя вторичную проекцию на  $Oxz$  ( $\Pi_2$ ). На рис. 6 показано построение  $A'(h_A)$  по известной точке  $A$ . Прямая  $l$  — это линия пересечения  $\Pi'$  с плоскостью  $Oxz$ . Поскольку  $\Pi' \perp Oxz$ , то  $l$  — ортогональная проекция  $\Pi'$  на  $Oxz$ . Последовательность нахождения  $A'(h_A)$  такая:  $SA; S_2 A_2; A'_2 = S_2 A_2 \cap l; A'_2 A'(h_A) \parallel y; A'(h_A) = SA \cap A'_2 A'(h_A)$ . На рис. 7 показано построение точки  $B$  по известной точке  $B'(h_B)$ . Последовательность построения:  $SB'(h_B); B'(h_B)B'_2 \parallel y; B'_2 = l \cap B'(h_B)B'_2; S_2 B'_2; a \parallel x; B_2 = S_2 B'_2 \cap a; B_2 B \parallel y; B = SB'(h_B) \cap B_2 B$ .

Между картинной плоскостью и любой из плоскостей уровня, например  $\Pi_h$  (см. рис. 2), устанавливается соответствие, называемое перспективной коллинеацией [2]. При этом угол между  $\Pi'$  и  $\Pi_h$  может быть любым. После совмещения плоскостей  $\Pi'$  и  $\Pi_h$  поворотом вокруг их линии пересечения  $d = \Pi' \cap \Pi_h$ , получим на совмещенной плоскости гомологию с осью  $d$  и некоторым центром  $S_{hA}$  (рис. 8).

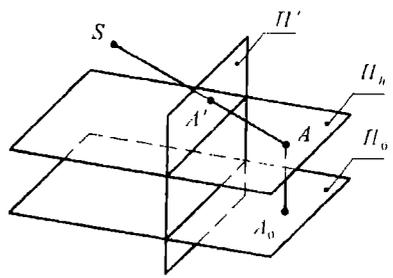


Рис. 2. Схема соответствия элементов пространства и картинной плоскости.

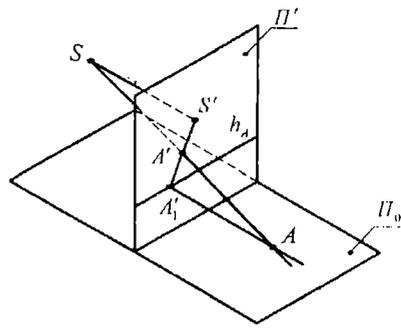


Рис. 3. Схема получения элемента пространства по элементу картинной плоскости.

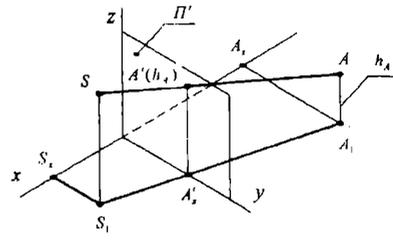


Рис. 4. Построение точки  $A'(h_A)$  по  $A$  в изометрии.

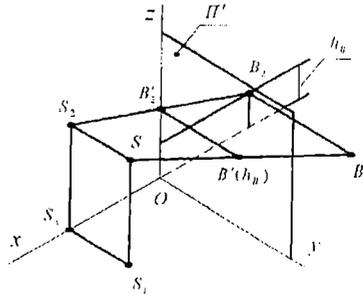


Рис. 5. Построение точки  $B$  по  $B'(h_B)$  в изометрии.

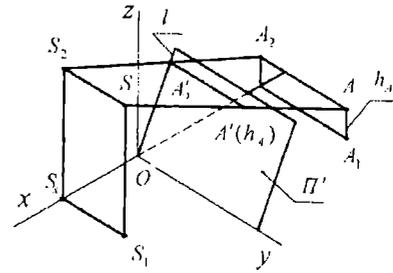


Рис. 6. Построение  $A'(h_A)$  в наклонной картинной плоскости.

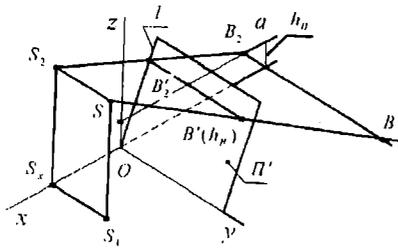


Рис. 7. Построение точки B по B'(h<sub>B</sub>) в наклонной картинной плоскости.

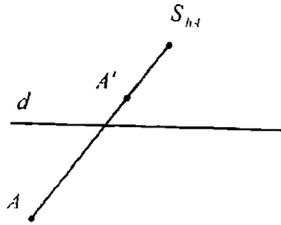


Рис. 8. Гомология (S<sub>hA</sub>, d).

Зная ось гомологии  $d$  и две пары соответственных точек  $A - A'(h_A)$  и  $B - B'(h_B)$ , при этом  $h_A = h_{B'}$ , легко найти  $S_{hA} = AA'(h_A) \cap BB'(h_B)$ . После того, как на смещенной плоскости будут известны  $S_{hA}$ ,  $d$ ,  $A$ ,  $A'(h_A)$  построение по образу  $C'(h_C = h_A)$  точки  $C$  можно проводить обычным методом (рис. 9):  $A'C'$ ;  $l = A'C' \cap d$ ;  $A1$ ;  $S_{hA}C'$ ;  $C = S_{hA}C' \cap A1$ .

Если известны три пары соответственных точек  $A - A'(h_A)$ ,  $B - B'(h_B = h_A)$ ,  $C - C'(h_C = h_A)$ , то можно найти  $S_{hA} = AA' \cap BB'$  и ось гомологии  $d: 1 = AB \cap A'B'; 2 = BC \cap B'C'; d = 1-2$ .

Рассматривая сечения объекта плоскостями уровня, будем иметь после совмещения с  $P'$ , в каждой плоскости гомологию со своим центром и осью. Эти сечения можно в практических целях выполнять на отдельных листах или совмещать на одном листе. При этом отрезки, концы которых обозначены буквами без индексов, являются отрезками, имеющими такую же длину, как и соответствующие отрезки на объекте. Отрезки, концы которых обозначены буквами со штрихами, являются центральной проекцией отрезков объекта, т. е. отрезки взяты, например, с фотографии.

В первом из рассматриваемых сечений для задания гомологии необходимы три пары соответственных точек, в остальных сечениях достаточно двух пар, так как все оси гомологий параллельны. На рис. 10 показаны две плоскости уровня совмещенные с картинной плоскостью.  $S_{hA}, S_{hB}, d_A, d_B$  — центры и оси гомологий для плоскостей  $P_{hA}$  и  $P_{hB}$  соответственно. Точка  $A$  принадлежит плоскости  $P_{hA}$ , точка  $B$  — плоскости  $P_{hB}$ . При этом плоскость картины перпендикулярна плоскостям уровня. Если плоскость  $P_{hB}$  перед совмещением с  $P'$  совместить с  $P_{hA}$ , переноса параллельно по перпендикуляру к  $P_0$  на  $(h_A - h_B)$ , то точка  $B$  перейдет

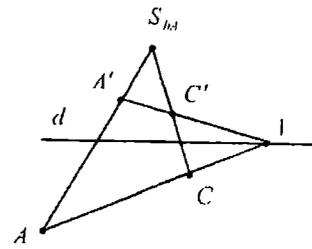


Рис. 9. Построение соответственных точек в гомологии.

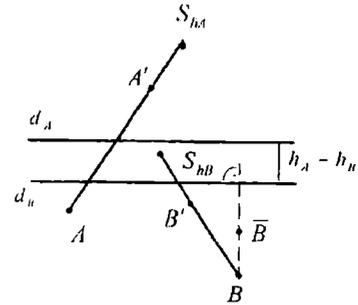


Рис. 10. Определение натуральной величины отрезка.

в положение  $\bar{B}$  (см. рис. 10). Оси  $d_B$  и  $d_A$  совпадут. Длина отрезка  $AB$  с концами в разных плоскостях уровня может быть определена графически или аналитически как диагональ прямоугольного треугольника и будет

равна  $|AB| = \sqrt{|A\bar{B}|^2 + (h_A - h_B)^2}$ . Если  $P'$  наклонена к  $P_0$  под углом  $\alpha$ , то длина отрезка  $B\bar{B}$  равна  $(h_A - h_B) \cdot (1 \pm \cos \alpha) / \sin \alpha$ . Длина  $AB$  считается по той же формуле.

Перспективно-числовая модель пространства позволяет достаточно просто восстанавливать объекты, определять их положение и метрику. Эта модель удобна для практического ее применения при анализе фотоснимков и позволяет реконструировать различные объекты, в частности поверхность манекена или тела человека.

### Литература

1. Начертательная геометрия. Учебник для вузов. / Крылов Н.Н., Лобандиевский П.И., Мэн С.А., Иконникова Г.С., Николаев В.Л. — М.: Высш. школа, 1977. — 232 с.
2. Четверухин Н.Ф. Проективная геометрия. — М.: Просвещение, 1969. — 368 с.

**КАРАУЛОВА Гульбаршин Тахировна**, аспирант кафедры начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики (НГИИКГ).

**КУЛИКОВ Леонид Константинович**, кандидат технических наук, доцент кафедры НГИИКГ.

**ВОЛКОВ Владимир Яковлевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой НГИИКГ.

# МЕХАНИКА, МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 621.01

**Ф. Н. ПРИТЫКИН  
Е. В. ПИЩЕНЮК  
Е. А. КУРЫШЕВА**

Московский государственный  
авиационный институт  
(технический университет)

Сибирская государственная  
автомобильно-дорожная академия

## **СИНТЕЗ МАЛЫХ ДВИЖЕНИЙ АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ФОРМООБРАЗОВАНИИ ПОВЕРХНОСТИ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ТУРБИННОЙ ЛОПАТКИ НА ШЕСТИКООРДИНАТНОМ РОБОТЕ-СТАНКЕ**

Излагается метод расчета управляющей информации для шестикоординатного робота-станка при обработке проточной части турбинной лопатки. Метод основан на синтезе малых движений абразивного инструмента с обеспечением максимальных размеров пятна контакта инструмента и детали по вектору скоростей системы координат, изменяющей свое положение на режущей кромке.

### **1. Задание геометрической модели робота-станка**

В настоящее время с целью автоматизации процессов обработки шлифованием лопаток турбин, ведутся работы, связанные с созданием специальных

роботов-станков. Однако полностью автоматизировать обработку всех составляющих поверхностей проточной части лопаток турбин с помощью таких роботов пока не удастся. Например, ряд операций, таких как шлифование кромок, галтели и участка поверхности

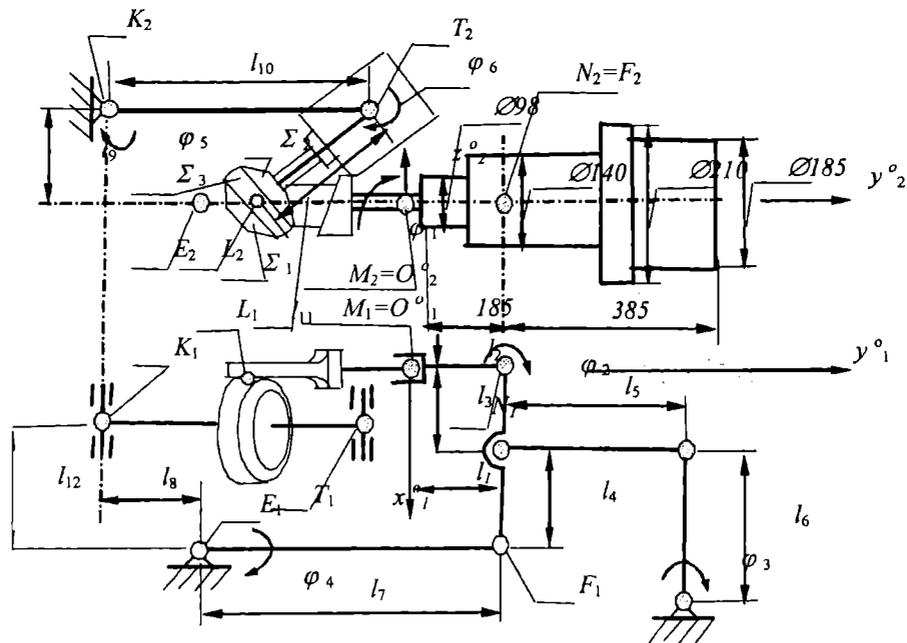


Рис. 1. Схема обработки поверхности турбинной лопатки абразивным инструментом на шестикоординатном роботe-станке РОСТ-300.

Таблица 1  
Геометрические параметры, характеризующие исполнительный механизм робота – станка РОСТ-300 (в миллиметрах).

$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_4$	$l_5$	$l_6$	$l_7$	$l_8$	$l_9$	$l_{10}$	$l_{11}$
240	0	200	250	300	400	300	90	200	250	250

пера, располагающегося в непосредственной близости от галтели, приходится выполнять вручную. В книге [1] приводятся различные способы формообразования поверхностей лопаток турбин шлифованием, при этом отмечается, что производительность размерной обработки зависит от многих факторов. Одним из средств повышения производительности обработки является увеличение пятна контакта инструмента и детали. В этих целях разрабатываются способы с использованием инструмента, режущая поверхность которого имеет сложную форму, состоящую из нескольких отдельных состыкованных поверхностей. В настоящей работе предлагается метод синтеза движений абразивного инструмента, режущая поверхность которого состоит из двух конических поверхностей и одной поверхности тора, при формообразовании вогнутых участков поверхностей лопаток турбин с использованием робота-станка РОСТ-300. При этом решается задача увеличения пятна контакта инструмента и детали.

Кинематическая схема шестикоординатного робота-станка РОСТ-300 изображена на рис. 1. Положение инструмента здесь относительно системы координат детали изменится с помощью шести обобщенных координат  $\varphi_{1-6}$  [2]. Кинематическая схема незамкнутого механизма, моделирующего движение абразивного инструмента, и положения систем координат, используемых при задании геометрической модели робота-станка, представлены на рис. 2. Заметим, что обобщенная координата  $\varphi_3$  рассчитывается по значению координаты  $\varphi_3'$ , определяющей движение в шарнире с осью вращения, проходящей через точку  $F(F_1, F_2)$ . Геометрические размеры, определяющие размеры подвижных звеньев механизма робота-станка, заданы в табл. 1. Параметр  $l_2$  на рис. 1 и табл. 1 опре-

деляет расстояние от точки  $K=O_1$  до оси вращения  $y_0$  системы  $O^0 x^0 y^0 z^0$ , неподвижно связанной с обрабатываемой деталью. Для рассматриваемого случая это расстояние равно нулю. Системы координат, определяющие положения звеньев механизма, для краткости в дальнейшем обозначаются  $O^0, O_1, O_2$  и т. д. Для синтеза движений технологического инструмента неподвижно связанного с выходным звеном манипуляторов или роботов-станков разработаны совокупность универсальных программных модулей описанных на языке AutoLISP. Работоспособность этих модулей, связанная с синтезом движений инструментов, возможна для сложных структур незамкнутых кинематических цепей механизмов роботов с произвольным числом степеней подвижностей. Исходными данными программных модулей являются элементы четырех списков, задающих геометрическую модель исполнительного механизма, а также заданная последовательность параметрических линий, по которым происходит формообразование поверхностей детали. Значения указанных списков, определяющих геометрическую модель механизма робота-станка, изображенного на рис. 2, заданы в табл. 2. Размерность указанных списков определяется числом матриц  $m_n$ , используемых при задании геометрической модели робота-станка. С учетом структуры механизма робота-станка РОСТ-300 и положения перемещаемой системы координат  $O_n$ , располагающейся на режущей поверхности абразивного инструмента, число матриц для этого случая  $m_n = 10$ . На рис. 2 показаны определяемые этими матрицами положения систем  $O_1 - O_{10}$ , связанных со звеньями робота – станка и точками режущей поверхности инструмента. Звенья механизма при этом совершают движения относительно системы  $O^0$ , неподвижно связанной с деталью. Система  $O_4$  при этом

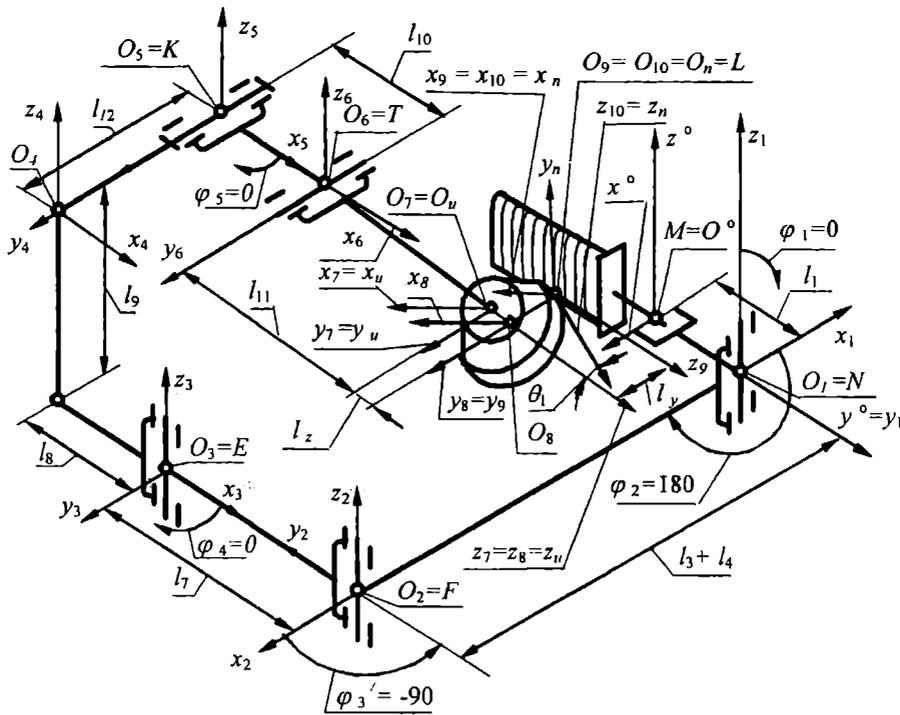


Рис. 2. Кинематическая схема и положение систем координат при задании геометрической модели робота-станка РОСТ-300.

Таблица 2  
Значения списков  $u_i, l_{di}, l_{smi}$  и  $n_{kod}$ , определяющих геометрическую модель механизма робота-станка РОСТ-300

Обозначение систем координат	$O_1$	$O_2$	$O_3$	$O_4$	$O_5$	$O_6$	$O_7$	$O_8$	$O_9$	$O_{10}$	
$n_z = 6,$ $m_n = 10$	$u_i$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\varphi_3$	$\varphi_4$	$-\varphi_5$	$\varphi_6$	$-\varphi_7$	$-\varphi_8$	$-\varphi_9$	
		35	180	-90	0	0*	-90	-90	0*	0*	0*
	$l_{di}$	$l_2$	$l_3 + l_4$	$l_7$	$l_8$	$l_7$	$l_{10}$	$l_{11}$	-l-	-l-	-l-
		0	450	300	90	0*	250	250	0*	0*	0*
	$l_{smi}$	$l_1$	-s-	-s-	$l_9$	$l_{12}$	-s-	-s-	$l_z$	$l_y$	$\theta_1$
		-240	0	0	200	-450	0	0	$f_z(m)$	$f_y(m)$	$f_{01}(m)$
	$n_{kod}$	$k1$	$k2$	$k3$	$k4$	$k5$	$k6$	$k7$	$k8$	$k9$	$k10$
		2	3	3	3	8	2	2	9	7	11

связана с неподвижным основанием робота-станка. Структура указанных программ позволяет осуществлять синтез малых движений по вектору скоростей выходного звена при наличии двигательной избыточности [3]. Технологический инструмент при этом неподвижно связан с выходным звеном и системой  $O_u$ . Список  $u_i$  в табл. 2 задает значение обобщенных координат в текущей точке конфигурационного пространства;  $l_{di}$  — значение длин, характеризующих подвижные звенья механизма робота-станка (см. табл. 1-2 и рис. 1-2);  $l_{smi}$  — смещения вдоль осей координат и углы поворота вокруг этих осей при отсутствии кинематических преобразователей при переходе от системы координат  $O_k$  к системе  $O_{k-1}$  и  $n_{kod}$  — коды преобразований системы координат. Функции  $f_z(m)$ ,  $f_y(m)$  и  $f_{01}(m)$  в табл. 2 определяют центр координат и ориентацию перемещаемой системы  $O_n$  при синтезе малых движений абразивного инструмента. Положение системы  $O_n$  при этом на режущей кромке поверхности инструмента изменяется с помощью указанных функций при изменении параметра  $m$ . Данные функции определяют значения параметров  $l_z, l_y$  и  $\theta_1$ , геометри-

ческий смысл которых ясен из рис. 2, 3. Параметры  $l_z$  и  $l_y$  на рис. 3 определяют положение точки  $E_1$ , которая является центром системы  $O_n''$ . Угол  $\theta_1$  задает ориентацию совокупности заданных систем  $O_n$ . Подробное описание положений систем  $O_n$ , располагающихся на поверхности инструмента, и их назначения будет приведено ниже. В целях упрощения рис. 3 изображение системы  $O_n''$  с центром, совпадающим с точкой  $E_1$  на рисунке не приводится. Для обобщенного описания различных моделей незамкнутых кинематических цепей элементы списка  $n_{kod}$ , определяющего преобразования систем координат (при переходе от системы  $O_k$  к системе  $O_{k-1}$ ), имеют следующие значения: 1-3 — вращения соответственно вокруг осей  $x_{k-1}, y_{k-1}$  и  $z_{k-1}$  с использованием кинематических преобразователей; 4-6 — поступательные движения соответственно вдоль осей  $x_{k-1}, y_{k-1}$  и  $z_{k-1}$  также с использованием кинематических преобразователей; 7-9 — смещения соответственно вдоль осей  $x_{k-1}, y_{k-1}$  и  $z_{k-1}$  при отсутствии кинематических преобразователей; 10-12 — повороты соответственно вокруг осей  $x_{k-1}, y_{k-1}$  и  $z_{k-1}$  также при отсутствии кинематических преобра-

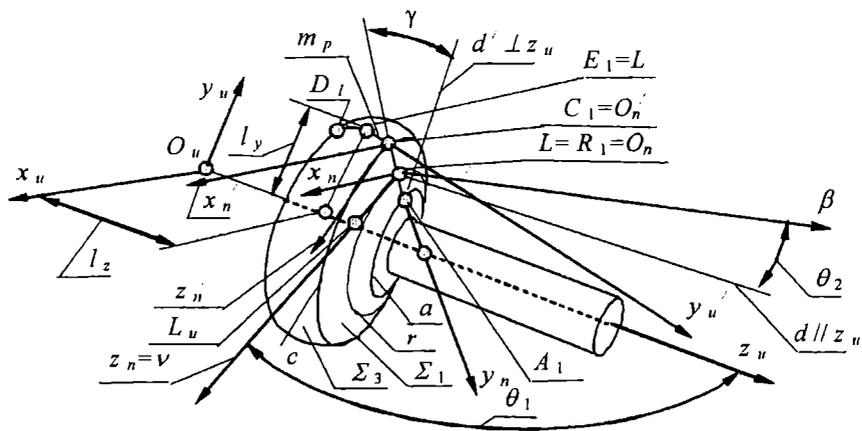


Рис. 3. Положение точки  $L$  контакта детали и инструмента и систем  $O_u$  и  $O_n'$ , располагающихся на режущей кромке  $m_p$ .

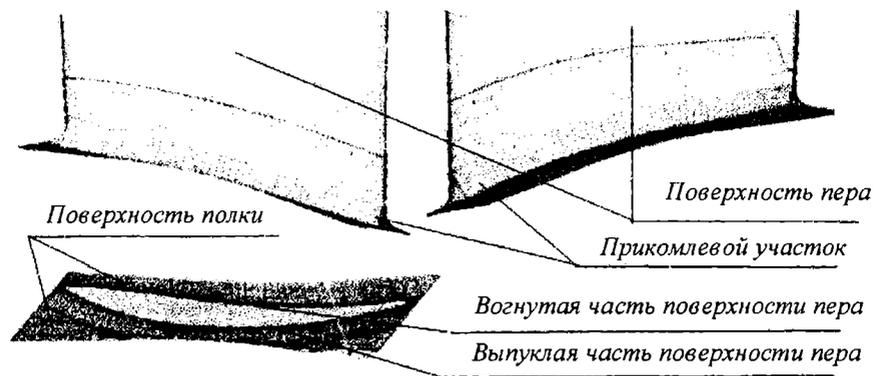


Рис. 4. Составные части поверхности турбинной лопатки, подлежащие обработке абразивным инструментом на работе-станке.

зователей. Элементы списков  $u_i$  и  $l_{ij}$ , заданные в табл. 2 со звездочками, задают фиктивные значения, необходимые лишь для обеспечения заданной размерности  $m_p$  списков, обработка программными модулями которых осуществляется с помощью операторов цикла.

Поверхность проточной части турбинной лопатки состоит из поверхности прикомлевого участка и пера (рис. 4) [4]. При шлифовании предполагается применять инструмент, состоящий из двух конических поверхностей  $\Sigma_1$ ,  $\Sigma_2$  и одной поверхности тора  $\Sigma_3$  (см. рис. 1). Точки  $M$ ,  $N$ ,  $F$ ,  $E$ ,  $K$  и  $T$  обозначают на рис. 1-2 центры шести вращательных кинематических пар, находящихся на осях вращения, а точка  $L$  задает положение точки контакта поверхности инструмента и обрабатываемой детали. На рис. 1 положения указанных точек отражены с помощью фронтальных и горизонтальных проекций  $M(M_1, M_2)$ ,  $N(N_1, N_2)$  и т. д. Схема обработки, показанная на рис. 1-2, дает возможность обрабатывать прикомлевой участок (галтель) и перо с большей производительностью, чем формообразование сферическим абразивным инструментом за счет увеличения пятна контакта инструмента и детали.

## 2. Метод синтеза малых движений абразивного инструмента роботом-станком при формообразовании вогнутой части поверхности пера турбинной лопатки

Положение режущей кромки абразивного инструмента на поверхности детали определяется положением трехгранника  $\tau\upsilon\beta$  (рис. 5). При этом вектор  $\upsilon$  явля-

ется нормалью в заданной точке обрабатываемой поверхности лопатки, а вектор  $\beta$  совпадает с прямой, перпендикулярной касательной  $\tau$  к  $j_i$ -й параметрической линии  $l$ . Точка  $L$  на рис. 5 также определяет точку контакта, а точка  $L_u$  находится пересечением нормали  $\upsilon$  с осью вращения  $z_u$  поверхности инструмента. В общем случае положение точки  $L$  на режущей кромке  $m_p$ , являющейся осевым сечением инструмента (см. рис. 3) при обработке поверхности лопатки, изменяется, вследствие чего длина отрезка  $L_u L$  может также изменяться. При построении движения инструмента вдоль  $j_i$ -й параметрической линии  $l$  на работе-станке необходимо с помощью обобщенных координат  $\phi_i$  изменять значения углов  $\theta_1$  и  $\theta_2$  и обеспечивать максимальные размеры пятна контакта  $P_x$  (рис. 6). Угол  $\theta_1$  задает угол между осью инструмента  $z_u$  и вектором нормали  $\upsilon$  в точке поверхности детали (см. рис. 3, 5), соответственно угол  $\theta_2$  - между вектором  $\beta$  и осью  $z_u$ . Наибольшее пятно контакта при обработке поверхности детали образуется, когда точка  $L$  совпадает с точкой  $R_1$ , а режущей кромкой является отрезок прямой  $A_1 C_1$ , направленный параллельно вектору  $\beta$ . В этом случае формообразование происходит за счет конической поверхности инструмента, образующей которой является отрезок  $A_1 C_1$ . Отметим, что режущая кромка, расположенная между точками  $D_1$  и  $A_1$ , находится в плоскости  $O_u z_u y_u$ , при этом система  $O_u x_u z_u y_u$  определяющая положение выходного звена, неподвижно связана с абразивным инструментом (см. рис. 3).

Прикомлевой участок поверхности турбинной лопатки представляет собой поверхность полки  $\Psi_1$  и ее сопряжение  $\Psi_2$  с поверхностью пера  $\Psi_3$  (см. рис. 5) [4].

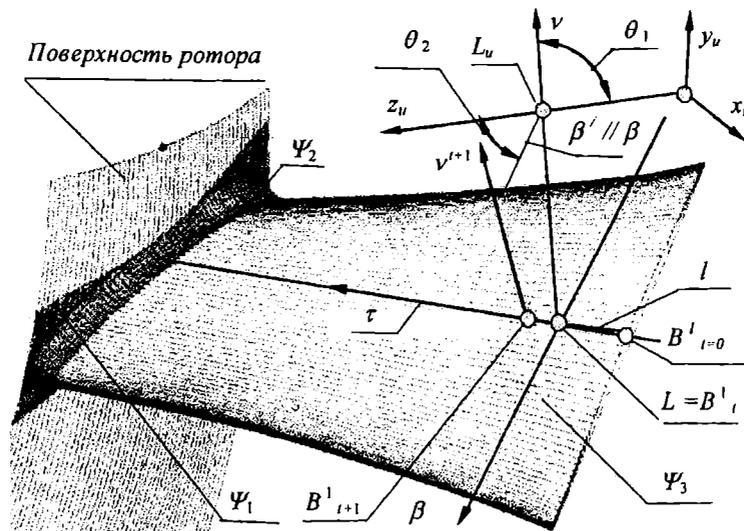


Рис. 5. Положение трехгранника  $tv\beta$  на поверхности турбинной лопатки.

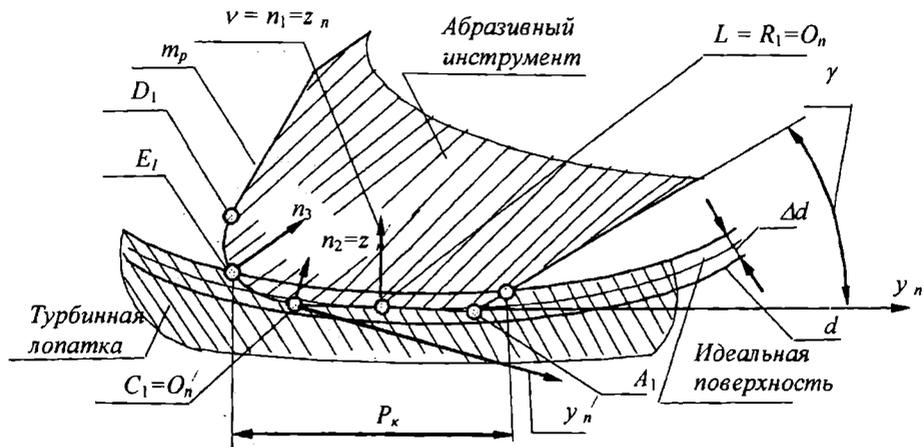


Рис. 6. Положения точек  $A_1$ ,  $R_1$ ,  $C_1$  и т. д., принадлежащих режущей кромке  $m_p$  инструмента относительно поверхности турбинной лопатки.

Данное сопряжение может иметь переменный радиус в пределах допуска. Поверхность предполагается обрабатывать инструментом, у которого радиус кривизны не больше, чем минимальный радиус сопряжения. Поверхность полки, так же как и поверхность пера, предполагается обрабатывать конической частью поверхности режущего инструмента. Поверхность прикомлевого участка представляется возможным обрабатывать с наибольшей областью контакта, при этом точка контакта может располагаться на дуге окружности, располагающейся между точками  $C_1$  и  $D_1$  режущей кромки  $m_p$  торовой части  $\Sigma_3$  поверхности инструмента (см. рис. 3). Отметим, что отрезок  $A_1C_1$  при этом является касательной к дуге окружности  $C_1D_1$ . Для обработки поверхности пера лопатки, как уже отмечалось, целесообразно использовать конические части  $\Sigma_1$  и  $\Sigma_2$  режущей поверхности, однако и тороидальная часть  $\Sigma_3$  может также использоваться при формообразовании, когда инструмент располагается в непосредственной близости от прикомлевого участка.

Пусть формообразование инструментом выполняется вогнутой части поверхности пера. Первоначально рассчитывается положение трехгранника  $tv\beta$  и инструмента в начальной точке  $B'_{i-0}$   $j_i$ -й параметрической линии  $l$  поверхности лопатки, при этом в качестве точки контакта  $L$  принимается точка  $R_1$  прямой  $A_1C_1$  (см. рис. 4, 5). Угол  $\theta_1$

будет здесь равен углу  $180^\circ - \gamma$ . Угол  $\gamma$  образован между прямой  $d' \perp z_u$  и отрезком  $A_1C_1$ . В этом случае при синтезе малых движений инструмента роботом-станком необходимо определить положение крайних точек  $A_1$  и  $C_1$  прямолинейной режущей кромки относительно поверхности детали (см. рис. 6). При этом необходимо учитывать поле допуска при обработке поверхности детали, заданное величиной  $\Delta d$ . Если точки  $A_1$  и  $C_1$  не находятся за границей кривой  $d$  (определяющей граничную кривую поля допуска), то в качестве перемещаемой системы  $O_n$  принимается система  $O_n x_n y_n z_n$  с началом координат, совпадающим с точкой  $R_1$  (при этом  $x_n \parallel x_u; z_n = v$ ). Соответственно если находятся, то в качестве перемещаемой системы  $O_n$  в этом случае принимается система  $O'_n x'_n y'_n z'_n$  с началом координат, совпадающим с точкой  $C_1$ , располагающаяся на режущей кромке  $m_p$  поверхности тора  $\Sigma_3$  (при этом  $x'_n \parallel x_u; z'_n = n_2$ ). Оси  $O'_n x'_n y'_n z'_n$  систем  $O'_n, O_n$  являются касательными к режущей кромке  $m_p$ . Ориентация указанных осей в системе  $O_u$  определяется углом  $\theta_1$ . Шестикомпонентный вектор  $V_1$ , определяющий простейшие движения системы  $O'_n$ , в последнем случае находится на основе перемещения этой системы с центром в точке  $C_1$  в следующую точку  $B'_{i+1}$   $j_i$ -й параметрической линии  $l$  поверхности лопатки. Мгновенные повороты этой системы при этом рассчитываются на основе углов, образованных осями

$x_n' = n_2$  и  $y_n'$  в точке  $B_l$  траектории  $l$  с осями  $v^{i+1}$  и  $\beta^{i+1}$  в точке  $B_{i+1}'$  относительно системы координат  $O^0$  детали (см. рис. 5, 6). Оси  $x_n' = n_2$  и  $y_n'$  системы  $O_n'$  определяют нормаль и касательную к режущей кромке  $m_p$  в точке  $C_l$  поверхности инструмента в текущей точке конфигурационного пространства (см. рис. 6). Угол  $\theta_l$ , определяющий ориентацию инструмента по отношению к трехграннику  $\tau\nu\beta$ , во втором случае, когда перемещается система  $O_n'$ , определяется углом

$$\theta_l^{i+1} = \theta_l^i + \Delta\theta_l; \Delta\theta_l = \arccos n_2 \cdot v^{i+1}, \quad (1)$$

где  $\theta_l^i$  – значение угла  $\theta_l$ , вычисленного в точке  $B_l$  траектории  $l$  на предыдущем шаге расчетов и соответствующего параметру  $l$ . Значение приращения  $\Delta\theta_l$  может быть как отрицательным, так и положительным. Положения систем  $O_n, O_n', O_n''$  и т. д. и точек  $R_1, C_1, E_1$  и т. д., принадлежащих осевому сечению  $m_p$  поверхности инструмента и являющихся центрами координат этих систем, вычисляются с помощью трех матриц  $M^y, M^z$  и  $M^n$ , которые необходимо перемножить с матрицей  $M_{o,n}$ , определяющей положение системы  $O_n, x_u, y_u, z_u$ , связанной с инструментом и выходным звеном. Матрица  $M^y$  определяет переход системы координат при ее переносе вдоль оси  $y_u$  инструмента, а матрица  $M^z$  – соответственно вдоль оси  $z_u$ . Матрица  $M^n$  определяет преобразование координат при повороте системы  $O_n$  вокруг оси  $x_u$  на угол  $\theta_l$  (см. рис. 3). Угол  $\theta_l$  образован осью  $z_n$ , перпендикулярной к режущей кромке  $m_p$  с осью  $z_u$ . Каждая точка  $R_1, C_1, E_1$  и т. д., принадлежащая режущей кромке  $m_p$ , при этом задается двумя значениями параметров  $l_y$  и  $l_z$  (см. рис. 2, 3), а положения множества систем  $O_n$  списком размерности  $3 \times g_0$ . Количество элементов списка задает параметр  $g_0$ . Этот параметр задает количество систем  $O_n, O_n', O_n''$  и т. д., которые могут быть заданы на режущей кромке  $m_p$ . При этом в каждом элементе списка задана тройка чисел  $l_y, l_z$  и  $\theta_l$  (см. табл. 2).

Пусть точки  $A_1, C_1$  и т. д. не выходят за пределы поля допуска обработкой детали в точке  $B_{i+1}'$  траектории  $l$  (см. рис. 6). В этом случае считываются промежуточные значения обобщенных координат  $\varphi_i$ , которые задают положение инструмента и текущую конфигурацию робота – станка в точке  $B_{i+1}'$ ,  $j_i$ -й параметрической линии  $l$ . Последующее положение инструмента определяется путем расчета вектора мгновенных скоростей изменения обобщенных координат  $Q$  или вектора приращений на основе решения линейной системы уравнений [2]

$$V = JAQ, \quad (2)$$

где  $V(V_x, V_y, V_z, \omega_x, \omega_y, \omega_z)$  – вектор скоростей системы  $O_n$ , связанной с одной из точек режущей кромки  $m_p$  поверхности инструмента.  $V_x, V_y, V_z$  – линейные скорости движения центра  $L = R_1 = O_n$  этой системы по направлению осей  $x^0, y^0$  и  $z^0$  системы координат, связанной с обрабатываемой деталью. Скорости  $V_x, V_y$ , и  $V_z$  этого вектора при этом определяют скорости какой-либо точки  $R_1, C_1, E_1$  и т. д. режущей кромки  $m_p$  при ее движении в точку  $B_{i+1}' \in l$ , в зависимости от того, при какой из указанных точек  $R_1, C_1, E_1$  и т. д. происходит подрез детали или нет в точке  $B_{i+1}'$ .  $\omega_x, \omega_y, \omega_z$  – мгновенные повороты вокруг осей, проходящих через центр системы  $O_n$  и параллельных осям  $x^0, y^0$  и  $z^0$ . Мгновенные повороты в этом случае вычисляются в соответствии с ориентацией осей системы  $O_n$ , изменяющей свое положение на режущей кромке поверхности инструмента и осей трехгранника  $\tau\nu\beta$  на

поверхности детали, соответственно в точках  $B_l$  и  $B_{i+1}'$  параметрической линии  $l$ . Размерность  $g$  вектора  $V$  при построении движения абразивного инструмента в этом случае равна  $g = 6$ .  $J$  – матрица частных передаточных отношений между скоростями изменения обобщенных координат и скоростями системы  $O_n$  размером  $g \times l$  [2];  $A(a_1, a_2, \dots, a_n)$  – вектор, задающий значения весовых коэффициентов изменения мгновенных скоростей изменения обобщенных координат, которые заданы вектором  $Q(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n)$  [5, 6]. Весовые коэффициенты  $a_i$  дают возможность перераспределить объем движения между кинематическими парами или приводами механизма робота-станка. Если на предыдущем шаге расчетов в точке  $B_{i+1}' \in l$  в качестве перемещаемой системы  $O_n$  принимается система с центром в точке  $C_l$ , то в точку  $B_{i+2}' \in l$  осуществляется вновь перемещение системы  $O_n$  с центром в точке  $R_1$  для обеспечения максимального размера пятна контакта  $P_n$  (см. рис. 6). Это объясняется тем, что при формообразовании детали желательна обработка прямолинейным участком режущей кромки  $m_p$  поверхности инструмента. Если при этом происходит подрез, перемещение осуществляется также системы  $O_n'$  с центром в точке  $C_l$ . Если же и при этом происходит подрез, то в качестве перемещаемой системы  $O_n$  принимается система  $O_n''$  с центром в точке  $E_1$  режущей кромки торовой части поверхности инструмента. При этом ось инструмента  $z_u$  начинает образовывать с нормалью к поверхности лопатки угол, близкий к  $90^\circ$ . В этом случае формообразование поверхности детали происходит участком поверхности инструмента, имеющим наибольшую кривизну. Для плавного изменения угла  $\theta_l$  при синтезе малых движений инструмента, необходимо увеличивать количество точек, принадлежащих режущей кромке  $m_p$  и соответственно систем  $O_n, O_n', O_n''$  и т. д., заданных значением параметра  $g_0$ . Анализируя, таким образом, различные варианты перемещения систем  $O_n, O_n', O_n''$  и т. д. и точек, принадлежащих осевому сечению  $m_p$  поверхности инструмента по отношению к детали, возможна корректировка угла  $\theta_l$  с помощью нескольких итераций. При этом если значения приращений угла  $\Delta\theta_l$  принимает сравнительно большие значения, необходимо замедление движения вдоль  $j_i$ -й параметрической линии  $l$  обрабатываемой поверхности детали.

### 3. Метод синтеза малых движений абразивного инструмента роботом-станком при формообразовании поверхности пера турбинной лопатки, располагающейся в непосредственной близости от прикомлевого участка

Обозначим область детали, ограниченной поверхностями пера прикомлевого участка и полки областью запретной зоны  $P$  (см. рис. 6). Тогда если, например, точка  $E_3$ , отражающая возможное положение точки  $E_2$  и принадлежащей параллели  $e$  поверхности инструмента, находится в области запретной зоны  $P$  детали, то необходимо уменьшить скорость этой точки при расчете следующего положения инструмента роботом-станком (рис. 7, а). На рис. 7, б показаны результаты расчета совокупности возможных положений точек инструмента и совокупность положений возможных их траекторий движения  $m_v$ . С целью уменьшения скорости точки  $E_3$  необходимо рассчитать строку матрицы чувствительности для этой точки по направлению прямой  $m_v$ , инцидентной вектору абсолютной скорости точки  $E_3$ . Элементы строки этой

матрицы чувствительности вычисляются следующим образом. В системе координат  $O_m x_m y_m z_m$  необходимо рассчитать компоненты матриц  $M_{0,1}^m, M_{0,2}^m, \dots, M_{0,k}^m$ . Ось  $x_m$  системы  $O_m x_m y_m z_m$  параллельна прямой  $m_v$ , а  $O_m = O^o$ . При этом направляющие единичные векторы осей  $y_m$  и  $z_m$  определяются выражениями

$$U_{y_m} = U_x \times U_{x_m}, \quad U_{z_m} = U_x \times U_{y_m},$$

где  $U_x$  - направляющий единичный вектор оси  $O^o x^o$  системы координат, связанной с обрабатываемой деталью;  $U_{x_m}$  - направляющий единичный вектор прямой  $m_v$ . Значения единичных векторов  $U_{x_m}, U_{y_m}$  и  $U_{z_m}$  определяют углы  $\alpha_1, \alpha_2$  и  $\alpha_3$  между осями  $x$  и  $x_m, y$  и  $y_m, z$  и  $z_m$ . Эти углы задают преобразование координат при переходе от системы  $O_m$  к системе  $O^o$ , связанной с обрабатываемой деталью. Матрицы  $M_{0,1}^m, M_{0,2}^m, \dots, M_{0,4}^m$ , и т. д. определяют положение звеньев в системе  $O_m$ . Положение первого подвижного звена находится произведением матриц  $M_{0,1}^m = M^m \cdot M_{0,1}$ , где матрица  $M^m$  определяется углами  $\alpha_1, \alpha_2$  и  $\alpha_3$ , а матрица  $M_{0,1}$  обобщенной координатой  $\varphi_1$ . Остальные матрицы задающие положение звеньев в системе  $O_m$ , получаются добавлением к произведению матриц  $M_{0,1}^m$  матриц  $M_{1,2}, M_{2,3}$  и т. д., значения которых вычисляются обобщенными координатами  $\varphi_2, \varphi_3$  и т. д. Отметим, что положение точки  $E_3$  в системе  $O_m$  вычисляется матрицей  $M_{0,u}^m$ , определяющей положение системы  $O_u$ , и координатами точки  $E_3$  в этой системе. С помощью матриц  $M_{0,1}^m, M_{0,2}^m, \dots$  в системе  $O_m$  мгновенные передаточные отношения  $J_i^m$  между обобщенными скоростями  $\dot{\varphi}_1, \dot{\varphi}_2, \dots$  и линейной абсолютной скоростью  $V_{E_3}$  точки  $E_3$ , принадлежащей параллели инструмента  $e$ , по направлению прямой  $m_v$  вычисляются соотношениями:

$$J_i^m = (m^{0,u+3}_{34} - m^{0,k-1}_{34}) \cdot m^{0,k-1}_{23} - (m^{0,u+3}_{24} - m^{0,k-1}_{24}) \cdot m^{0,k-1}_{31},$$

$$J_i^m = (m^{0,u+3}_{34} - m^{0,k-1}_{34}) \cdot m^{0,k-1}_{22} - (m^{0,u+3}_{24} - m^{0,k-1}_{24}) \cdot m^{0,k-1}_{32}, \quad (3)$$

$$J_i^m = (m^{0,u+3}_{34} - m^{0,k-1}_{34}) \cdot m^{0,k-1}_{21} - (m^{0,u+3}_{24} - m^{0,k-1}_{24}) \cdot m^{0,k-1}_{31}.$$

где  $m^{0,u+3}_{24}, m^{0,u+3}_{34}$  - элементы матрицы  $M_{0,E_3}^m$ , определяющей положение точки  $E_3$  в системе  $O_m x_m y_m z_m$  (матрица  $M_{0,E_3}^m$  размером  $4 \times 4$  вычисляется с учетом того, что точка  $E_3$  принимается за «фиктивный» центр захвата). Матрица  $M_{0,E_3}^m$  определяется произведением матриц  $M_{0,E_3}^m = M_{0,u}^m \cdot M_{0,u}^x \cdot M_{0,u}^y \cdot M_{0,u}^z$ . Матрицы  $M_{0,u}^x, M_{0,u}^y$  и  $M_{0,u}^z$  задают преобразования координат при смещении вдоль осей  $x_u, y_u, z_u$  и определяются значениями координат точки  $E_3$  в сис-

теме  $O_u$ ;  $m^{0,k-1}_{24}, m^{0,k-1}_{34}$  - элементы матрицы  $M_{0,k-1}^m$  определяющие центр  $k-1$ -го сочленения (нижние индексы соответственно определяют номер строки и столбца элемента матрицы  $M_{0,k-1}^m$ );  $m^{0,k-1}_{21}, m^{0,k-1}_{22}, m^{0,k-1}_{23}, m^{0,k-1}_{31}, m^{0,k-1}_{32}$  и  $m^{0,k-1}_{33}$  - элементы матрицы  $M_{0,k-1}^m$ , задающие ориентацию осей вращения кинематических пар (первое, второе и третье уравнения соответственно определяют мгновенные передаточные отношения, когда ось вращения совпадает с осями  $z_{k-1}, y_{k-1}$  и  $x_{k-1}$ ) в системе  $O_m$ . Если же кинематическая пара является поступательной и совпадает соответственно сосями  $z_{k-1}, y_{k-1}$  и  $x_{k-1}$ , то мгновенные передаточные отношения для этого случая вычисляются:  $J_i = m^{0,k-1}_{13}, J_i = m^{0,k-1}_{12}, J_i = m^{0,k-1}_{11}$ . Точки  $A_2, A_3, \dots, R_2, R_3, \dots, C_2, C_3, \dots, E_2, E_3, \dots$  и т. д. располагаются на соответствующих параллелях  $a, r, c, e$  и т. д. режущей поверхности инструмента (см. рис. 3, 7, а). Условия, накладываемые на движение точки  $E_3$ , тогда отразятся линейной зависимостью

$$J^m_1 \varphi_1 + J^m_2 \varphi_2 + \dots + J^m_6 \varphi_6 = V_{E_3} - V^P_{E_3} \quad (4)$$

где  $J^m_1, J^m_2, \dots$  - элементы матрицы чувствительности для точки  $E_3$  по направлению прямой  $m_v$ ;  $V_{E_3}$  - модуль вектора линейной скорости точки  $E_3$  по направлению прямой  $m_v$ , полученный на предыдущем шаге расчетов, при котором точка  $E_3$  входит в область запретной зоны  $P$ . Модуль вектора  $V^P_{E_3}$  вычисляется соотношением  $V^P_{E_3} = S/\Delta t$ , где  $S$  - длина, определяемая отрезком  $E_3^y E_3^p$ . Точка  $E_3^y$  на рис. 7, а задает конец вектора абсолютной линейной скорости точки  $E_3$  на предыдущем шаге расчетов. Точка  $E_3^p$  является точкой пересечения прямой  $m_v$  с границей запретной зоны  $P$ . При расчете вектора  $Q$  необходимо совместно решить линейную систему (2) при  $r=5$  с уравнением (4). При этом происходит корректировка угла  $\theta_2$  при синтезе движений инструмента. Отметим, что условия накладываются на такую точку параллелей  $a, r, c$  и т. д. инструмента, которая входит в область запретной зоны детали и имеет наименьшее удаление от режущей кромки  $m_p$ . Пусть при расчете следующего положения инструмента одновременно одна из точек  $A_1, R_1, \dots$  и т. д. осевого сечения и одна из точек  $A_2, A_3$  и т. д. параллелей  $a, r, c, \dots$  поперечных сечений поверхности инструмента входят в область запретной зоны детали  $P$ . В этом случае вначале с помощью нескольких итераций при замедлении движения инструмента вдоль линии  $l$  изменяется значение угла  $\theta_1$  путем изменения положения перемещаемой системы  $O_n$  на режущей кромке  $m_p$ , а затем

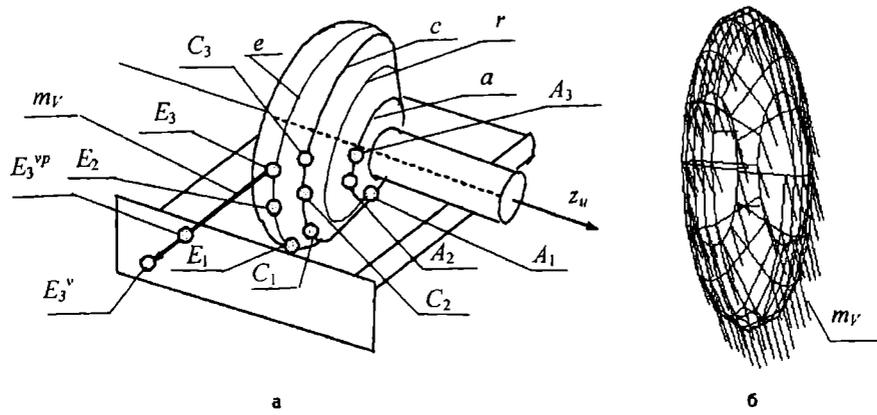


Рис. 7. Возможные положения точек инструмента:  
 а - определение точек на параллелях поверхности инструмента;  
 б - совокупность траекторий  $m_v$  точек, принадлежащих параллелям поверхности инструмента.

необходимо определить угол  $\theta_2$  с помощью использования условия (4). Учитывая то, что направления траекторий движения  $m_v$  точек поверхности инструмента находятся в непосредственной близости около точки  $L$  и перпендикулярны вектору  $v$ , использование соотношений (4) позволяет изменять значение угла  $\theta_2$  при синтезе движений абразивного инструмента.

#### 4. Результаты компьютерного моделирования синтеза малых движений абразивного инструмента при формообразовании поверхности турбинной лопатки роботом-станком

Блок-схема синтеза движений абразивного инструмента при обработке поверхности турбинной лопатки, представлена на рис. 8. В схеме приняты следующие обозначения:

- 1 –  $j_1 = 1$ ,  $t = 0$  определение начального положения инструмента и трехгранника  $tvb$  на поверхности детали в точке  $B_{t+0}$  параметрической линии  $l$ ;
- 2 – вычисление положения трехгранника  $tvb$  на  $j_1$ -й параметрической линии  $l$  в точке  $B_{t+1}$ ;
- 3 – решение линейной системы (2) и определение значений  $\varphi_i$  и углов  $\theta_1$  и  $\theta_2$ ;
- 4 – вычисление положения точек  $A_1$ ,  $R_1$  и т. д. принадлежащих осевому сечению  $m_p$  (режущей кромке) и точек  $A_1^v$ ,  $A_2^v$  и т. д. принадлежащих возможным положениям точек параллелей  $a$ ,  $g$ , и т. д. поверхности инструмента в точке  $B_{t+1}$ ;
- 5 – точки  $A_1$ ,  $C_1$  и т. д. осевого сечения входят в область запретной зоны  $P$  детали;
- 6 – изменение значения параметра  $m$ , а следовательно, и положения перемещаемой системы  $O_n$  на режущей кромке  $m_p$  инструмента;
- 7 – точки  $A_1^v$ ,  $A_2^v$  и т. д. продольных сечений профиля инструмента входят в область запретной зоны детали  $P$ ;
- 8 – вычисление элементов строки  $J^m$  матрицы чувствительности для точки контактирующей с запретной зоной  $P$  по зависимости (3);
- 9 – вычисление модуля вектора  $V_{вз}$ , определяющего наложение условия на контактирующую точку инструмента с запретной зоной детали и совместное решение линейной системы уравнений (2) при  $g = 5$  с уравнением (4) (синтез движений происходит с обеспечением заданной ориентации оси  $z_n$ );
- 10 – считывание промежуточных значений обобщенных координат  $\varphi_i$ ;
- 11 – текущая точка  $B_i$  совпадает с конечной точкой  $B_i^k$   $j_1$ -й параметрической линии  $l$ ;
12. –  $t = t + 1$ ;
13. –  $j_1 = j_1 + 1$ ;
14. –  $j_1 > j_{1, \max}$ ;
15. –  $t = 0$ ;
16. – конец.

14. –  $j_1 > j_{1, \max}$ ;
15. –  $t = 0$ ;
16. – конец.

На рис. 9. отражены результаты, компьютерного моделирования, связанного с синтезом движений абразивного инструмента на трех плоскостях проекций, когда происходит обработка вогнутой части поверхности пера турбинной лопатки с изменением угла  $\theta_1$  на шестикоординатном роботе-станке РОСТ-300. На этом рисунке изображены также расчетные конфигурации робота-станка. Моделирование обработки проводилось для лопатки с габаритными размерами  $75 \times 38 \times 38$ . Диаметр торовой части режущей поверхности инструмента принят  $R = 50$  мм, а угол наклона  $\gamma = 25^\circ$ . На рис. 10а показаны увеличенные фрагменты фронтальной и профильной проекций отдельных положений абразивного инструмента при обработке вогнутой части поверхности пера при  $\theta_1 = var$ ,  $\theta_2 = const$ , а на рис. 10б соответственно при  $\theta_1 = const$ ;  $\theta_2 = const$  при обработке выпуклой части поверхности пера. На рис. 9 и 10, а, б изображены проекции осей  $x^o$  ( $x_1^o$ ,  $x_2^o$ ,  $x_3^o$ ),  $y^o$  ( $y_1^o$ ,  $y_2^o$ ,  $y_3^o$ ) и  $z^o$  ( $z_1^o$ ,  $z_2^o$ ,  $z_3^o$ ). Эти оси принадлежат системе  $O^n$ , неподвижно связанной с обрабатываемой деталью.

#### Заключение

Разработанный программный комплекс позволяет реализовать метод синтеза движений абразивного инструмента, состоящего из двух конических поверхностей и одной поверхности тора при обработке вогнутых участков поверхностей лопаток турбин, располагающихся в непосредственной близости от галтели с использованием роботов-станков. Основными составными частями программного комплекса являются: 1 – модуль вычисления элементов матриц, определяющих положение подвижных звеньев и абразивного инструмента относительно системы координат детали; 2 – модуль вычисления элементов матриц частных передаточных отношений; 3 – модуль вычисления мгновенных скоростей изменения обобщенных координат обеспечивающих смещение точки контакта инструмента в последующую точку заданной параметрической линии поверхности детали; 4 – модуль для определения пересечения возможных траекторий движения точек инструмента с поверхностью детали. Предлагаемый метод расчета движения абразивного инструмента повышает производительность вычислительных процессов, так как отсутствуют итерационные способы перебора точек, принадлежащих соответственно поверхности детали и инструмента с целью вычисления кратчайших расстояний. Эти расстояния, как правило, определяются

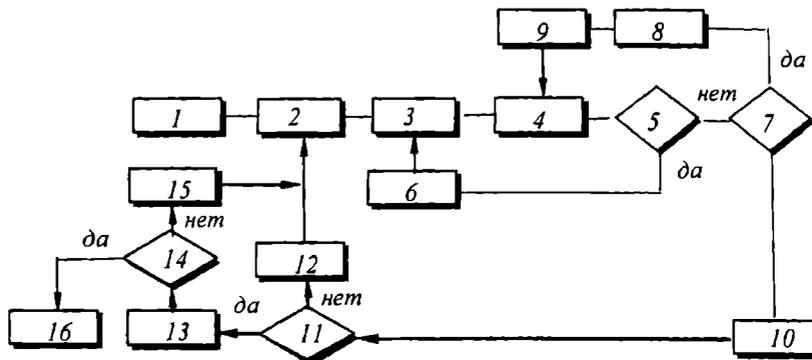


Рис. 8. Блок-схема алгоритма синтеза малых движений абразивного инструмента на роботе-станке.

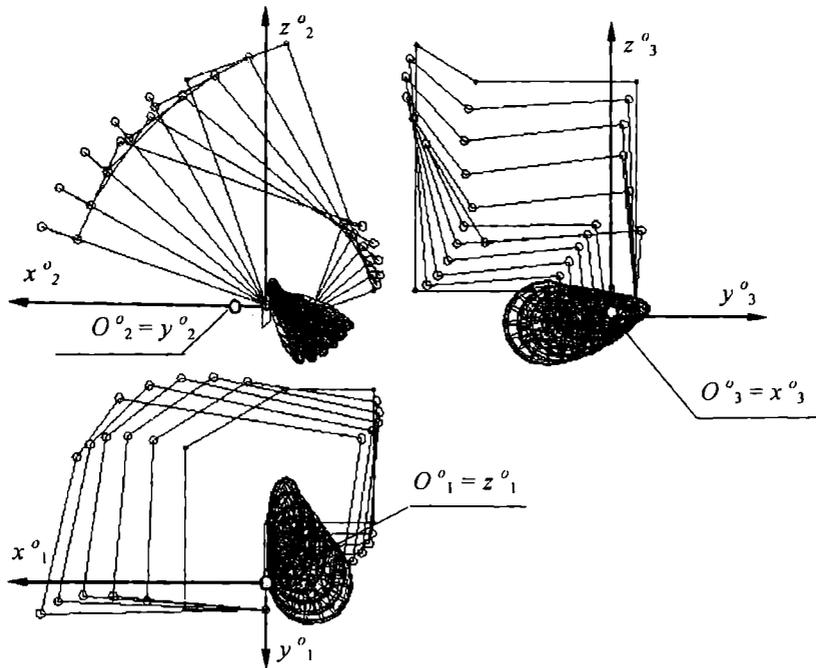


Рис. 9. Результаты компьютерного моделирования, связанного с расчетом положений промежуточных конфигураций робота-станка РОСТ-300 и абразивного инструмента.

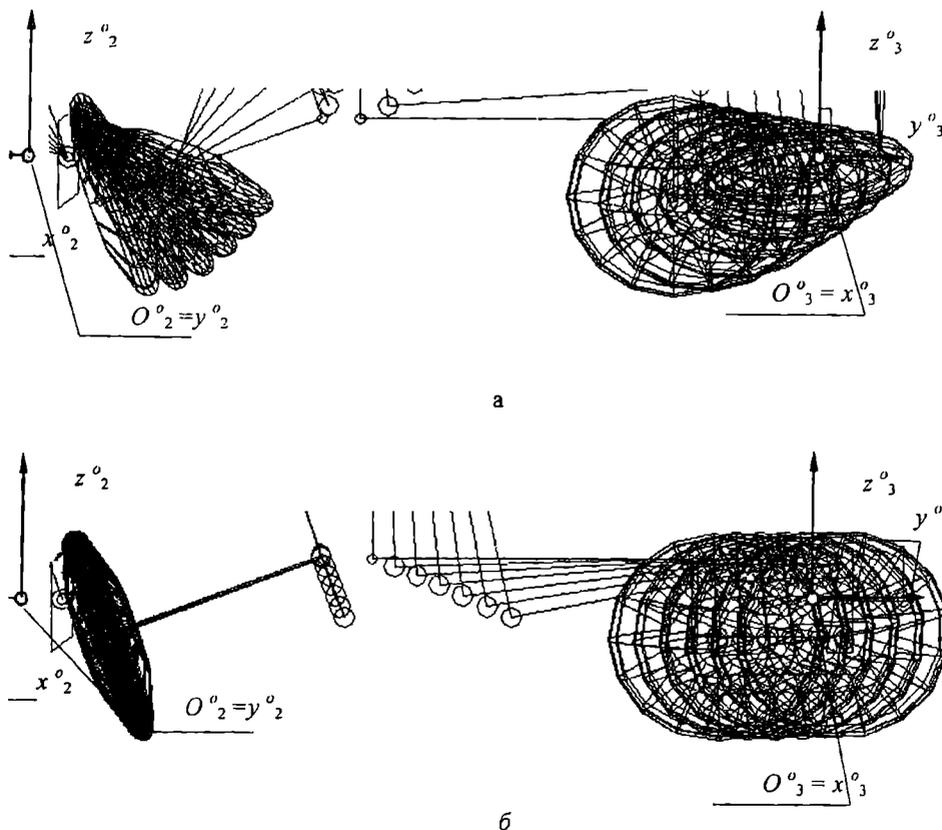


Рис. 10. Увеличенные фрагменты фронтальной и профильной проекций отдельных положений инструмента:  
 а – при обработке вогнутой части поверхности пера при  $\theta_1 = \text{var}$ ,  $\theta_2 = \text{const}$ ;  
 б – соответственно при обработке выпуклой части поверхности пера при  $\theta_1 = \text{const}$ ,  $\theta_2 = \text{const}$ .

численно между поверхностью инструмента и поверхностями пера, полки и прикомлевого участка. Это требует больших затрат на время вычислений. При синтезе малых движений абразивного инструмента с помощью робота-станка предлагаемым методом, обеспечиваются также максимальные размеры пятна контакта инструмента и детали. Методика расчета позволяет также перераспределять объем движения между

приводами робота-станка с помощью использования весовых коэффициентов  $a_i$  системы (2) и сокращать общий объем движения.

#### Литература

1. Братухин А.Г. и др. Размерное и безразмерное формообразование сложных поверхностей шлифованием. – М. Машиностроение, 1999. – 325с.

2. Афонин, В.Л. и др. Обрабатывающее оборудование нового поколения. — М. Машиностроение, 2001. — 256с.

3. Кобринский А.А., Кобринский А.Е. Манипуляционные системы роботов. — М.: Наука, 1985. — 344 с.

4. Смоленцев А.Н. Математическое описание поверхностей проточной части турбинной лопатки // Инженерный журнал. — 2002. — №3. — С. 56-62.

5. Притыкин Ф.Н. Ориентирование продольной оси схватносителя при синтезе движений манипуляторов в организованных средах // Мехатроника. — 2002. — № 1. — С. 16-20.

6. Притыкин Ф.Н. Графическое представление телесного угла и окружающего пространства руки при реализации мгновенных состояний манипуляторов //

Проблемы машиностроения и надежности машин. — 2002. — № 3. — С. 93-101.

**ПРИТЫКИН Федор Николаевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной геометрии Московского государственного авиационного института (технический университет).

**ПИЩЕНЮК Елена Владимировна**, преподаватель кафедры начертательной геометрии, инженерной и машинной графики Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии.

**КУРЫШЕВА Елена Анатольевна**, преподаватель кафедры начертательной геометрии, инженерной и машинной графики Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии.

УДК 621.923.1

**В. А. ГЛАЗЫРИН  
Ю. В. ПУЗАНОВ  
В. И. КОСТЯЕВ**

Ижевский государственный  
технический университет

## ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ПРЕРЫВИСТОМ КРУГЛОМ ШЛИФОВАНИИ И ПОГРЕШНОСТИ ФОРМЫ ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ЗАГОТОВКИ

В статье приведена методика, позволяющая выбрать геометрические параметры прерывистого круга, технологические режимы, обеспечивающие допустимую амплитуду вынужденных колебаний, а следовательно, и требуемое качество обработки.

Абразивная обработка заготовок из высокопрочных и износостойких материалов традиционными шлифовальными кругами часто приводит к "засаливанию" инструмента. Это способствует развитию в зоне резания высоких температур, а, следовательно, появлению дефектов шлифования.

Одним из перспективных методов, способствующих устранению указанных недостатков, является прерывистое шлифование лентой, натянутой на круг. Однако, недостаточное количество рекомендаций по выбору параметров обработки данным методом сдерживает его широкое применение в промышленности.

Дискретность режущей поверхности комбинированного круга является источником дополнительного внешнего воздействия на упругую технологическую систему, что приводит к вынужденным колебаниям и неизбежно оказывает влияние на погрешности формы поперечного сечения обрабатываемого изделия.

Модель технологической системы при прерывистом шлифовании приведена на рис. 1.

Уравнение движения системы при прерывистом круглом шлифовании при отсутствии автоколебания можно представить в виде [ 1 ]:

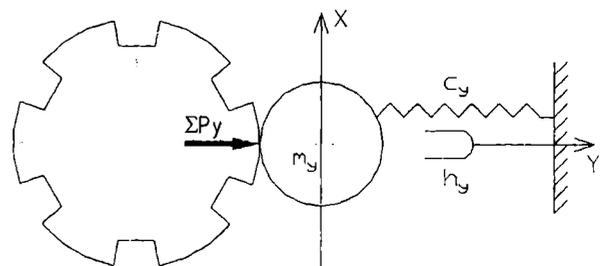


Рис. 1. Модель технологической системы.

$$m_y \ddot{y} + h_y \dot{y} + c_y y = \Sigma P_y \quad (1)$$

Изменение силы резания показано на рис. 2.

Периодическую возмущающую силу  $P_y$  для анализа вынужденных колебаний можно представить в виде ряда Фурье [ 2 ]:

$$f(x) = a_0 + \sum \left( a_k \cos \frac{k\pi}{l} x + b_k \sin \frac{k\pi}{l} x \right) =$$

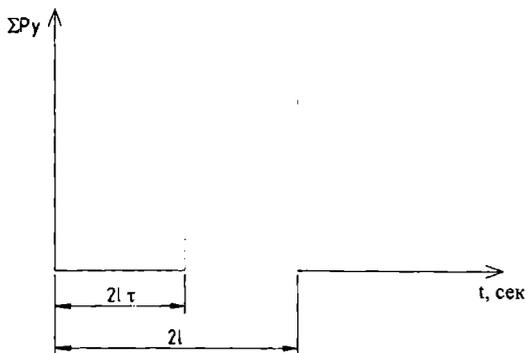


Рис. 2. Изменение силы резания при прерывистом шлифовании.

$$= A_0 + \sum A_k \cos\left(\frac{K\pi}{l}x - \alpha_k\right),$$

где

$$a_0 = \frac{1}{2l} \int_0^{2l} f(x) dx;$$

$$a_k = \frac{1}{l} \int_0^{2l} f(x) \cos \frac{\pi \cdot kx}{l} dx;$$

$$b_k = \frac{1}{l} \int_0^{2l} f(x) \sin \frac{\pi \cdot kx}{l} dx.$$

При длине сегментов равной длине впадин  $\tau = 1/2$  и радиальной составляющей, выраженной в относительных единицах —  $H$ ,

$$\alpha_0 = H\tau,$$

$$\begin{cases} a_k = \frac{H}{K\pi} \sin(2K\pi \cdot \tau) \\ b_k = \frac{H}{K\pi} (1 - \cos 2K\pi \cdot \tau) \end{cases}$$

Т.к.  $A_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}$  и  $\text{tg} \alpha_k = \frac{b_k}{a_k}$ , то:

$$\begin{cases} A_k = \frac{2H}{K\pi} \sin(K\pi \cdot \tau) \\ \alpha_k = K\pi \cdot \tau \end{cases}$$

Поэтому сила  $P_y$  для первых трех, наиболее энергетических гармоник, будет равна:

$$\sum P_y = \frac{H}{2} + \frac{2H}{\pi} \sin(\omega_b t) + \frac{2H}{3\pi} \sin(3\omega_b t). \quad (2)$$

На рис. 3 приведена аппроксимация радиальной составляющей силы резания тремя гармониками (значения радиальной силы резания и времени приведены в относительных единицах для периода функции равному  $2l$ ).

Следовательно, уравнение движения системы может быть записано в виде:

$$m_y \ddot{y} + h_y \dot{y} + c_y y = A_{0y} + \sum A_{ky} \cos(k\omega_b t - \alpha_{ky}). \quad (3)$$

Т. к. постоянная составляющая  $A_{0y}$  вызывает лишь статическое смещение, то:

$$\ddot{y} + c_{0y} \dot{y} + r_y^2 y = \sum B_{ky} \cos(k\omega_b t - \alpha_{ky}). \quad (4)$$

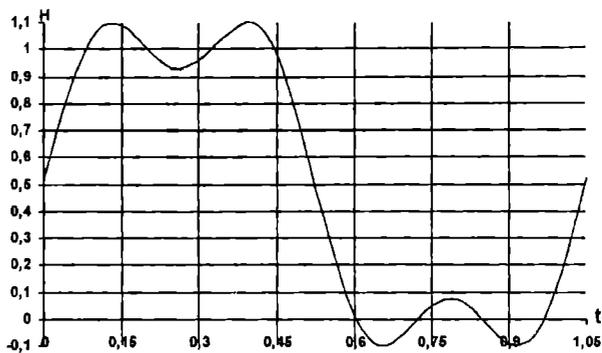


Рис. 3. Аппроксимация радиальной составляющей силы резания.

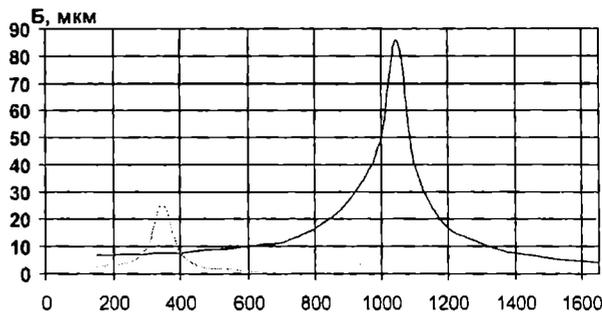


Рис. 4. Зависимость амплитуды вынужденных колебаний от круговой частоты для 1-й и 3-й гармоник.

Решение уравнения (4) относительно фазы и амплитуды колебаний будет таким [1]:

$$\text{tg} \varphi_k = \frac{c_{0y} (k\omega_b)}{r_y^2 - (k\omega_b)^2}, \quad (5)$$

$$B_k = \frac{B_{ky}}{\sqrt{(r_y^2 - (k\omega_b)^2)^2 + c_{0y}^2 (k\omega_b)^2}}. \quad (6)$$

Формулы (5) и (6) определяют зависимость амплитуд и фаз колебаний технологической системы под действием  $k$ -й гармоники возмущающей силы.

Экспериментальные исследования проводились на крутшлифовальном станке модели ЗБ12. Жесткость станка в направлении действия силы определялась по опытной зависимости нагрузка-перемещение.

Динамические характеристики системы определялись по осциллограммам собственных затухающих колебаний, вызванных импульсной нагрузкой.

Амплитудно-частотные характеристики технологической системы при обработке прерывистым кругом, рассчитанные по приведенной методике представлены на рис. 4.

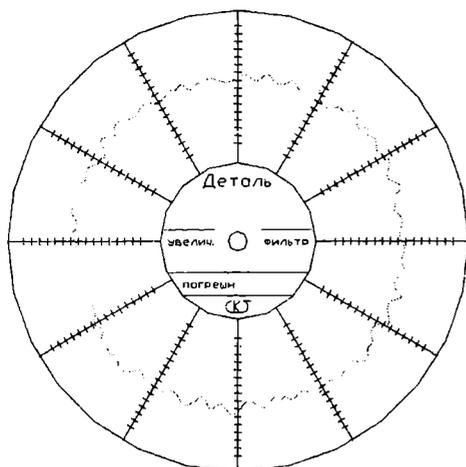
Обрабатывались заготовки из стали 40X диаметром 80 мм прерывистым шлифовальным кругом диаметром 250 мм с числом сегментов 6, с длиной сегментов, равной длине впадин. Натяжение ленты зернистостью 40 мкм составляла 8 н/мм. Скорость вращения заготовки — 100 об/мин.

Экспериментальная оценка вынужденных колебаний для названных условий проводилась при разных круговых частотах. Значение амплитуд приведены в табл. 1.

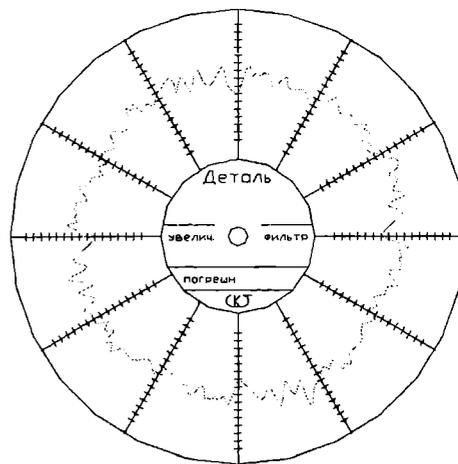
Сравнение со значениями амплитуд на рис. 4 показывает хорошую сходимость результатов (погрешность не превышает 12%).

Таблица 1

Частота, с <sup>-1</sup>	Амплитуда, мкм
400	21
500	8
725	20
1250	16
1450	9

Рис.5. Круглограмма заготовки при  $\omega = 1450 \text{ сек}^{-1}$ .

Между погрешностями формы обрабатываемых заготовок 3 и параметрами вынужденных колебаний существует прямая зависимость. В качестве примера на рис. 5 и 6 приведены круглограммы обрабатываемых заготовок при частотах соответственно 1450 и 1250 с<sup>-1</sup>. Погрешность формы составляет 11 и 14 мкм.

Рис.6. Круглограмма заготовки при  $\omega = 1250 \text{ сек}^{-1}$ .

### Литература

1. Андронов А.А. и др. Теория колебаний. — М.: Наука, 1981. — 915 с.
2. Бронштейн И.Н., Семиряев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. — М.: Наука, 1980. — 976 с.
3. Глазырин В. А. Расчет геометрической точности шлифованных дегалей при дискретном шлифовании / Совершенствование процессов механической обработки материалов // Сб. научных трудов. — Ижевск: ИТН и ПРП, 1998. — С. 83-88.

**ГЛАЗЫРИН Владимир Александрович**, кандидат технических наук, преподаватель.

**ПУЗАНОВ Юрий Владимирович**, кандидат технических наук, доцент.

**КОСТЯЕВ Владимир Иванович**, кандидат технических наук, доцент.

УДК 539.3

**С. Н. ПОЛЯКОВ**  
**В. Г. ЦЫСС**

Омский государственный  
технический университет

## НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ АВИАЦИОННЫХ ШИН ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

Рассматриваются алгоритмы расчета напряженно-деформированного состояния авиационных шин при динамических нагрузках. Для построения расчетных алгоритмов используется конечно-объемная аппроксимация уравнений динамической теории упругости.

Современные авиационные шины работают при высоких взлетных и посадочных скоростях, что вызывает необходимость определения напряженно-деформированного состояния в условиях динамического нагружения. Рассматривая режимы работы авиационных шин при эксплуатации, можно выделить следующие расчетные случаи:

- 1) посадка шины на обод и нагружение рабочим внутренним давлением;
- 2) обжатие шины на плоскость под действием вертикальной нагрузки;
- 3) качение шины с постоянной вертикальной нагрузкой и постоянной скоростью (при рулежке);
- 4) качение с переменной скоростью и изменя-

ющейся вертикальной нагрузкой (при взлете);

5) ударное нагружение колеса в момент касания взлетно-посадочной полосы (ВПП) самолетом;

6) с последующим раскручиванием колеса от нулевой скорости вращения до оборотов, соответствующих посадочной скорости и последующим уменьшением скорости качения во время торможения самолета;

7) юз колеса, т.е. перемещение заторможенного колеса по ВПП.

Конструктивно шина представляет собой незамкнутую торообразную многослойную оболочку, выполненную из композиционных материалов (брекер и каркас), металла (бортовые кольца и брекеры) и высокоэластичного материала (чаще всего резина). Расчет таких конструкций аналитически в настоящее время не представляется возможным и требует применения численных методов.

Для определения НДС шин распространен подход на основе различных модификаций гипотезы Киргофа. Значительная неоднородность НДС авиационных шин при реальных режимах нагружения приводит к тому, что результаты расчетов на основе теории оболочек существенно отличаются от реального распределения деформаций и напряжений в шине. В связи с этим в статье для построения расчетных алгоритмов применяются уравнения динамической теории упругости [1].

В статье предлагается подход, основанный на представлении среды в виде конечных объемов [2,3], и аппроксимации уравнений сохранения в интегральной форме на этих объемах. Основные преимущества такого подхода заключаются в единообразии аппроксимации уравнений на конечных ячейках произвольной формы и, следовательно, в упрощении аппроксимации уравнений для сложных расчетных областей. Кроме того, в методе конечных объемов сеточные законы сохранения выполняются в каждой расчетной ячейке, а для формирования уравнений не привлекаются вариационные принципы.

В соответствии с [2, 3] расчетная область разбивается на множество непересекающихся контрольных объемов произвольной формы. Границы такого объема (элемента) могут выбираться как отрезки прямых для плоского и осесимметричного случая или плоскостей для трехмерного случая, или как криволинейные границы, совпадающие на границах расчетной области с ее криволинейной границей. Искомые решения должны удовлетворять законам сохранения для каждой ячейки или для группы ячеек и, следовательно, для всей расчетной области в целом. При этом не обязательно, чтобы в трехмерном случае контрольные объемы были шестигранниками, а шаг сетки изменялся плавно. Дифференциальные уравнения интегрируются по каждому контрольному объему. Для вычисления интегралов используют кусочные профили, которые описывают изменение искомых переменных между узловыми точками. В итоге находят дискретный аналог дифференциального уравнения, в который входят значения переменных в нескольких узловых точках. Полученный таким образом дискретный аналог выражает закон сохранения переменных для конечного объема точно так же, как дифференциальное уравнение выражает закон сохранения для бесконечно малого объема.

Типичная формулировка метода конечных объемов включает следующие основные шаги [2]:

1. Выбор допустимых шаблонов дискретизации.
2. Задается соглашение о неизвестных.
3. Полиномиальная интерполяция на элементно-ориентированных сетках.

4. Используется принцип взвешенной невязки, с весовыми функциями, равными единице на каждом конечном объеме.

5. Для всех элементов, используя двойственные сетки, можно записать выражения для линейной комбинации локальных неизвестных.

6. Строится глобальная матрица и вектора неизвестных аналогично МКЭ.

7. Решается полученная система уравнений.

В статье используется подход на основе разнесенных сеток, заключающийся в том, что различные зависимые переменные определяются в узлах разных сеток. Компоненты тензора напряжений и тензора деформаций определяются в центрах ячеек, а перемещения и компоненты скоростей перемещений — в узлах этих ячеек. Массы ячеек разносятся по узлам ячеек.

Движение шины рассматривается в общей системе координат  $X = [X_1, X_2, X_3]^T$ . Определяющая система уравнений формулируется в переменных Лагранжа. В качестве основных уравнений применяется закон сохранения импульса [1]:

$$\sigma_{ij,i} + f_i = \rho \ddot{u}_i \quad (i = 1, 2, 3), \quad (1)$$

где  $\sigma_{ij}$  - компоненты тензора напряжений;

$f_i$  - компоненты внешних сил, приведенные к узлам;

$\rho$  - плотность материала;

$u_i$  - компоненты вектора перемещений.

Тензор напряжений  $\sigma_{ij}$  связан с тензором деформаций  $\epsilon_{ij}$  законом Гука

$$\sigma_{ij} = C_{ijkl} \epsilon_{kl} \quad (2)$$

Приведенная система уравнений (1), (2) дополняется начальными условиями:

$$\mathbf{x}(0) = \mathbf{x}^0; \quad \mathbf{u}(0) = \mathbf{u}^0; \quad y_j = 0; \quad e = e^0 \quad (3)$$

в объеме  $V(\mathbf{x}^0, 0)$

и граничными условиями. Кинематические граничные условия имеют вид:

$$\mathbf{u}(\mathbf{y}, t) = \mathbf{U}(\mathbf{y}, t), \quad \text{где } t \geq 0, \quad \mathbf{y} \in S_1. \quad (4)$$

Динамические граничные условия:

$$\sigma_{ij} n_j = \mathbf{P}(\mathbf{y}, t), \quad \text{где } t \geq 0, \quad \mathbf{y} \in S_2. \quad (5)$$

Здесь  $n_j$  - направляющие косинусы внешней нормали к поверхности  $S_2$ .

Для решения определяющей системы уравнений (1), (2), вместе с граничными (4), (5) и начальными (3) условиями, применяется конечно-объемная аппроксимация [2] и явная схема интегрирования по времени типа «крест» [4].

Конструкция шины разбивается на конечные шестигранные объемы, каждый из которых образован пятью тетраэдрами. Внешний вид полученной сетки приведен на рис. 1. Будем полагать, что:

- 1) масса конечных объемов, сосредоточена в узлах;
- 2) распределение скоростей кусочно-линейно по ребрам тетраэдров;
- 3) напряжения и деформации определяются в центрах конечных объемов.

В работе рассматривается изотермическая задача. Для получения системы алгебраических уравнений проинтегрируем систему уравнений (1) по объемам, окружающих каждый узел и применим интегральную формулу преобразования объемного интеграла в поверхностный для производных:

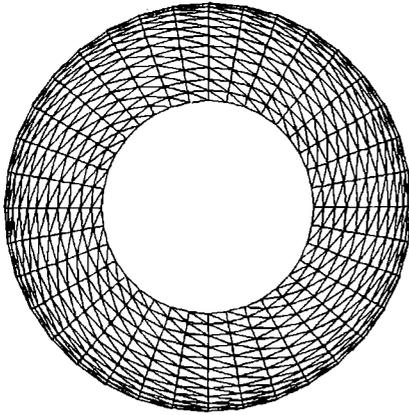


Рис.1. Схема построения расчетной сетки на авиационной шине.

$$\frac{\partial F}{\partial x_i} = \lim_{V \rightarrow 0} \frac{\iint_S \Phi(\vec{n} \cdot \vec{i}) ds}{V} \quad (6)$$

где  $F$  - скалярная функция в объеме  $V$ ;  
 $x_i$  - декартова координата;  
 $V$  и  $S$  - объем и определяющая его кусочно-гладкая поверхность;  
 $\vec{n}$  и  $\vec{i}$  вектор внешней нормали к поверхности  $S$  и единичный вектор вдоль оси  $x_i$  соответственно;  
 $ds$  - элемент поверхности  $S$ ;  
 $\bullet$  - знак скалярного умножения.  
 В результате преобразований получим соотношения для компонент вектора скорости:

$$\dot{U}_{ij} = (\sum_k F_{ijk} + \sum_k R_{ijk}) / 2\phi_i, \phi_i = \sum_k \phi_{ik}, \phi_{ik} = m_k / L, \quad (7)$$

где индекс  $j$  пробегает значения 1, 2, 3, а индекс  $k$  означает суммирование по всем ячейкам, содержащим узел  $i$ ,  
 $L$  - количество узлов в конечном объеме,  
 $m_k$  - масса  $k$ -го конечного объема.  
 Для тетраэдральной ячейки структура внутренней силы  $F_{ijk}$  определяется по формуле:

$$F_{ijk} = S_{ik} (\sum_{l=1}^3 \sigma_{ll} n_l)_k = S_{ik} f_{ijk}, \quad (8)$$

где  $i$  - номер узла,  
 $S_{ik}$  - площадь противоположной грани тетраэдра. Для внутренних узлов  $\sum R_{ijk} = 0$ .  
 Для граничных узлов компоненты вектора  $R$  вычисляются через плотности внешних сил, заданных граничными условиями.

Пусть нам известны значения скоростей узлов, тензоров напряжений и деформаций ячеек на  $n$ -ом временном шаге  $t = n\tau$ , где  $\tau$  - шаг по времени. Для определения значений скоростей узлов и напряженно-деформированного состояния на  $n+1$  шаге  $t = (n+1)\tau$  вычисления проведем в несколько этапов.

На первом этапе будем определять промежуточные значения новых скоростей узлов. Для этого по уравнению (8) находим для каждого из узлов  $i$  вклад сил, образующихся за счет напряжений в ячейках, содержащих узел  $i$ . После определения сил в узлах, находим промежуточные значения скоростей в узлах по формулам:

$$u_i = u_i^n + F_{ii} \frac{\tau}{2m_i} \quad (9)$$

На втором этапе в соответствии с граничными условиями проводится корректировка скоростей в граничных узлах. Для этого рассматриваются только те элементы векторов скоростей, для которых заданы кинематические или динамические граничные условия. Если для узла заданы кинематические граничные условия, то корректировка значений соответствующей компоненты скорости узла проводится по формулам:

$$u_i^{n+1} = U_i(\tau(n+1)) \quad (10)$$

где  $U_i$  - заданные в  $i$ -м узле компоненты скорости. Этот подход позволяет, для распространенных граничных условий в виде запрета на перемещение по направлению одной из осей координат, обнулять соответствующие компоненты вектора скоростей.

Для динамических граничных условий компоненты скорости на  $n+1$  этапе определяем по формулам:

$$u_i^{n+1} = u_i^n + P_{zi}(\tau(n+1))\tau / 2m_i \quad (11)$$

Скорости узлов, для которых не заданы граничные условия на  $n+1$  шаге определяются по формулам:

$$u_i^{n+1} = u_i^n \quad (12)$$

В результате расчетов на втором этапе получены новые значения скоростей узлов.

На третьем этапе вычисляем новые значения координат узлов, в соответствии с полученными значениями скоростей узлов:

$$x_i^{n+1} = x_i^n + u_i^n \tau \quad (13)$$

Для контактных задач на этом этапе легко провести корректировку полученного решения. Для этого сравниваются координаты узлов, полученные на очередном этапе с координатами границы. В случае отсутствия контакта, происходит переход на следующий этап. Если происходит касание границы или пересечение границы, то подключается модуль корректировки для контакта. Подробное описание алгоритма приведено в третьем параграфе этой главы.

На четвертом этапе определяем новые значения тензора напряжений и тензора деформаций на основании вычисленных значений скоростей и перемещений в узлах. Для анизотропных ячеек производится пересчет коэффициентов входящих в матрицу  $S$ . Необходимость корректировки коэффициентов, в общем случае, вызвана двумя обстоятельствами:

- возможностью поворота ячеек на очередном этапе вычислений;
- физической нелинейностью конкретного материала.

По окончании очередного этапа вычислений ячейки могут повернуться по отношению к положению на предыдущем временном шаге. Поэтому на четвертом этапе определяются направляющие косинусы локальной системы координат только для анизотропных ячеек  $i$ , для ускорения работы расчетного модуля, сравниваются со значениями на предыдущем шаге.

Для физически нелинейных материалов, то есть материалов, у которых зависимость  $\sigma$ - $\epsilon$  нелинейная, после каждого шага по времени происходит определение нового значения модуля упругости. Для этого нелинейная зависимость  $\sigma$ - $\epsilon$  аппроксимируется полиномом на подготовительном этапе, и для очередного шага расчета производится определение нового текущего значения модуля упругости.

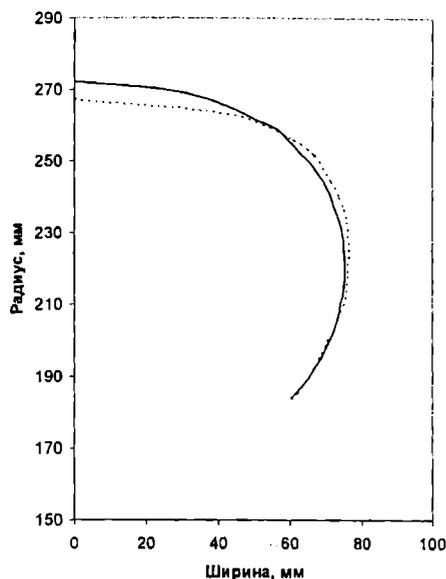


Рис.2. Схема деформации средней линии каркаса радиальной шины:  
сплошная линия – надутая шина.  
пунктирная линия – вращающаяся шина.

Для описания анизотропных свойств композиционного материала используем подход, заключающийся в представлении композита как однородного анизотропного материала с упругими постоянными, определяемыми через упругие постоянные структурных компонентов материала.

Связь между напряжениями и деформациями для анизотропного материала определяется на основе закона Гука

$$\sigma_{ij} = C_{ijkl} \varepsilon_{kl}$$

где  $\sigma_{ij}$  - тензор напряжений,  
 $C_{ijkl}$  - тензор упругих постоянных,  
 $\varepsilon_{kl}$  - тензор деформаций.

Тензор упругих постоянных композиционного материала определяется через упругие постоянные структурных составляющих композита [5].

Для проверки предлагаемой методики определим деформированное состояние неподвижных и вращающихся шин двух видов: диагональной и радиальной. Результаты расчетов приведены на рис.2 и рис.3. На рис.3 сплошной линией показан профиль каркаса надутой диагональной шины, пунктирной линией – вращающейся шины. На рис. 2. Показан профиль надутой радиальной шины – сплошной линией, вращающейся – пунктиром. Результаты расчетов дают возможность сделать вывод о качественно правильной картины определения деформированного состояния

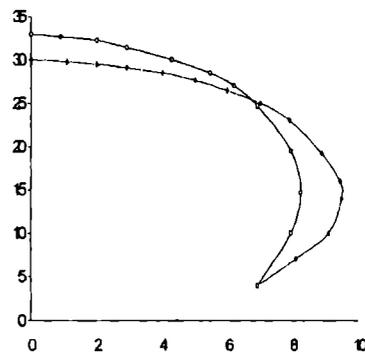


Рис.3. Схема деформации средней линии каркаса диагональной шины при вращении:  
сплошная линия – надутая шина.  
пунктирная линия – вращающаяся шина.

шины. К сожалению, получение экспериментальных результатов для динамического нагружения сталкивается с рядом дорогостоящих проблем. Данная методика может быть, при дальнейшей ее проработке, применена для расчета напряженно-деформированного состояния авиационных шин при динамическом нагружении.

#### Литература

1. Розин Л.А. Задачи теории упругости и численные методы их решения. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1998. – 532 с.
2. Ильин В.П. Методы конечных разностей и конечных объемов для эллиптических уравнений. – Новосибирск: Изд-во Ин-та математики, 2000. – 345 с.
3. Поляков С.Н., Цысс В.Г. О расчете осесимметричного напряженно-деформированного состояния авиационных шин // Омский научный вестник. – 2003. – № 1 (22). – С. 57-58.
4. Численное решение многомерных задач газовой динамики / Годунов С.К., Забродин А.В., Иванов М.Я. и др. – М.: Наука, 1976. – 400 с.
5. Киричевский В.В., Дохняк Б.М., Карпушин А.Д. Вывод матрицы жесткости пространственного конечного элемента для исследования конструкций из композиционных материалов. Вісник Східноукраїнського державного університету. – 1999. – №3(18). – С. 109-116.

**ПОЛЯКОВ Сергей Николаевич**, аспирант кафедры автоматических установок.

**ЦЫСС Валерий Георгиевич**, доктор технических наук, профессор кафедры автоматических установок.

УДК 621.43.038

Ю. П. МАКУШЕВ

Сибирская государственная  
автомобильно-дорожная академия

## СПОСОБЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ВПРЫСКА ТОПЛИВА В ДИЗЕЛЯХ

В статье рассмотрены способы интенсификации процесса впрыска топлива в дизелях путем изменения конструктивных и регулировочных параметров топливной аппаратуры. Оптимальный подбор диаметра иглы, давления начала впрыскивания, проходного сечения распылителя позволили получить прямоугольную характеристику впрыскивания топлива, обеспечивающую высокие скорости и давление.

Под интенсификацией процесса впрыскивания топлива понимается сокращение продолжительности впрыскивания за счет увеличения давления топлива. Для увеличения давления повышают скорость движения плунжера, уменьшают объем системы, повышают давление начала впрыскивания, увеличивают жесткость системы насос – топливопровод – форсунка, применяют насос-форсунки.

Интенсификация процесса впрыскивания необходима в том случае, если она повышает экономичность дизеля, снижает дымность отработавших газов. Процесс интенсификации не сложный. Достаточно, например, уменьшить объем системы и давление топлива существенно возрастает. Но при этом увеличивается и цикловая подача. Снижая ее до уровня требуемого значения, например, уменьшением хода плунжера, мы вновь возвращаемся к первоначальной интенсификации процесса топливоподачи.

Целью данной работы является поиск путей интенсификации процесса впрыскивания топлива и ее сохранения при корректировке цикловой подачи. Расчеты выполнялись с использованием ЭВМ, для топливной аппаратуры дизеля Д-440 (Алтайдизель) с номинальной цикловой подачей, равной  $93 \text{ мм}^3$  при  $n = 875 \text{ мин}^{-1}$ . Расчеты показали, что исходный вариант с объемом штуцера  $2,3 \text{ см}^3$ , объемом надплунжерного пространства  $0,6 \text{ см}^3$ , при давлении начала впрыскивания  $P_{\text{фо}} = 19 \text{ МПа}$  и эффективном проходном сечении распылителя  $\mu f = 0,27 \text{ мм}^2$  имел продолжительность впрыскивания  $\phi_{\text{в}} = 11,3$ ; максимальное давление в полости форсунки  $P_{\text{фм}} = 32,5 \text{ МПа}$ , среднее давление  $P_{\text{фс}} = 19,3 \text{ МПа}$ .

Интенсификацию процесса впрыскивания осуществляли путем уменьшения объема штуцера до  $1 \text{ см}^3$ , и надплунжерного пространство до  $0,2 \text{ см}^3$ . Подача топлива за цикл увеличилась с  $93 \text{ мм}^3$  до  $110 \text{ мм}^3$ . Для обеспечения мощности дизеля Д-440, равной  $66 \text{ кВт}$ , топливная система должна подавать в камеру сгорания  $93 \text{ мм}^3$ , а не  $110 \text{ мм}^3$ . Подачу топлива удалось снизить

известным способом – за счет перемещения хода рейки ( $h_p$ ) и снижения активного хода плунжера (рис. 1).

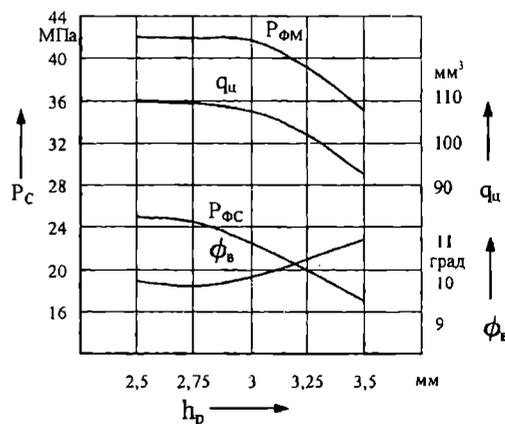


Рис.1. Влияние хода рейки на параметры процесса впрыскивания.

Из анализа рис. 1 следует, что уменьшение цикловой подачи привело к снижению  $P_{\text{фм}}$  и  $P_{\text{фс}}$  и увеличению  $\phi_{\text{в}}$ . Данный способ снижения цикловой подачи не сохраняет созданную ранее интенсивность процесса впрыскивания.

К числу основных конструктивных параметров форсунки, определяющих гидродинамику процесса впрыскивания, следует отнести давление начала впрыскивания  $P_{\text{фо}}$ , диаметр иглы  $d_i$  и эффективное проходное сечение распылителя  $\mu f$ , массу подвижных частей форсунки ( $m_{\text{полев}}$ ) и жесткость пружины ( $\delta_{\text{пр}}$ ).

Оптимальное значение  $P_{\text{фо}}$  выбирается с учетом устойчивой работы форсунки, качественного распыливания топлива, долговечности запорного конуса иглы и распылителя, отсутствия прорыва газов в полость распылителя.

На рис. 2 показано влияние  $P_{\text{фо}}$  на изменение цикловой подачи. При увеличении  $P_{\text{фо}}$  снижается подача

топлива при некотором росте  $P_{фм}$  и  $P_{фс}$  и уменьшении  $\phi_{в}$ . Данный способ снижения цикловой подачи ( $q_{ц}$ ) путем увеличения  $P_{фо}$  является благоприятным с точки зрения сохранения и повышения интенсивности впрыскивания. Но следует помнить, что при  $P_{фо}$  более 30 МПа снижается долговечность запорного конуса иглы и корпуса распылителя.

Особый интерес представляет увеличение  $P_{фо}$  без изменения усилия на пружине и контактных напряжений в запорном конусе распылителя. Для получения интенсивного впрыскивания топлива

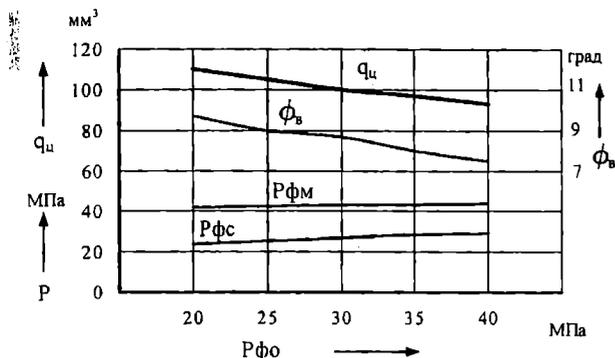


Рис.2. Влияние давления начала впрыскивания на процесс впрыска топлива.

необходимо к моменту открытия иглы в камере распылителя максимально повысить давление. Давление начала впрыскивания зависит от выражения

$$P_{фо} = \frac{F_n}{f_n - f_k}, \quad (1)$$

где  $F_n$  – сила сжатия пружины;  
 $f_n$  – площадь поперечного сечения иглы;  
 $f_k$  – площадь посадочного конуса иглы.

Из выражения (1) следует, что при неизменной величине  $F_n$  значение  $P_{фо}$  можно увеличить путем уменьшения  $f_k$ .

На рис. 3 показано влияние  $d_{и}$ , соответственно,  $f_k$  на параметры процесса впрыскивания. При уменьшении  $d_{и}$  с 6 до 4,5 мм увеличилось  $P_{фо}$ , с 19 до 59 МПа. При этом снизилась цикловая подача и повысилась интенсивность процесса впрыскивания. Значения усилия на пружине оставались постоянными и соответствовало 340 Н.

Данный способ накопления энергии в полости форсунки является наиболее перспективным, особенно для двигателей форсированных по мощности. Снижение диаметра иглы не только интенсифицирует топливоподачу, но и увеличивает давление  $P_{и}$ , при котором игла садится на седло. При этом устраняется прорыв цилиндрических газов в полость распылителя и снижается закоксовывание сопловых отверстий.

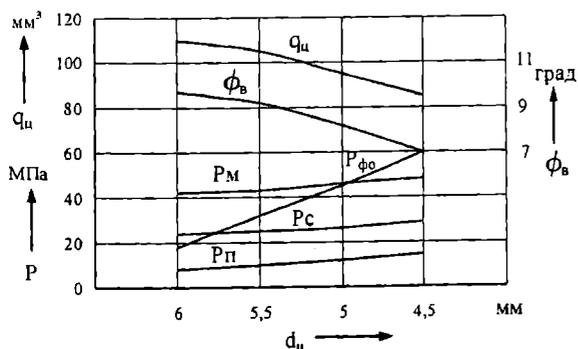


Рис.3. Влияние диаметра иглы на параметры процесса впрыска топлива.

Значительное влияние на процесс топливоподачи оказывает изменение эффективного проходного сечения распылителя  $\mu_f$ . Так, при снижении  $\mu_f$  с 0,3 до 0,2 мм<sup>2</sup> среднее давление в каналах форсунки возрастает с 25 до 29 МПа, но увеличивается продолжительность впрыскивания с 9,5 до 10 град. При этом цикловая подача уменьшается со 110 до 90 мм<sup>3</sup>.

Для перспективных дизелей требуются достаточно высокие объемные скорости и средние давления впрыскивания, соответствующие максимальному давлению впрыскивания на номинальном режиме до 100 МПа и более. Для снижения нагрузок на детали и узлы топливной аппаратуры необходимо стремиться к сближению максимального и среднего давления впрыскивания, приближая форму характеристики впрыскивания на номинальном и близких к нему режимах к П-образной форме [1].

На рис. 4 показаны расчетные зависимости параметров процесса впрыскивания дизеля 8V13/15 – (Алтайдизель). Насос высокого давления имел тангенциальный профиль кулачка с ходом и диаметром шлунжера 10 мм при номинальной частоте вращения 1000 мин<sup>-1</sup> и цикловой подачей 150 мм<sup>3</sup>. Исследования проводились с целью определения совместного влияния различных конструктивных параметров насоса высокого давления и форсунки на протекание процесса впрыскивания топлива и получения требуемой интенсификации и формы характеристики впрыскивания, которая представляет собой зависимость  $Q = f(\phi)$ . На рис. 4 представлены также зависимость хода иглы ( $h_{и}$ ), давление топлива перед сопловыми отверстиями ( $P'_{ф}$ ) от угла поворота валика насоса ( $\phi$ ). Главной задачей было получение прямоугольной характеристики впрыскивания, как наиболее перспективной. Данная характеристика обеспечивает высокие объемные скорости и давления впрыскиваемого топлива. Посадка иглы осуществляется при высоком давлении, что препятствует прорыву газов в полость распылителя и закоксовыванию сопловых отверстий [2].

Из анализа рис. 4 следует, что опытная система обеспечивает меньшую продолжительность впрыскивания,

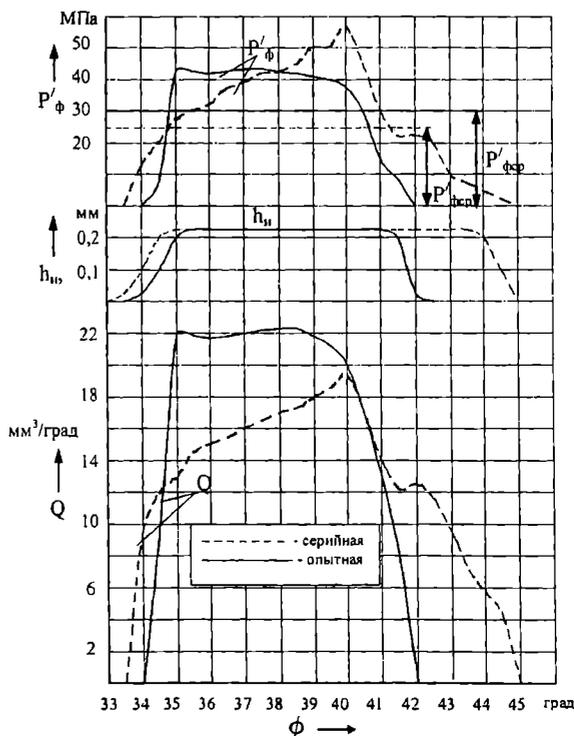


Рис.4. Характеристики процесса впрыска серийной и опытной топливной аппаратуры.

Таблица 1

Параметры	$P_{фв}$	$\mu_f$	$d_n$	$V_{ш}$	$\rho_{топл}$	$\delta_{пр}$
	МПа	мм <sup>2</sup>	мм	см <sup>3</sup>	г	Н/мм
Серийная	18	0,3	6	2,3	30	200
Опытная	38	0,4	5	1	15	300

более высокое максимальное и среднее давление перед сопловыми отверстиями и прямоугольную характеристику впрыскивания. В табл. 1 приведены конструктивные и регулировочные параметры серийной и опытной топливной аппаратуры.

По результатам выполненных расчетов можно сделать следующие выводы:

1. Интенсивность процесса впрыскивания топлива не сохраняется при снижении цикловой подачи путем уменьшения активного хода плунжера.

2. Интенсивность впрыскивания топлива возрастает с увеличением давления начала впрыскивания, уменьшением диаметра иглы и проходного сечения распылителя.

3. Комплексная интенсификация процесса впрыскивания позволяет повысить давление и получить Γ разную характеристику впрыскивания.

### Литература

1. Топливные системы и экономичность дизеля Астахов И.В., Трусов В.И., Голубков Л.Н. и др. – Машиностроение, 1990-288 с.

2. Отчет о научно-исследовательской работе «четно-экспериментальные исследования топлив дающих систем дизеля типа 8V13/15 с целью оптимального сочетания конструктивных и регулировочных параметров топливной аппаратуры. Комаров И. Макушев Ю.П. и др. Павлодарский индустриальный институт., № гос. регистрации 01.86.0029319, Павлодар 1986 – 70 с.

**МАКУШЕВ Юрий Петрович**, кандидат технических наук, доцент кафедры теплотехники и тепловых двигателей.

### Книжная полка

Курс теоретической механики: Учеб. для вузов/ В.И. Дронг, В.В. Дубинин, М.М. Ильин и др.; Под ред. К.С. Колесникова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. - 736 с.: с ил.

Изложена кинематика, статика, динамика точки, твердого тела и механической системы; аналитическая механика; теория колебаний; теория удара и др. Содержание учебника соответствует программе и курсу лекций, которые авторы читают в МГТУ им. Н.Э. Баумана. Для студентов машиностроительных вузов и технических университетов, аспирантов и преподавателей, а также специалистов в области статике и динамики механических систем.

Рекомендовано Минобразованием РФ.

Попов Д.Н.

Механика гидро- и пневмоприводов: Учеб. для вузов/ Д.Н. Попов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. - 320 с.: с ил.

Изложены основы механики гидро- и пневмоприводов. Рассмотрены виды приводов, применяемых в машиностроении. Содержание соответствует курсу лекций, читаемых автором в МГТУ им. Н.Э. Баумана. Для студентов машиностроительных вузов; аспирантов и специалистов.

Рекомендовано Минобразованием РФ.

Попов Д.Н.

Гидромеханика: Учеб. для вузов / Д.Н. Попов, С.С. Панайоти, М.В. Рябинин; Под ред. Д.Н. Попова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 384 с.: с ил.

Изложены основы механики жидкости и газа, а также их приложения в расчетах технических устройств. Рассмотрены вопросы неустановившегося движения вязких жидкостей. Содержание учебника соответствует разделам дисциплин, преподаваемых авторами в МГТУ им. Н.Э. Баумана и его Калужском филиале.

Для студентов машиностроительных вузов, аспирантов и специалистов, решающих прикладные задачи гидромеханики.

Рекомендовано Минобразованием РФ.

# ЮБИЛЕИ И ЗНАМЕНАТЕЛЬНЫЕ ДАТЫ

УДК 625.76

Н. С. ГАЛДИН

Сибирская государственная  
автомобильно-дорожная академия

## НАУЧНАЯ ШКОЛА ЗАСЛУЖЕННОГО ДЕЯТЕЛЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ РСФСР, ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОРА Т. В. АЛЕКСЕЕВОЙ (К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

Заметный вклад в развитие и становление Сибирской автомобильно-дорожной академии внесли несколько поколений ученых, преподавателей, среди которых особое место занимает Тамара Васильевна Алексеева — выпускница-отличница 1936 года, ставшая впоследствии заслуженным деятелем науки и техники РСФСР, доктором технических наук, профессором, первой заведующей кафедрой «Подъемно-транспортные, тяговые машины и гидропривод».

Тамара Васильевна Алексеева родилась 2 октября 1913 года в городе Яранске Вятской губернии (Кировской области) в семье учителя. Учиться начала в 1921 году в городе Хабаровске. Окончила среднюю школу в городе Омске в марте 1930 года.

В октябре 1947 года после сдачи конкурсных экзаменов Т.В. Алексеева была зачислена в аспирантуру кафедры «Дорожные и строительные машины» СибАДИ к профессору, доктору технических наук А.И. Анохину. Кандидатскую диссертацию на тему «Обоснование выбора параметров и типов насосов для

скреперов и бульдозеров» защитила 18 октября 1951 года в совете Московского автомобильно-дорожного института (МАДИ). 26 декабря 1967 года также в МАДИ защитила докторскую диссертацию на тему «Научно-технические основы использования объемного гидропривода для регулирования процесса копания землеройных машин». Ученое звание профессора ей присвоено в 1968 году.

В 1966 году Т.В. Алексеева была избрана по конкурсу на должность заведующей вновь образованной кафедры «Электротехника и автоматизация производства»,



а с организацией в 1969 году кафедры "Подъемно-транспортные, тяговые машины" - стала заведующей этой кафедрой, позднее кафедра стала называться "ПТТМ и гидропривод". С 1966 по 1977 годы Тамара Васильевна являлась проректором по научной работе СибАДИ. Указом Президиума Верховного Совета РСФСР в январе 1975 года профессору Т.В. Алексеевой присвоено почетное звание "Заслуженный деятель науки и техники РСФСР". С сентября 1987 года до последнего дня жизни (19 января 1990 года) Тамара Васильевна работала профессором кафедры "ПТТМ и гидропривод", отдавая все свои знания, опыт студентам и ученикам, помогая им стать настоящими специалистами.

Работая проректором по научной работе и заведующей кафедрой, Т.В. Алексеева показала себя талантливым организатором, умеющим воспитывать молодых ученых, объединять их в творческий коллектив и нацеливать на решение актуальных научных проблем. Значительный вклад Т.В. Алексеева внесла в расширение подготовки кадров высшей квалификации: на восьми кафедрах была открыта аспирантура, организован регулярный выпуск сборников трудов института, укреплялись связи с производством, осваивались новые методы исследований.

Имя Тамары Васильевны Алексеевой известно всем специалистам нашей страны, решающим проблемы повышения эффективности и совершенствования гидропривода дорожно-строительных машин. Она стала создателем и научным руководителем научно-технической программы "Гидропривод" Минвуза РСФСР, отраслевой лаборатории гидроприводов Минстройдормаша СССР, участником международных, всесоюзных, республиканских конференций и симпозиумов.

На кафедре "ПТТМ и гидропривод" сформировалась научная школа профессора Т.В. Алексеевой с перспективным научным направлением "Теория, проектирование, совершенствование гидропривода и систем управления дорожно-строительных машин (ДСМ)", которое включало решение следующих проблем:

- разработка и совершенствование средств диагностирования объемного гидропривода ДСМ;
- разработка и совершенствование мембранной гидроаппаратуры и уплотнений гидравлических устройств;
- разработка гидравлических систем управления ДСМ;
- разработка закрытых гидросистем ДСМ;
- разработка теории, проектирование гидроимпульсных средств механизации;

- разработка систем предотвращения потерь рабочей жидкости из гидросистем ДСМ;
- разработка систем рулевого управления ДСМ;
- разработка и совершенствование погрузочных и строительных манипуляторов.

Подъем в научно-исследовательской работе кафедры пришелся на середину 70-х - начало 80-х годов, когда ежегодно защищалось на кафедре до 4...5 кандидатских диссертаций, издавались ежегодно межвузовские сборники научных трудов (всего вышло 16 сборников), публиковались научные статьи, подавались заявки на изобретения, создавались экспериментальные и опытные образцы новых типов различных приборов, перспективного гидрооборудования и гидравлических систем управления дорожно-строительных машин (ДСМ). К таким образцам новой техники относятся:

- закрытая гидросистема экскаватора (разработчик Ю.В. Ремизович);
- стенды для испытания гидромолотов различных типов;
- гидроимпульсные средства механизации (разработчики Э.Б. Шерман, С.П. Лупинос, Н.С. Галдин, А.А. Гришакин, И.М. Мурсеев и др.);
- гидроударные устройства для разрушения мерзлых грунтов (гидромолот и ковш экскаватора с активными зубьями);
- гидротрамбовка к экскаватору для уплотнения грунта в стесненных условиях, гидравлический пробойник для проходки скважин в грунте, гидравлический ручной лом;
- средства технической диагностики гидроприводов ДСМ (разработчики С.В. Колосов, Н.П. Федорченко, В.М. Мелешко и др.);
- гидравлические системы управления ДСМ (разработчики В.С. Щербаков, В.А. Палеев и др.) и многие другие образцы новой техники.

Тамара Васильевна работала очень плодотворно, используя свой опыт и знания для организации научных исследований на кафедре и в институте, совершенствования подготовки инженеров-механиков, молодой научной смены, преподавательского состава. Под ее руководством защищено около семидесяти кандидатских диссертаций, четыре ее ученика стали впоследствии докторами технических наук, профессорами (В.Ф. Амельченко, Ю.М. Княжев, В.С. Щербаков, Н.С. Галдин). И сегодня в проводимые на кафедре "ПТТМ и гидропривод" научные исследования традиционно вовлекаются студенты, что позволяет повышать качество подготовки специалистов. Лучшие выпускники кафедры поступают в аспирантуру. В 2002 году защитила кандидатскую диссертацию Е.А. Бедрина, готовятся к защите другие диссертации.

Тамара Васильевна - автор более 120 опубликованных работ, среди которых учебники, монография, учебные пособия по гидромашинам и гидроприводу, 22 авторских свидетельства на изобретения. Среди ее трудов монография "Гидропривод и гидропневмоавтоматика землеройно-транспортных машин" (М.: Машиностроение, 1966. - 148 с.), учебники (в соавторстве) "Дорожные машины. Часть 1. Машины для земляных работ" (М.: Машиностроение, 1972. - 504 с.), "Дорожные машины. Часть П. Машины для устройства дорожных покрытий" (М.: Машиностроение, 1982. - 396 с.), книга (в соавторстве) "Техническая диагностика гидравлических приводов" (М.: Машиностроение, 1989. - 264 с.) и другие.

Педагогическую, научную работу Тамара Васильевна успешно сочетала с большой общественной работой. Профессор Т.В. Алексеева являлась членом

специализированных советов по присуждению ученых степеней докторов и кандидатов технических наук (ИГА СО АН СССР, СибАДИ, ОмПИ, ОМИИТ и др.). Активно участвовала в жизни института, города, области.

Заслуги Т. В. Алексеевой отмечены высокими правительственными наградами: орденом Дружбы народов, двумя орденами "Знак Почета", медалями. Жизнь этого человека, пользовавшегося безграничным уважением коллектива, есть блестящий пример того, какую огромную пользу людям приносит человек-тру-

женик. Решением ученого совета утверждены 5 стипендий имени Т. В. Алексеевой для лучших студентов.

Имя Тамары Васильевны Алексеевой золотыми буквами вписано в историю развития нашей академии.

**ГАЛДИН Николай Семенович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Подъемно-транспортные, тяговые машины и гидропривод».

## России имена

# АНДРЕЙ ВОЗНЕСЕНСКИЙ

### К 70-летию поэта

ВОЗНЕСЕНСКИЙ Андрей Андреевич [12. VI 1933, Москва] родился в семье научного работника. В 1957 г. окончил Московский архитектурный институт. Первые стихи опубликовал в 1958 г. В 1960 г. вышли первые два сборника его стихов и поэм: «Парабола» — в Москве и «Мозаика» — во Владимире. Далее последовали 40 лирических отступлений из поэмы «Треугольная груша» (1962), «Антимиры» (1964), «Ахиллесово сердце» (1966), «Тень звука» (1970), «Взгляд» (1972), «Выпусти птицу!» (1974), «Дубовый лист виолончельный» (1975), «Витражных дел мастер» (1976), «Соблазн» (1979), «Безотчетное» (1981), «Прорабы духа» (1984), «Ров» (1987), «Аксиома самоиска» (1990), «Росся, Poesia» (1991) и др.

Вознесенский — один из лидеров молодой, «эстрадной» поэзии 60-х гг., проникнутой духом новаторства и раскрепощения человека от власти устаревших, изживших себя идеологических, социально-общественных, моральных и эстетических догм. Той поэзии, которая буквально ворвалась на эстрады, трибуны, стадионы, призывая слушателей к обновлению жизни. Основные темы своей поэзии поэт определил еще в «Параболической балладе»: «Сметая каноны, прогнозы, параграфы, / Несутся искусство, любовь и история — / По параболической траектории!»

Знаменательно, что здесь на первое место молодой поэт поставил искусство, так как с ним будет связана главная тема всего его творчества — тема мастеров, «прорабов духа», своим творческим трудом преобразующих жизнь. Не случайно, что свою поэтическую вселенную В. начал созидать с поэмы «Мастера», где речь идет не только о семи древнерусских молодцах — строителях «крамольного храма», но и о «художниках всех времен». «Ваятели Вознесенского одновременно и «воители», ибо: «Художник первоходный — / Всегда трибун./ В нем дух переворота / И вечно — бунт». Позднее, когда артель мастеров в творчестве поэта стала расти, она включила в себя не только зодчих, скульпторов, живописцев, поэтов, актеров, музыкантов, но и общественно-исторических деятелей, революционеров.

Являясь певцом стремительного движения и научно-технического прогресса, принадлежа к «громкой» поэзии, Вознесенский одним из первых ощутил острую потребность в «тишине» (это особенно сказалось в сборнике «Ахиллесово сердце»).

Тишина необходима поэту для общения с природой, для любви, для внутренней сосредоточенности и размышлений о жизни, для обретения чувства гармонии, она является альтернативой, противовесом центробежному движению века, его научно-техническому прогрессу и дисгармонии, вытряхивающим из человека живую душу. С такой тишиной связана и поэма о любви «Оза». Тема женственности широко представлена в поэзии: «Свадьба «Осень», «Сидишь беременная, бледная...», «Бьют женщину», «Противостояние очей», «Елена Сергеевна», «Песня Офелии», «Монолог Мерлин Монро», «Лед-69», «Авось!» и т.д., причем раскрывается она чаще всего драматически. Героиня поэмы «Оза» работает на атомном циклотроне, и в этом качестве зовет ее Зоей, а в любви она превращается для него в Озу, в своего рода Прекрасную Даму, в идеал женственности, без которого нет полноты восприятия красоты жизни и «величия бытия». Без любви к женщине и острого чувства природы «рушится человек» а «все прогрессы — реакционны».

В ситуациях «тишины» у Вознесенского, поэта преимущественно модернистского и авангардистского мировосприятия и стиля обостряется «ностальгия по настоящему», подлинному, естественному, традиционному, тяга к мастерам традиционного национального склада, таким, как Есенин, Твардовский, Шукшин, Ю. Казаков, Поэтическим олицетворением Великой Отечественной войны, всего русского, стал для него автор «Книги про бойца», выразительный портрет которого он нарисовал в стихотворении «Пел Твардовский в ночь Флоренции...».

С темой Великой Отечественной войны связаны «Баллада 41-го года», позднее озаглавленная как «Баллада Керченской каменоломни», «Гойя», «Неизвестный—реквием в двух шагах с эпилогом», «Доктор Осень» и др. Поэма «Ров» посвящена суду над гробокопателями, добывавшими золото и другие драгоценные вещи из захоронения 12 тысяч мирных жителей, главным образом евреев, расстрелянных во время войны фашистами неподалеку от Симферополя. Преступление алчных людей перед священной памятью о жертвах войны поэт рассматривает как величайший грех, ведущий к распаду связи времен, к разрыву духовно-нравственных связей между людьми, поколениями, эпохами. Тема распада проходит через в творчество поэта, но со временем смысл существенно изменяется: если в ранний период, в 60-е гг., поэт говорил о распаде старых, отживших свой век форм жизни и искусства, мешавших рождению и утверждению нового, то в 80-е - первую половину 90-х гг. речь уже о распаде бытийных, жизнестроительных духовно-нравственных ценностей («Рапсодия распада»). Противоядием против бездуховности и варварства В. считает поэзию и искусство («Поэтарх»), подвижническую деятельность русских интеллигентов и возрождение христианских ценностей.

Творчество В. по своему духу и художественной структуре глубоко драматично, зрелищно, театрально и сценично. На основе его произведений Ю. Любимов поставил в Театре на Таганке спектакль «Антимиры», Р. Гринберг в Ивановском молодежном театре поставила сценические композиции «Парабола» и «Мозаика», А. Рыбников написал рок-оперу «Юнона и Авось», а М. Захаров поставил ее в Театре им. Ленинского комсомола; Р. Щедрин — «Поэтарию», А. Николаев — ораторию «Мастера», В. Ярушин — рок-ораторию «Мастера». Вознесенский много экспериментирует в области художественной формы, особенно в последние годы, создает «видеоопы», в которых стихи совмещаются с рисунками, фотографиями, шрифтовыми композициями, текст располагается в определенной форме, например в форме креста (цикл «Распятие»). По замыслу автора, такая визуальная поэзия должна соединять зрительное восприятие с духовным.

УДК 621.3.011.7:621.3.011.21

**М. Ю. НИКОЛАЕВ  
В. В. ТЕВС**Омский государственный  
технический университет

## АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВХОДНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

В статье обобщены и интерпретированы для поставленной задачи методы определения частотной характеристики входного сопротивления. Также показана и описана возможность создания автоматизированного алгоритма расчета частотной характеристики входного сопротивления с использованием современных языков программирования.

При расчетах режимов электрических сетей важно знание сопротивлений различных элементов, объясняющих на схемах замещения реальные физические процессы, протекающие в электрических аппаратах и передающих сетях. Для определения некоторых из них необходимо преобразование схем замещения реальных электрических систем в виде двухполюсников с определением соответствующих входных сопротивлений. При нахождении величин входных сопротивлений весьма затруднительным и трудоемким является преобразование схемы по правилам параллельных и последовательных соединений, а также возникает вопрос об автоматизации данных преобразований. В данной статье рассматриваются различные преобра-

зования схем замещения электрических сетей, позволяющие автоматизировать процесс определения входных сопротивлений, сокращая тем самым время их определения. Такие автоматизированные расчеты очень важны при определении показателей качества электрической энергии [1].

### Топология электрической цепи

Любая электрическая цепь, рассматриваемая относительно каких либо ее зажимов, называется двухполюсником. Входное сопротивление  $Z(j\omega)$  зависит от схемы внутренних соединений, частоты, параметров элементов данного двухполюсника. Для описания схе-

мы внутреннего соединения электрической цепи воспользуемся топологическим методом.

Топология электрической цепи характеризуется двумя основными понятиями: ветвью и узлом. При этом ветвью электрической цепи называют ее участок, имеющий два вывода, через которые цепь взаимодействует с остальной цепью.

Топологическую структуру цепи можно описать с помощью специальных таблиц (матриц), которые определяют взаимные связи ветвей с узлами и контурами графа. Узловая матрица **A** представляет собой таблицу, строки которой соответствуют узлам графа, а столбцы — его ветвям. Значения элементов узловой матрицы определяются следующим образом. Если ветвь *i* связана с узлом *j* и направлена от узла, то ей приписывают значение +1. Если ветвь *i* связана с узлом *j* и направлена к узлу, то ей приписывают значение -1. Если же ветвь *i* не связана с узлом *j*, то ей приписывают нулевое значение. Таким образом, элементы строки показывают, какие ветви входят в узел или выходят из него.

Узловая матрица может быть составлена для всех узлов цепи или только для независимых. Если узловую матрицу составляют для всех узлов цепи, то ее называют неопределенной. Сумма элементов любого столбца такой матрицы равна нулю.

Если узловую матрицу составляют только для независимых узлов, то ее называют определенной. При этом один из узлов графа считают базисным или опорным и он не входит в матрицу. По известной узловой матрице можно построить граф цепи.

Неопределенная узловая матрица имеет вид:

$$A = \begin{matrix} \begin{matrix} \text{ветви} & 1 & 2 & 3 & \dots & n \end{matrix} \\ \begin{matrix} -1 & 1 & 1 & \dots & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 & \dots & -1 & 2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & n \end{matrix} \end{matrix}$$

узлы

Контурная матрица **B** представляет собой таблицу, строки которой соответствуют контурам графа, а столбцы — его ветвям. Элементы матрицы имеют следующие значения: если контур *i* содержит ветвь *j* и направление обхода контура совпадает с направлением ветви, то элемент матрицы имеет значение +1; если контур *i* содержит ветвь *j* и направление обхода контура противоположно направлению ветви, то элемент матрицы имеет значение -1; если же контур *i* не содержит ветви *j*, то элемент матрицы имеет нулевое значение. Таким образом, элементы строки матрицы **B** показывают, какие ветви входят в контуры и как они направлены.

Контурную матрицу составляют для всех контуров цепи или только для независимых. Если контурную матрицу составляют для всех контуров цепи, то ее называют неопределенной. При этом полное число контуров определяют из условия, что каждая ветвь графа входит в два противоположно направленных контура.

Если контурная матрица составлена только для независимых контуров, то ее называют определенной. При этом один из контуров считают базисным или опорным и он не входит в матрицу **B**. По известной контурной матрице можно построить граф цепи.

Неопределенная контурная матрица имеет вид:

$$B = \begin{matrix} \begin{matrix} \text{ветви} & 1 & 2 & 3 & \dots & n \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 & 1 & 1 & \dots & 0 & 1 \\ -1 & -1 & 0 & \dots & -1 & 2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & -1 & \dots & 1 & n \end{matrix} \end{matrix}$$

контуры

Для нахождения узловой матрицы **A** по виду схемы электрической схемы при помощи ЭВМ необходимо воспользоваться методами имитационного моделирования. На первом этапе построения схемы соединения электрической цепи принимаем размер узловой матрицы **A** равным нулю (**A**(0,0)). На этапе добавления элемента в электрическую схему происходит добавление столбца в матрицу **A**, а при добавлении соединения между элементами происходит заполнение узловой матрицы значениями 0, 1, -1 учитывая элементы между которыми происходит соединение.

Одновременно с добавлением элемента происходит расчет параметров схемы замещения и создание матрицы сопротивлений ветвей.

### Метод решения уравнений, составленных по законам Кирхгофа

Для электрической схемы уравнения Кирхгофа имеют универсальный характер и справедливы при любых видах воздействий и любых элементах, включенных в ветвях как линейных, так и нелинейных.

Уравнения Кирхгофа можно записать в матричной форме, используя матрицы узловые, контурные или сечений. Для этого токи и напряжения ветвей записывают в виде столбцов (столбцовых матриц):

$$I_B = \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \vdots \\ I_N \end{bmatrix}; \quad U_B = \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_N \end{bmatrix}$$

Так как элементы строки узловой матрицы **A** содержат сведения о ветвях, связанных с узлами цепи, и отражают направления токов в этих узлах, то сумма произведений элементов каждой строки на токи соответствующих ветвей представляет собой первое уравнение Кирхгофа и, следовательно

$$A I_B = 0, \tag{1}$$

При составлении (1) учитывалось, что произведение прямоугольной матрицы **A** на столбцовую  $I_B$  дает столбцовую матрицу, элементы которой равны сумме произведений элементов строки матрицы **A** на элементы столбца матрицы  $I_B$ .

Аналогично может быть представлено второе уравнение Кирхгофа

$$B U_B = 0, \tag{2}$$

так как элементы строки матрицы **B** содержат сведения о ветвях, связанных с контурами цепи, и отражают направления напряжений на этих ветвях. Уравнения (1) и (2) представляют собой уравнения Кирхгофа в матричной форме.

### Метод узловых напряжений

Топологические матрицы **A**, **B** можно также использовать для определения напряжений и токов ветвей по известным узловым напряжениям и контурным токам [2].

Узловое напряжение  $U_{ii}$  определяется как напряжение между *i*-м независимым и базисным узлами цепи. Число узловых напряжений равно числу независимых узлов цепи. Столбцы узловой матрицы **A** содержат информацию о том, между какими узлами включена *i*-я ветвь и как она направлена. Если умножить

элементы матрицы  $A$  на соответствующие узловые напряжения и сложить, то в результате получатся напряжения на отдельных ветвях.

Представим узловые напряжения цепи в виде столбца (столбцовой матрицы) — вектора узловых напряжений:

$$\dot{U}_y = \begin{bmatrix} \dot{U}_{11} \\ \dot{U}_{22} \\ \vdots \\ \dot{U}_{NN} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Тогда, умножая транспонированную узловую матрицу  $A^T$  (т. е. матрицу  $A$ , в которой строки заменены столбцами) на матрицу узловых напряжений, получим напряжения на ветвях. Следовательно, окончательно находим

$$A^T \dot{U}_y = \dot{U}_b \quad (4)$$

Контурные токи  $I_{ii}$  определяют, как токи в независимых контурах, направления которых совпадают с направлениями обхода контуров. Столбцы контурной матрицы  $B$  содержат информацию о контурах, в которые входит  $i$ -я ветвь, и их взаимных направлениях. Поскольку, как указывалось ранее, любая ветвь цепи может входить не более чем в два контура с противоположными направлениями обхода, естественно, что ток любой ветви определяется разностью составляющих контурных токов. Однако если один из составляющих контуров является базисным, то ток в ветви совпадает с соответствующим контурным током. Таким образом, если умножить элементы столбца матрицы  $B$  на соответствующие контурные токи и сложить, то получим токи в отдельных ветвях.

Представим контурные токи в виде столбцовой матрицы:

$$\dot{I}_k = \begin{bmatrix} \dot{I}_{11} \\ \dot{I}_{22} \\ \vdots \\ \dot{I}_{NN} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Тогда, умножая транспонированную контурную матрицу  $B^T$  (т. е. матрицу  $B$ , в которой строки заменены столбцами) на матрицу контурных токов  $\dot{I}_k$ , получим токи в ветвях:

$$B^T \dot{I}_k = \dot{I}_b \quad (6)$$

Использование узловых напряжений позволяет сократить порядок системы уравнений цепи на число независимых контуров. С этой целью определим напряжение на ветви через разность узловых напряжений, как показано на рис. 1.

$$U_{ij} = U_{ii} - U_{jj} \quad (7)$$

где  $U_{ij}$  — напряжение на ветви;  $U_{ii}$  и  $U_{jj}$  — узловые напряжения между  $i$ -м и  $j$ -м узлами цепи.

Расчет электрической цепи методом узловых напряжений выполняют по следующей схеме: определяют узловые напряжения, характеризуемые вектором  $\dot{U}_y = [\dot{U}_{11}, \dot{U}_{22}, \dots, \dot{U}_{NN}]^T$ ; по узловым напряжениям рассчитывают токи в ветвях  $\dot{I}_b$ .

Вывод уравнений узловых напряжений. При гармонических воздействиях, заданных в комплексной форме, запишем  $A Y_b \dot{U}_y = A \dot{J}_b - A Y_b \dot{E}_b$  и подставим в него значение (4), тогда

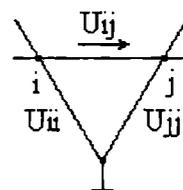


Рис. 1. Определение узловых напряжений.

$$A Y_b A^T \dot{U}_y = A(\dot{J}_b - Y_b \dot{E}_b), \quad (8)$$

где произведение  $A Y_b A^T$  имеет размерность проводимости и называется матрицей узловых проводимостей, а произведение  $A(\dot{J}_b - Y_b \dot{E}_b)$  имеет размерность тока и называется матрицей задающих узловых токов.

Уравнение (8) называется уравнением узловых напряжений и в окончательном виде

$$Y_y \dot{U}_y = \dot{J}_y \quad (9)$$

где  $Y_y = A Y_b A^T$  — матрица узловых проводимостей;  $\dot{J}_y = A(\dot{J}_b - Y_b \dot{E}_b)$  — матрица задающих узловых токов.

Матрица задающих узловых токов  $\dot{J}_y$  представляет собой столбцовую матрицу —  $n_A$ -мерный вектор:

$$\dot{J}_y = [\dot{J}_{11}, \dot{J}_{22}, \dots, \dot{J}_{N_A N_A}]^T \quad (10)$$

Каждый элемент этого вектора  $\dot{J}_{ii}$  учитывает действие (с учетом знака) всех независимых источников тока и напряжения в ветвях, стягивающихся к  $i$ -му узлу, с учетом действия индуктивных связей между ними.

В общем случае матрица  $\dot{J}_y$  выражается через узловую матрицу  $A$ , матрицу  $Y_b$  проводимостей ветвей и векторы независимых источников тока  $\dot{J}_b$  и напряжений ветвей. Для обратимых цепей без взаимных индуктивностей между ветвями вектор  $\dot{J}_y$  легко определить по виду схемы.

Таким образом, задача анализа установившихся режимов в цепи с помощью метода узловых напряжений сводится к решению системы  $n_A$  алгебраических уравнений с вещественными коэффициентами при постоянных воздействиях или с комплексными коэффициентами при гармонических воздействиях, записанных в комплексной форме.

Решение системы узловых уравнений (9) относительно вектора узловых напряжений, как известно из матричной алгебры [3], имеет вид

$$\begin{aligned} \dot{U}_y &= [\dot{U}_{11}, \dot{U}_{22}, \dots, \dot{U}_{N_A N_A}]^T = [Y_y]^{-1} [\dot{J}_y] = \\ &= \frac{1}{\Delta_y} \begin{bmatrix} \Delta_{11} & \Delta_{21} & \dots & \Delta_{N_A 1} \\ \Delta_{12} & \Delta_{22} & \dots & \Delta_{N_A 2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \Delta_{1 N_A} & \Delta_{2 N_A} & \dots & \Delta_{N_A N_A} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{J}_{11} \\ \dot{J}_{22} \\ \vdots \\ \dot{J}_{N_A N_A} \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (11)$$

где —  $\Delta_y = |Y_y|$  определитель матрицы узловых проводимостей;  $\Delta_{11}, \Delta_{22}, \dots, \Delta_{ij}, \dots$  — алгебраические дополнения соответственно элементов  $Y_{11}, Y_{22}, \dots, Y_{ij}, \dots$  определителя  $\Delta_y$ .

Раскрывая (11), получим систему уравнений

$$\begin{cases} \dot{U}_{11} = \frac{\Delta_{11}}{\Delta_y} j_{11} + \frac{\Delta_{21}}{\Delta_y} j_{22} + \dots + \frac{\Delta_{N_A 1}}{\Delta_y} j_{N_A N_A} \\ \vdots \\ \dot{U}_{ii} = \frac{\Delta_{i1}}{\Delta_y} j_{11} + \frac{\Delta_{2i}}{\Delta_y} j_{22} + \dots + \frac{\Delta_{N_A i}}{\Delta_y} j_{N_A N_A} \end{cases} \quad (12)$$

в которых слагаемые пропорциональны задающим узловым токам  $j_{11}, j_{22}, \dots, j_{N_A N_A}$ , что соответствует принципу наложения.

Сомножители при задающих токах в узлах в уравнениях (12) имеют размерность сопротивлений, при этом  $Z_{ij} = \Delta_{ij} / \Delta_y$  при  $i = j$  называют входным, а при  $i \neq j$  — передаточным сопротивлением холостого хода. Входное сопротивление определяют при условии, что все задающие токи в узлах, кроме  $j_{ii}$ , равны нулю:  $Z_{ii} = \dot{U}_{ii} / j_{ii}$ .

### Определение частотной характеристики входного сопротивления

Для автоматизированного определения частотной характеристики входного сопротивления необходимо изменение сопротивлений всех элементов схемы замещения в зависимости от частоты. Для этого необходимо использовать специальные отметки о характере соответствующего элемента схемы замещения (активный, индуктивный, емкостный). Это необходимо сделать для автоматического изменения (уменьшения или увеличения) сопротивления в зависимости от порядкового номера гармоники. Используя приближенную зависимость активного сопротивления системы от частоты:

$$R_v = R_1 \cdot V^{1/2} \quad (13)$$

Примем, что реактивное сопротивление подчиняется линейному закону, определенному выражением:

$$X_v = X_1 \cdot V \quad (14)$$

Комплексное сопротивление системы определяется выражением:

$$Z_1 = (R_1 / V^{1/2}) + j(X_1 / V) \quad (15)$$

Для уточнения этих сопротивлений длинных линий (линий с распределенными параметрами), в алгоритм методики определения входного сопротивления необходимо вводить поправочные коэффициенты. Согласно [3], в общем случае активные  $R_v$  и индуктивные  $X_v$  сопротивления и емкостные проводимости  $B_v$  элементов систем электроснабжения для токов высших гармонических составляющих вычисляются по формулам:

$$R_v = R_2 \cdot K_R \cdot K_{RV} \cdot \sqrt{V}; \quad (16)$$

$$X_v = X_2 \cdot K_X \cdot K_{XV} \cdot V; \quad (17)$$

$$B_v = B_2 \cdot K_{BV} \cdot V; \quad (18)$$

где  $R_2, X_2, B_2$  — активное, индуктивное сопротивления и емкостная проводимость обратной последовательности току промышленной частоты;

$K_R$  и  $K_X$  — коэффициенты, с помощью которых учитывается влияние вытеснения тока в проводниках на

активные сопротивления и индуктивности элементов;  $K_{RV}, K_{XV}$  и  $K_{BV}$  — поправочные коэффициенты, учитывающие распределенность параметров;

$V$  — относительная частота;

Воздушные линии электропередач представляются П-образными схемами замещения, параметры которых определяются из выражений [3]:

$$R_v = R_{0V} \cdot l \cdot K_{RV}; \quad (19)$$

$$X_v = X_0 \cdot K_X \cdot K_{XV} \cdot V; \quad (20)$$

$$B_v = B_0 \cdot K_{BV} \cdot V; \quad (21)$$

где  $X_0$  — удельное индуктивное сопротивление [Ом/км];

$B_0$  — удельная емкостная проводимость [См/км];

$R_{0V}$  — удельное активное сопротивление с учетом поверхностного эффекта [Ом/км];

$l$  — длина линии [км];

$V$  — относительная частота;

$K_{RV}, K_{XV}$  и  $K_{BV}$  — поправочные коэффициенты, учитывающие распределенность параметров.

Поправочные коэффициенты вычисляются по следующим формулам:

$$K_{RV} = 1 - \frac{1}{3} \cdot l^2 \cdot X_0 \cdot B_0 \cdot V^2; \quad (22)$$

$$K_{XV} = 1 - \frac{1}{6} \cdot l^2 \cdot \left( X_0 \cdot B_0 \cdot V^2 - R_{0V}^2 \cdot \frac{B_0}{X_0} \right); \quad (23)$$

$$K_{BV} = 0.5 \cdot \frac{3 + K_{RV}}{1 + K_{RV}}. \quad (24)$$

На основании вышеизложенного возможна разработка алгоритма и создание программы автоматизированного расчета частотной характеристики входного сопротивления. Для удобства заполнения матриц и значительного сокращения времени ввода данных, в программу необходимо введение специального графического редактора. Этот редактор позволит рисовать реальные схемы электроснабжения с автоматизированным определением сопротивлений реальных элементов в зависимости от характера их работы и технических параметров.

### Литература

1. Жежеленко И.В. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях. — Второе издание перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1986. — 168 с.
2. Татур Т.А. Основы теории электрических цепей (справочное пособие): Учеб. пособие. — М.: Высшая школа, 1980. — 271 с.
3. Маханов П.Н. Основы анализа электрических цепей. Линейные цепи. Учеб. пособие для вузов. — М.: Высш. школа, 1972. — 336 с.

**НИКОЛАЕВ Михаил Юрьевич**, старший преподаватель кафедры электроснабжения промышленных предприятий.

**ТЕВС Василий Владимирович**, студент 5 курса энергетического института.

## АППРОКСИМАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАМАГНИЧИВАНИЯ ИНДУКТИВНОГО ЭЛЕМЕНТА В ЗАДАЧЕ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

В статье рассмотрены особенности расчета нелинейных электрических цепей с индуктивными элементами при представлении их характеристик намагничивания степенными полиномами. Результаты исследования сопоставлены с другим способом аппроксимации характеристик намагничивания индуктивных элементов, а именно при помощи гиперболических функций.

Среди большого многообразия экспериментальных характеристик в различных областях науки наибольшее распространение получили характеристики, внешний вид которых показан на рис. 1.

При решении ряда задач связанных с учетом данных характеристик в расчетах возникает задача аппроксимации. Вид характеристик, представленных на рис. 1, может быть описан гиперболической функцией (1), (2). Проведем решение данной задачи с использованием кубического сглаживающего сплайна.

$$y = \frac{x}{a + b \cdot x} \quad (1)$$

$$x = \frac{a \cdot y}{1 - b \cdot y} \quad (2)$$

Вид характеристики (1) показан на рис. 2.

Точность аппроксимации данной функции зависит от числа выбранных точек по которым строится кубический сплайн. Решение данной задачи проведено в MatLab 6.0.

При расчетах нелинейных электрических цепей с индуктивными элементами зачастую исходная информация о характеристике намагничивания индуктивного элемента задается в графической или табличной форме, представляющей совокупность экспериментально снятых точек. В этом случае общепринятым подходом к расчету нелинейной электрической цепи является аппроксимация характеристики намагничивания индуктивного элемента гладкой аналитической функцией, типы которых приведены в табл. 1 [1,2]. Несмотря на кажущуюся простоту решения этой задачи на ПК с использованием соответствующего программного обеспечения (например, пакета математического моделирования MATLAB), недостаточно изученными являются вопросы обеспечения требуемой точности расчета электрической цепи при заданной точности аппроксимации заданной функции. Кроме этого, в ряде расчетов используется обратная функция, что приводит к необходимости либо дополнительного аппроксимирования обратной функции, либо к ее расчету, причем второй путь определения возможен в том случае, когда выражение для прямой функции имеет невысокий порядок, что не всегда позволяет обеспечивать заданную точность аппроксимации. Исследованию вопросов представления

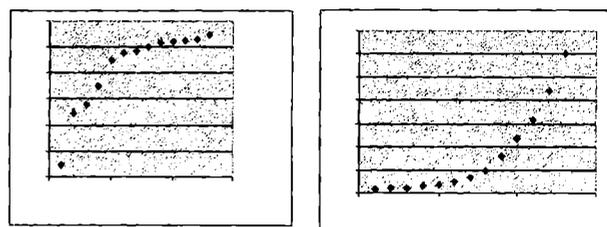


Рис. 1. Вид экспериментальных характеристик.

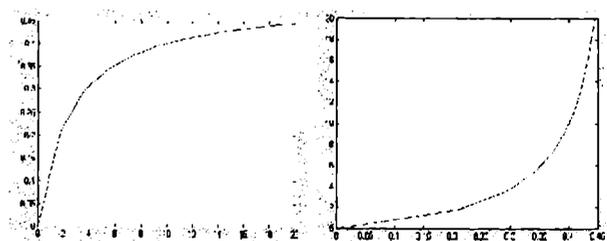


Рис. 2. Исследуемые функции.

прямой и обратной характеристики намагничивания индуктивного элемента в расчетах электрических цепей посвящена данная статья.

Рассмотрим электрическую цепь (рис. 3), содержащую нелинейный индуктивный элемент.

Широкое распространение получило применение кусочно-линейной аппроксимации, при которой исходная кривая делится на ряд участков на каждом участке аппроксимируется элементарной функцией.

$$\begin{cases} \frac{d\psi}{dt} + Ri + U_c(t) = U \\ \frac{dU_c}{dt} = \frac{I}{C} \end{cases} \quad (3)$$

Данную систему уравнений можно переписать, положив :

$$\psi = BSW \quad \text{и} \quad I = \frac{H(B)I_{cp}}{W}$$

Таблица 1

Аппроксимирующее выражение	Тип аналитической функции
$B = H/(a + bH)$	Гиперболическая функция
$B = a_0 + a_1H + a_2H^2 + \dots + a_nH^n$	Степенной полином
$B_j = a_0 + a_1(H_{j-1} - H_j) + a_2(H_{j-1} - H_j)^2 + a_3(H_{j-1} - H_j)^3$ $j = 1, \dots, n$ - номер участка $B_j$ - значение аргумента на правой границе участка	Сглаживающий сплайн невысокой степени (кубический сплайн)

получим

$$\begin{cases} \frac{dB}{dt} = \left[ U - U_c(t) - \frac{H(B)l_{cp}R}{W} \right] \cdot \frac{1}{SW} \\ \frac{dU_c}{dt} = \frac{H(B)l_{cp}}{WC} \end{cases} \quad (4)$$

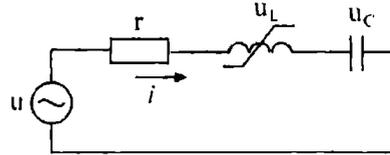


Рис. 3. Исследуемая схема.

Также систему уравнений (1) можно представить и в виде

$$\begin{cases} \frac{dH}{dt} = \left[ U(t) - U_c(t) - \frac{Hl_{cp}R}{W} \right] \cdot \frac{1}{\left(\frac{dB}{dH}\right)SW} \\ \frac{dU_c}{dt} = \frac{HI}{WC} \end{cases} \quad (5)$$

где  $H$  – напряженность магнитного поля;  $B$  – индукция магнитного потока;  $l_{cp}$  – средняя длина силовой линии;  $W$  – число витков обмотки;  $S$  – площадь сечения сердечника.

Из записи систем уравнений (4) и (5) следует, что для их решения необходимо использовать аппроксимацию основной кривой намагничивания.

В качестве примера, проведем исследование для прямой и обратной характеристики  $B=B(H)$  представленных гиперболической функцией  $B = H/(a + bH)$

и степенным полиномом  $B = a_0 + a_1H + a_2H^2 + \dots + a_nH^n$ .

Преимуществом гиперболической функции является относительно простой вид записи и не составляет труда получить аналитическое выражение обратной зависимости  $H=H(B)$ . В этом случае результаты, полученные при решении системы уравнений (4) и (5) будут одинаковыми. Однако использование гиперболической функции в качестве аппроксимирующего выражения имеет существенный недостаток, который заключается в относительно низкой степени точности приближения к исходной характеристике. Это обусловлено тем, что регулирование осуществляется только двумя параметрами  $a$  и  $b$ . Кроме того, в отличие от основной кривой намагничивания, гиперболическая функция несимметрична относительно начала координат, что приводит к записи дополнительных аппроксимирующих выражений для описания кривой намагничивания лежащей в третьем квадранте системы координат. Полиномиальная регрессия с использованием степенного ряда обладает возможностью регулирования точности аппроксимации, которая достигается варьированием порядка выражения. Для достоверного получения результата расчета необходимо подобрать такое выражение для степенного полинома, чтобы среднеквадратичное отклонение от заданной основной кривой намагничивания было минимальным по всей характеристике. Для этого необходимо, чтобы коэффициенты степенного полинома

были определены по методу наименьших квадратов. В этом случае узловые точки заданной кривой не ложатся точно на график полинома, поскольку их приближение к нему является наилучшим в среднеквадратичном отклонении.

Сравнительные характеристики для приведенных выше видов аппроксимирующих выражений представлены табл. 2.

Как видно из таблицы, увеличение порядка полинома не всегда приводит хорошему результату. Например, при порядке полинома больше 11 значительно ухудшается качество аппроксимации из-за того что в окрестности нуля, функция пересекает ось абсцисс несколько раз.

Анализируя результаты, приведенные в табл. 2 делаем вывод, что наиболее хорошо кривую  $B(H)$  аппроксимирует полином 17 степени, а кривую  $H(B)$ , наилучшим образом полином 11 порядка, поэтому в решении задачи будем использовать в одном случае полином 11 степени, а в другом 17. Для полного исследования обозначенной в статье задачи, результаты расчета сравним с решением полученном при помощи гиперболической функции. Данное сравнение целесообразно, поскольку функция  $H_{пол.обр}(B)$  в виде полинома 11 степени не является точным выражением обратной функции полинома 17 степени  $B_{пол.пр}(H)$ , а гиперболическая функция имеет точный аналитический вид для прямой и обратной функции. Параметры гиперболической функции  $B = H/(a + bH)$   $a$  и  $b$  определялись по методу наименьших квадратов.

$$B_{пол.пр} = p_0 + \sum_{i=1}^n p_i H^{2i-1}, \quad (6)$$

$$H_{пол.обр} = q_0 + \sum_{i=1}^n q_i H^{2i-1}, \quad (7)$$

$$B_{г.ф.пр} = H/(a + bH), \quad (8)$$

$$H_{г.ф.обр} = a/(a + bH). \quad (9)$$

Графики, полученные с использованием аппроксимирующих выражений (6) – (9), показаны на рис. 4. Нарис. 4 видно, что аппроксимирующее выражение

Порядок полинома	Степенной полином				Гиперболическая функция			
	Максимальная локальная ошибка		Среднеквадратичное отклонение		Максимальная локальная ошибка		Среднеквадратичное отклонение	
	V(H)	H(V)	V(H)	H(V)	V(H)	H(V)	V(H)	H(V)
7	0.4784	184.3038	1571.7364	166.2095	0.1951	888.6271	39.0942	385.1602
9	0.3917	143.9327	267.3169	100.5105				
11	0.3178	140.9952	60.4508	13.4146				
13	0.2547	136.5107	175.7470	35.1057				
15	0.2013	116.8344	19.1463	368.8539				
17	0.1574	95.0312	9.6026	263.4990				

$V_{г.ф.пр} = H/(a + bH)$  достаточно хорошо описывает прямую зависимость  $V=B(H)$ , однако, аппроксимация зависимости  $H=H(V)$  обратной функцией  $H_{г.ф.обр} = a/(a + bH)$  дает значительное расхождение по среднеквадратичному отклонению. Не адекватность аппроксимации (9) обратной зависимости  $H=H(V)$  не позволяет использовать это выражение для решения системы дифференциальных уравнений (4).

Для решения системы уравнений (4) и (5) используем степенной полином 11 порядка для аппроксимации обратной зависимости  $H=H(V)$  и гиперболическую функцию для описания прямой зависимости  $V=B(H)$ .

Расчет систем дифференциальных уравнений проводился в системе MatLab 6.0, в качестве метода решения использовался многошаговый метод Адамса-Башворта-Мултона переменного порядка. Это адаптивный метод, который может обеспечить высокую точность решения.

По полученным результатам для степенного полинома можно получить значения  $H_{расч.пол}(t)$  и  $V_{расч.пол}(t)$ . Результаты расчетов представлены на рис. 5.

Так как  $H_{расч.пол}(t)$  и  $H_{пол.обр}(t)$  рассчитаны с помощью степенных полиномов не имеющих точного аналитического выражения для обратной функции, между этими зависимостями наблюдается сдвиг по фазе, хотя параметры аппроксимаций статических характеристик были выбраны так, чтобы расхождение между полученными функциями было минимально по отношению к прямой и обратной характеристики намагничивания.

Так как используемое в системе уравнений (4) выражение (9) является точной обратной записью прямой функции (8), то полученное решение совпадает с решением системы уравнений (5), где использовалась гиперболическая функция (8).

В ходе проведения исследования был выявлен существенный недостаток использования полиномиальной регрессии в качестве аппроксимирующего выражения основной кривой намагничивания: невозможность проведения расчетов в области глубокого насыщения. Это объясняется сильно выраженной нелинейностью характеристики намагничивания, на данном отрезке степенной полином неадекватен для описания данной характеристики. Этот недостаток налагает существенное ограничение на параметры электрической схемы, в том числе и на величину напряжения источника.

Степенной полином (7) не является обратным выражением для записи (6), поэтому на рис. 5 видно различие между решениями системы уравнений (4) и (5).

На рис. 4 приведена аппроксимация в статике, таким образом, выражение, для описания характеристики, можно подобрать таким образом, чтобы расхождение между заданной и интерполируемой зависимостью было меньше заданной ошибки погрешности (для этого коэффициенты аппроксимирующего выражения могут быть вычислены по методу наименьших квадратов). Однако в динамике это расхождение может намного превышать значение заданной ошибки приближения. Данное утверждение доказывают проведенные исследования, результаты которого

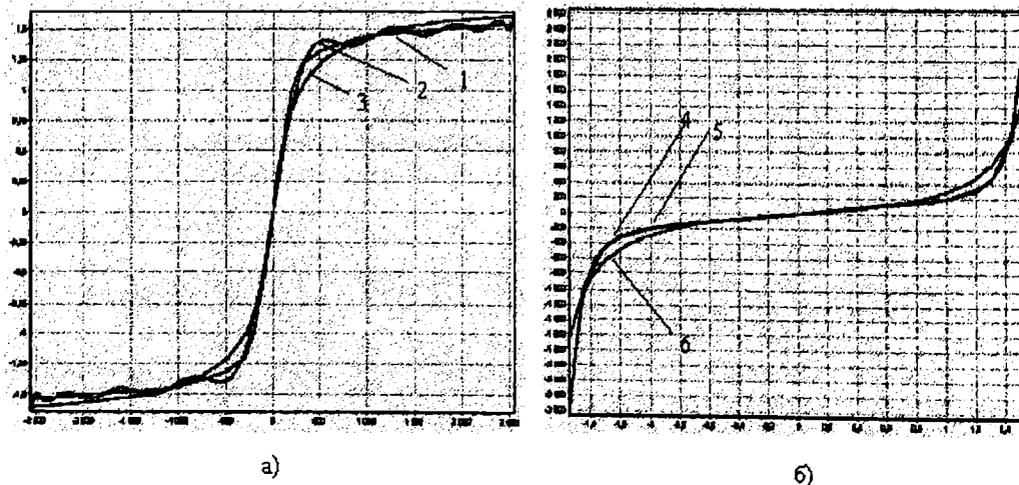


Рис. 4. Графики а) функция  $V(H)$ :

1 – характеристика приведенная в ГОСТе, 2 – степенной полином 11 порядка, 3 – гиперболическая аппроксимация;  
б) функция  $H(V)$ ,  
4 – характеристика приведенная в ГОСТе, 5 – степенной полином 11 порядка, 6 – гиперболическая аппроксимация;

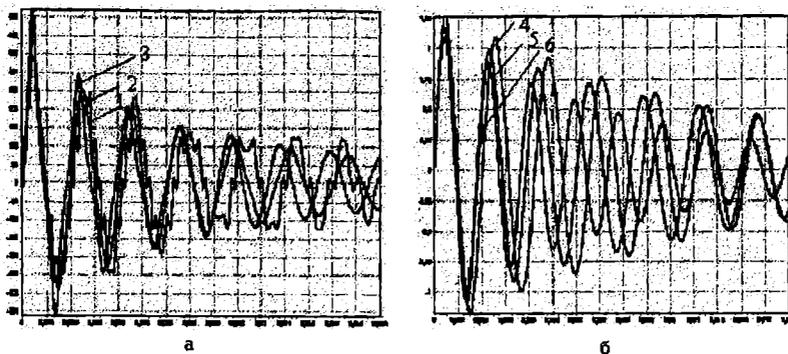


Рис. 5. Динамические характеристики:

- а) 1 -  $H_{пол.обр}(t)$ , 2 -  $H_{расч.пол}(t)$ , 3 -  $H_{г.ф.обр}(t)$ ;  
 б) 4  $V_{пол.пр}(t)$ , 5 -  $V_{расч.пол}(t)$ , 6 -  $V_{г.ф.пр}(t)$ .

приведены на рис. 6. Выделенная область характеризует отклонение динамических характеристик от статических.

Анализируя рис. 6 можно сделать вывод, о том, что даже при хорошей аппроксимации прямой  $V(H)$  и обратной функции  $H(V)$ , в решении уравнений динамики наблюдается большое отклонение от заданной кривой намагничивания. Кроме того, при проведении численного эксперимента было выявлено, что при определенных параметрах электрической цепи происходит нарушение физики динамического процесса вследствие выхода рабочей точки за пределы заданной кривой намагничивания. Так как неизвестно, как ведет себя степенной полином в области экстраполяции, решение получается неадекватное. Данный факт свидетельствует о недостатке использования степенного полинома в том случае, когда рабочая точка находится в области глубокого насыщения. В отличие от степенного полинома гиперболическая функция применима на любом участке основной кривой намагничивания.

Перспективным методом представления кривых намагничивания является сплайн-аппроксимация, при которой исходная функция описывается набором полиномов 3-й степени, «сшитых» в узлах интерполяции. Отметим, что при предлагаемой аппроксимации сплайнами третьего порядка число участков намного меньше, чем при других аппроксимациях, обеспечивающих заданную точность. Такая аппроксимация не только гладкая (кривая имеет непрерывную первую и вторую производные), но и обеспечивает высокую

точность, так как минимизирует интеграл от квадрата вторых производных среди всех остальных интерполирующих функций.

С точки зрения рассмотренных выше задач, интерполяция кубическим сплайном обладает значительными преимуществами, так как, относительно сложное выражение кубического сплайна, позволяет точно получить значение обратной функции, и в то же время такая аппроксимация удовлетворяет требованиям точности.

Основные достоинства сплайн-интерполяции:

1. график построенной функции проходит через каждую точку массива;
2. конструируемая функция сравнительно легко описывается (число подлежащих определению коэффициентов соответствующих многочленов для сетки равно  $m(p+1)$ );
3. аданным массивом построенная функция определена однозначно;
4. степень многочленов не зависит от числа узлов сетки и, следовательно, не изменяется при его увеличении;
5. построенная функция имеет непрерывные производные до порядка  $p-1$  включительно.

Так как график построенной функции проходит через каждую точку массива, то среднеквадратичное отклонение между узлами определяется только количеством задаваемых точек. Это условие приводит к необходимости поиска стандартизированной документации с подробным представлением основной кривой намагничивания в табличной форме или в виде графика.

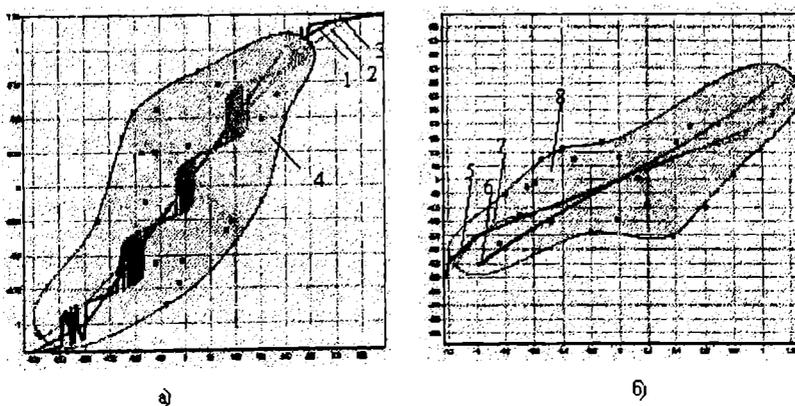


Рис. 6. Графики а) функция  $V(H)$ :

- 1 - характеристика приведенная в ГОСТе; характеристики в статике: 2 -  $V_{расч.пол}(H_{пол.обр})$ , 3 -  $V_{пол.пр}(H_{расч.пол})$ ; область разброса в динамике: 4 - точки в которых, в которых определена функция  $V_{пол.пр}(H_{пол.обр})$  в различные моменты времени;  
 б) функция  $H(V)$ :  
 5 - характеристика приведенная в ГОСТе; характеристики в статике: 6 -  $H_{пол.обр}(V_{расч.пол})$ , 7 -  $H_{расч.пол}(V_{пол.пр})$ ; область разброса в динамике: 8 - точки в которых, в которых находится функция  $H_{пол.обр}(V_{пол.пр})$  в различные моменты времени.

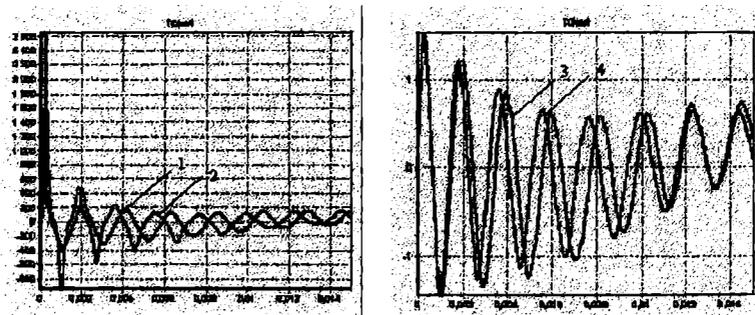


Рис. 7. Динамические характеристики:

1, 3 –  $I_{\text{снл}}(t)$ ,  $B_{\text{снл}}(t)$  – результат решения системы уравнений (3) и (2) с использованием сплайн-интерполяции;  
2, 4 –  $I_{\text{г.ф.обр}}(t)$ ,  $B_{\text{г.ф.пр}}(t)$  – решение системы (3) и (2) с использованием гиперболической функции.

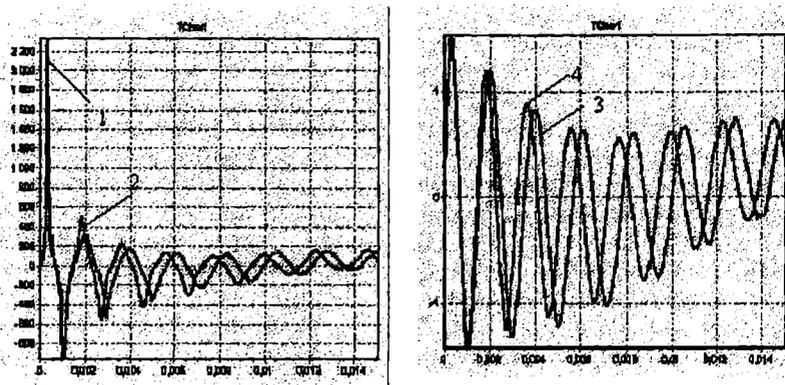


Рис. 8. Динамические характеристики:

1, 3 –  $I_{\text{снл}}(t)$ ,  $B_{\text{снл-л}}(t)$  – результат решения системы уравнений (5) и (4) с использованием сплайн-интерполяции прямой характеристики  $B=B(H)$  и метода Виета – Кардано для  $H=H(B)$ ;  
2, 4 –  $I_{\text{г.ф.обр}}(t)$ ,  $B_{\text{г.ф.пр}}(t)$  – решение системы (5) и (4) с использованием гиперболической функции.

ГОСТ 11036-75, регламентирует значения всего для пяти точек характеристики, что является недостаточным для точного описания основной кривой намагничивания.

Проведем расчет систем дифференциальных уравнений (4) и (5) применяя аппроксимационные зависимости полученные на основе сплайн-интерполяции. При этом в отличие от случая применения степенного полинома в качестве аппроксимирующего выражения имеется возможность увеличить напряжение источника питания. Графики динамических процессов показаны на рис. 7 и 8.

Так как порядок уравнения сплайна равен трем, то, используя метод Виета-Кардано по определению корней кубического уравнения, можно получить обратную функцию в аналитическом виде, так же как и для гиперболической функции. В этом состоит преимущество сплайн-интерполяции по сравнению с полиномиальной регрессией.

Применяя метод Виета-Кардано, исчезает необходимость аппроксимировать обратную функцию отдельно. Иными словами, для решения системы уравнений (4) и (5) достаточно использовать аппроксимацию только прямой характеристики, а обратную можно получить точно в аналитическом виде, тем самым исключается погрешность, обусловленная дополнительной аппроксимацией.

На рис. 8 представлены результаты расчетов систем уравнений (4) и (5), причем аппроксимация проводилась один раз для прямой функции  $B=B(H)$ , которая использовалась в расчете системы уравнений (5), а для решения системы уравнений (4) использовалась обратная зависимость полученная в результате применения метода Виета – Кардано к прямой функции.

Проведем сравнение решений полученных при аппроксимации как прямой, так и обратной характеристики и аппроксимации только одной характеристики  $B=B(H)$  с применением метода Виета-Кардано. Результаты сравнения показаны на рис. 9.

Расхождение между характеристиками 1 и 2 (рис.

9) объясняется тем, что производная  $\frac{dB}{dH}$  в системе уравнений (5), в первом случае определялась аналитически по аппроксимированной характеристике  $B=B(H)$ , а во втором случае она определялась численным способом, что вносит дополнительную погрешность вычислений. Именно этим обусловлено то, что график характеристики  $I_{\text{снл}}(t)$  выходит за область определения заданной характеристики  $B=B(H)$ . Кроме того, в случае, когда используется аппроксимация прямой и обратной характеристики вносится дополнительная погрешность, обусловленная тем, что два сплайна не являются взаимобратными функциями.

Таким образом, нужно отметить, что наибольшими преимуществами представления основной кривой намагничивания в расчетах электротехнических задач обладают сплайны, так как они позволяют не только точно получить выражения для прямой и обратной характеристики намагничивания, но и в принципе пригодны для описания любой нелинейной зависимости.

## Выводы

- показана актуальность задачи аппроксимации прямой и обратной характеристик полученных экспериментально;

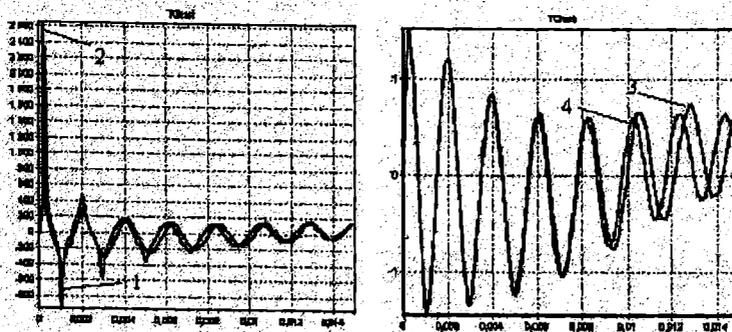


Рис. 9. Сравнение результатов решения систем уравнений (4) и (5) при различных способах аппроксимаций прямой и обратной характеристики:

1, 3 –  $H_{спл}(t)$ ,  $B_{спл-к}(t)$  – динамические характеристики, полученные сплайн-интерполяцией и метода Виета-Кардано для  $H=N(B)$ ;  
2, 4 –  $H_{спл}(t)$ ,  $B_{спл}(t)$  – результат решения системы уравнений (5) и (4) с использованием сплайн-интерполяции как для прямой, так и для обратной характеристики.

- показана актуальность задачи определения прямой и обратной характеристики основной кривой намагничивания в задачах электротехники;
- проведено исследование различных видов аппроксимации основной кривой намагничивания на примере использования степенного полинома, гиперболической функции и интерполяции на основе сглаживающих кубических сплайнов;
- приведены результаты решения систем уравнений (4) и (5) в графическом виде для рассматриваемых аппроксимационных выражений;
- показаны преимущества сплайн-интерполяции для аппроксимации основной кривой намагничивания;
- определено, что для решения поставленной задачи целесообразным является использование метода Виета – Кардано, так как при этом исключается необходимость аппроксимации обратной характеристики;
- расхождение аппроксимации от заданной кривой намагничивания в динамике значительно превышает погрешность в статике применительно как к прямой  $B = f(H)$  так и к обратной функции  $H = f(B)$ ;
- выявлена невозможность использования степенного полинома в области глубокого насыщения, так

как при решении возникает ситуация когда расчет производится за пределами заданной кривой намагничивания.

#### Литература

1. Л.А. Бессонов. Нелинейные электрические цепи. – М.: Высш. шк., 1964. – 429 с.
2. П.Н. Матханов. Основы анализа электрических цепей. Нелинейные цепи: Учеб. для вузов, – М.: Высш. шк., 1986. – 352 с.
3. Математическая энциклопедия. Под ред. И.М. Виноградова. 1984.
4. Сталь сортовая электротехническая нелегированная. ГОСТ 11036-75.
5. Установившееся и переходные процессы в электрических цепях. – М.: Высш. шк., 2001. – 406 с.

**КОВАЛЕВ Юрий Захарович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой электротехники, заслуженный деятель науки и техники.  
**ТАТЕВОСЯН Андрей Александрович**, аспирант кафедры электротехники.

## Книжная полка

Копылов И.П.  
Математическое моделирование электрических машин: Учебник / И.П. Копылов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш.шк., 2001. – 327 с.: с ил.

Современная теория электрического преобразования энергии, рассматривается в учебнике, позволяет составить уравнения для любого случая, встречающегося в практике электромашиностроения. В третьем издании (2-е – 1002 г.) расширено представление об электромагнитном моменте в динамических режимах. Более подробно рассмотрено определение активной и реактивной мощности в переходных режимах для многофазных, многомерных электрических машин. Дано строгое определение динамического КПД и коэффициента мощности. Приводится классификация электрических машин по виду их математического описания. Учебник был удостоен Государственной премии СССР.

Для студентов электротехнических и энергетических специальностей, а также для аспирантов, инженеров и научных работников электрического профиля, связанных с разработкой, исследованием и эксплуатацией электрических машин и электрических систем.

Рекомендовано Минобразованием РФ.

# ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, ДИАГНОСТИКА

УДК 537.86+631.42

П. П. БОБРОВ  
О. В. ГАЛЕЕВ  
В. И. УБОГОВ

Омский государственный  
педагогический университет

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСПАРЕНИЯ ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ГУМУСА НА ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ И НА ДИНАМИКУ СОБСТВЕННОГО РАДИОТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Представлены результаты экспериментального исследования динамики коэффициента излучения почв с разным содержанием гумуса на длине волны 4 см. Моделирование динамики влагосодержания поверхностных слоев почв показало, что различия в динамике коэффициента излучения обусловлено влиянием гумуса на гидрофизические характеристики почв.

Для получения информации о гидрофизических свойствах почв в настоящее время используют данные СВЧ дистанционного зондирования [1]. Это возможно благодаря сильной зависимости радиофизических свойств почв (диэлектрической проницаемости и коэффициента излучения) от количества и распределения влаги в поверхностном слое. Диэлектрическая про-

ницаемость воды в СВЧ диапазоне составляет порядка 40-80 единиц, а диэлектрическая проницаемость сухой почвы – 2,5-3 единицы. Коэффициент излучения с гладкой поверхности почвы в зенитном направлении, определяемый соотношениями:

$$\chi = 1 - |r|^2, \quad (1a)$$

$$r = (\sqrt{\epsilon} - 1) / (\sqrt{\epsilon} + 1), \quad (16)$$

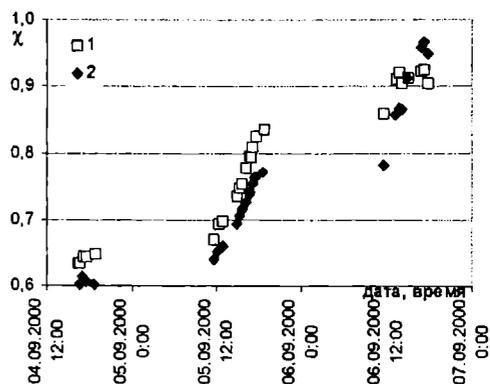
где  $r$  — коэффициент отражения,  $\epsilon$  — комплексная диэлектрическая проницаемость почвы), может изменяться от 0,6 (влажная почва) до 0,9 (сухая почва).

В работах [2,3] показано, что изменение коэффициента излучения почвы в процессе испарения позволяет отследить динамику поверхностной влажности, а последняя, в свою очередь, отражает гидрофизические свойства поверхностного слоя почвы. Известно, что наличие гумуса в почвах влияет на важные гидро- и радиофизические свойства черноземов, что проявляется в изменении основной гидрофизической характеристики (ОГХ), влагопроводимости, пористости, диэлектрической проницаемости [4-6]. Это должно отразиться на динамике поверхностной влаги почвы и, как следствие, на динамике радиофизических характеристик [7]. С целью определения данного влияния нами была проведена серия натурных дистанционных экспериментов по изучению динамики коэффициента излучения почв с разным содержанием гумуса в СВЧ диапазоне.

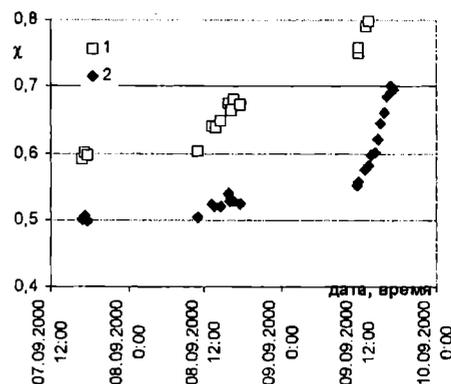
Эксперимент проводился на агробиостанции ОмГПУ. Для эксперимента были приготовлены два участка суглинистой почвы с содержанием гумуса 6,6% и 0,6%. Поверхность участков перед началом каждого экспериментального цикла взрыхлялась, после чего участки увлажнялись одинаковым количеством воды из лейки с распылителем. Изменение влажности в ходе эксперимента определялось термостатно-весовым методом. Всего было проведено 8 экспериментальных циклов. На рис. 1 представлены некоторые результаты измерений коэффициента излучения с использованием микроволнового радиометра на длину волны 4 см.

Сразу после орошения почвенных участков коэффициент излучения малогумусного участка №1 во всех экспериментах был несколько выше, чем для участка №2 с высоким содержанием гумуса. Это было обусловлено двумя причинами: большей водоудерживающей способностью гумусного участка по сравнению с малогумусным, а также, в некоторых случаях, большей шероховатостью малогумусного участка. В начальный период после увлажнения разность между коэффициентами излучения гумусного  $\chi_r$  и малогумусного  $\chi_{nr}$  участков  $\Delta\chi_{rn} = \chi_r - \chi_{nr}$  (радиояростный контраст) в течение 1-2 суток возрастала, что было обусловлено более быстрым высыханием верхнего слоя малогумусного участка по сравнению с гумусным участком. В ряде экспериментов при низких значениях влажности поверхностных слоев участков наблюдалась смена знака радиояростного контраста, например 6 сентября 2000 г. (см. рис. 1а). Эта смена знака наблюдалась в середине дня при более высокой термодинамической температуре поверхности гумусного участка, обусловленной лучшим поглощением солнечной радиации за счет более темного цвета.

В некоторых экспериментах (рис. 1б) в процессе высыхания радиояростный контраст достигал высоких значений (0,2 и более); это имело место после интенсивного и продолжительного увлажнения. В первой половине дня наблюдался рост значений коэффициентов излучения, а во второй половине дня наблюдался небольшой спад. Эту особенность можно объяснить действием двух факторов: во-первых, характером изменения термодинамической температуры поверхности почвы, которая также имеет максимум, приходящийся на этот период времени, во-вторых, преобладанием во второй половине дня потока подтягивания капиллярной влаги из нижележащих слоев поч-



а



б

Рис. 1. Динамика коэффициента излучения почвенных участков с разным содержанием гумуса: 1 - содержание гумуса 0,6%; 2 - содержание гумуса 6,6% при средних начальных влажностях  $0,37 \text{ см}^3/\text{см}^3$  (а) и  $0,45 \text{ см}^3/\text{см}^3$  (б).

вы над испарением и небольшим возрастанием влажности поверхностного слоя.

В процессе высыхания поверхностного слоя величина  $\Delta\chi_{rn}$  возрастала до некоторого максимального значения, после чего при средней поверхностной влажности участков порядка  $0,2-0,3 \text{ см}^3/\text{см}^3$  наблюдался спад, а при влажности  $0,12-0,15 \text{ см}^3/\text{см}^3$  происходила смена знака контраста на противоположный (рис. 2). Здесь приведено три зависимости  $\Delta\chi_{rn}$  от средней поверхностной влажности

$$W_{cp} = 0,5 \cdot (W_{гум} + W_{мгум}), \quad (2)$$

где  $W_{гум}$  и  $W_{мгум}$  — влажность поверхностных слоев почвенных участков с высоким и низким содержанием гумуса, соответственно. Эти кривые получены при разных значениях средних высот поверхностных неровностей. Так, кривая 1 относится к высоте поверхностных неровностей порядка  $0,5 \text{ см}$ . При средней поверхностной влажности участков ниже  $0,2 \text{ см}^3/\text{см}^3$  наблюдается возрастание величины  $\Delta\chi_{rn}$  с изменением знака при влажности около  $0,15 \text{ см}^3/\text{см}^3$ . Значения контраста при большой высоте поверхностных неровностей (кривые 2 и 3) изменяются в более широких пределах.

Для объяснения динамики радиофизических характеристик почв нами были произведены модельные расчеты динамики почвенной влажности. Уменьшение влагосодержания поверхностного слоя почвы, вносящего основной вклад излучение, обусловленное испарением, зависит от скорости подтягивания влаги из нижележащих слоев почвы. В состоянии насыщения влагой величина испарения равна испаряемости

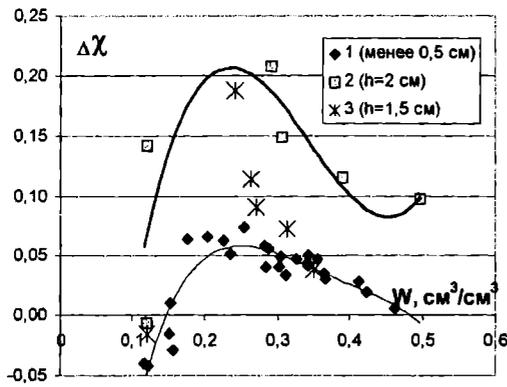


Рис.2. Зависимость разности коэффициентов излучения участков № 1 и № 2 от средней влажности почвенного слоя 0-1 см при различной средней высоте поверхностных неровностей  $h$ .

(испарению с открытой поверхности воды) и практически не зависит от гидрофизических свойств почвы, поэтому можно принять испарение с поверхности участков с различным содержанием гумуса одинаковым. На основании статистических данных, приведенных в [8], изменение испарения в течение суток можно определить по формуле:

$$E = E_m \cdot \sin^2(\pi(t - \tau')/\tau_{\text{дн}}), \quad (3)$$

где  $E_m$  - амплитуда испаряемости;  $t$  - текущее время светлой части суток;  $\tau_{\text{дн}}$  - длительность светового дня;  $\tau' = \Delta + (24 - \tau_{\text{дн}})/2$ ;  $\Delta$  - сдвиг "летнего" времени относительно поясного.

Плотность потока влаги через границы слоев, выделенных в почве, определялись с помощью соотношения [2], полученного из уравнения Дарси [9], имеющего при переходе к конечным разностям вид:

$$Q_j = \frac{bK_0\Psi_0}{\Pi} \bar{\theta}^{b+2} \frac{W_i - W_{i+1}}{\Delta z_j}, \quad (4)$$

где  $K_0$  - коэффициент фильтрации,  $W_i$  и  $W_{i+1}$  - влажности соседних слоев почвы;  $\Pi$  - пористость;  $\bar{\theta} = (\theta_i + \theta_{i+1})/2$ ;  $\theta_i = W_i/\Pi$ ,  $\Psi_0$  - значение капиллярно-сорбционного потенциала при  $\theta = 1$ ;  $\Delta z_j$  - разность координат средних точек слоев  $i$  и  $i+1$ ;  $b$  - константа, величина которой зависит от гранулометрического состава почвы [10, 11]. Плотность потока через границу раздела почва-воздух ( $j=0$ ) принималась равной испарению.

Чтобы учесть уменьшение величины испаряемости почвенной влаги в процессе высыхания поверхностного слоя почвы в работе [8] предложена формула для предельной величины плотности потока влаги  $Q$  через границу почва-воздух:

$$Q = \gamma \cdot (W - W_{\text{ВРК}}), \quad (5)$$

где  $\gamma$  - коэффициент, принимающий значения 0,7-1,5 мм/сут в зависимости от типа почвы,  $W$  и  $W_{\text{ВРК}}$  - объемная влажность верхнего слоя почвы и влажность разрыва капиллярных связей (ВРК). Величина испарения  $E$  в модели определялась по формуле (3) до тех пор, пока предельная плотность потока влаги  $Q$  не становилась равной величине испарения. После этого испарение  $E$  приравнивалась величине предельного потока влаги  $Q$ .

Трудность моделирования заключалась в том, что в нашем распоряжении не было всех гидрофизических характеристик почв, изучательные свойства которых мы исследовали. Поэтому целью моделирова-

ния было выявление тех гидрофизических параметров почв, зависящих от содержания гумуса, которые в значительной степени определяют скорость высыхания поверхностного слоя при испарении. Анализ литературных данных [5, 10, 12-14] показывает, что коэффициент влагопроводности, наименьшая влагоемкость, влажность разрыва капиллярных связей зависят как от содержания гумуса, так и от гранулометрического состава почвы. Поэтому при оценке этих величин учитывалось как содержание гумуса, так и содержание глины. При этом значения ВРК, выраженные в процентах от объема, составили 13% и 22% для малогумусной (№1) и гумусной почвы (№2), соответственно. Значение  $K_0$  для почвы с низким содержанием гумуса мы выбрали равным 1 см/ч, с высоким содержанием гумуса - 3 см/ч. Значения параметров  $\Psi_0$  и  $b$  были приняты равными  $b=5$  и  $\Psi_0=13,4$  см вод. ст. - для образца №1 и  $b=8$ ,  $\Psi_0=19,8$  см вод. ст. - для почвы №2. Значение амплитуды испарения  $E$  выбиралось в пределах 0,02-0,07 см/ч и считалось, что эта величина не изменяется в течение всего периода высыхания почвы. Величина  $\gamma$  принималась равной 1,1 мм/сут.

При модельных расчетах почвенный слой толщиной 6 м разбивался на 50 слоев толщиной от 1 до 50 см. Расчет изменения влагосодержания в слоях производился методом имитационного моделирования с временным шагом  $1 \cdot 10^{-3}$  часа. Результаты этих расчетов представлены на рис. 3. Видно, что уже в течение первых часов после начала испарения поверхностный слой малогумусной почвы (№1) высыхает более интенсивно, чем слой гумусной почвы (№2). После 17 часов процесс испарения начинает уступать процессу подтягивания капиллярной влаги из нижележащих слоев. За ночь влажность верхнего сантиметрового слоя малогумусной почвы возрастает больше, чем у гумусной почвы. На следующий день после восхода солнца испарение из верхних слоев почвы вновь начинает преобладать над процессом подтягивания влаги, и влажность снова уменьшается. В течение следующих дней верхний слой малогумусной почвы (№1) теряет влагу сильнее, чем такой же слой гумусной почвы (№2), при этом за ночь влажность малогумусной почвы увеличивается на большую величину. Подобное поведение, согласно модели, вызвано, во-первых, более низким значением коэффициента фильтрации почвы №1 по сравнению с почвой №2, во-вторых, большей влагопроводностью гумусной почвы, имеющей почти всегда более высокую влажность.

На основании полученной экспериментально зависимости диэлектрической проницаемости почв №1 и №2 от влажности  $\epsilon(W)$ , расчетных данных влажности, представленных на рис. 3, по формулам (1,а) и (1,б) была получена расчетная зависимость коэффициента излучения почв от времени (рис. 4). Видно, что в середине каждого дня коэффициент излучения достигает максимальной за сутки величины, которая соответствует минимальному в этот день значению влажности почвы. Наблюдается также снижение величины  $\Delta\chi_{\text{гн}}$  (разности в значениях коэффициента излучения почв), происходящее во второй половине дня. Из сравнения этих рисунков становится также понятным увеличение максимального значения величины  $\Delta\chi_{\text{гн}}$  в течение второго и третьего дня. Оно обусловлено увеличением разности в значениях влажности почв в этот период. Таким образом, использованная гидро-радиофизическая модель позволяет на качественном уровне объяснить экспериментально полученные радиофизические данные, отражающие относительную динамику почв с разным содержанием гумуса. Даль-



## СИСТЕМА ДЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИСПЫТАНИЙ ОБОЙМЫ БУКСОВОГО ПОДШИПНИКА НА БАЗЕ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА

Рассматривается реализация системы электромагнитной дефектоскопии наружной обоймы буксового подшипника на базе персонального компьютера. Особое внимание уделено особенностям алгоритма работы системы, реализации этих алгоритмов в виде программы ПК, организации электронного документирования контроля. Отмечены некоторые пути дальнейшей модернизации системы.

При проведении технического обслуживания или ремонта сложных систем возникает задача обнаружения дефектов элементов системы и контроля над их развитием при эксплуатации. Оптимальным решением этой задачи является систематическое использование методов неразрушающего контроля.

Такой способ предотвращения нежелательных последствий эксплуатации изделий с дефектами применяется во многих отраслях народного хозяйства. Одной из отраслей, где систематическое использование методов неразрушающего контроля имеет колоссальное значение, является железнодорожный транспорт.

Опытом эксплуатации установлено, что одним из наиболее критических узлов подвижного состава являются буксовые подшипники [1]. Поэтому особое внимание во время проведения планового ремонта колесных пар должно уделяться дефектоскопированию деталей подшипников.

Основная задача дефектоскопирования — это поиск отличий контролируемой детали от нормы, а именно:

- нарушений поверхности деталей (трещин, сколов, выбоин);
- нарушений геометрии поверхностей;
- внутренних дефектов (полостей, внутренних трещин, нарушений кристаллической решетки);
- изменений структуры материалов (наклепов).

Эффективность дефектоскопирования в основном определяется двумя факторами: уровнем механизации и автоматизации производства и квалификацией работников. Следовательно, повышать эффективность неразрушающего контроля подшипников можно двумя путями, причем наиболее перспективным считается внедрение устройств автоматизации процесса дефектоскопирования [2].

Существующие приборы дефектоскопирования деталей подшипников в большинстве случаев не могут заменить квалифицированного специалиста из-за низкой надежности их показаний. Это обусловлено несколькими причинами:

- использование несовершенных методов неразрушающего контроля уменьшает принципиальную возможность обнаружения дефекта;
- использование аналоговых методов обработки сигналов, чувствительных к внешним помехам, существенно снижает достоверность показаний;
- отсутствие возможности изменения параметров дефектоскопирования уменьшает гибкость работы прибора.

Недостатки существующих приборов были учтены при разработке устройства для дефектоскопирования деталей подшипников (далее ЭДП). Поэтому в ЭДП внедрена цифровая обработка данных и используется более совершенный метод неразрушающего контроля.

Традиционно, в дефектоскопах поверхностей металлических изделий, используются разновидности вихретокового метода неразрушающего контроля [3]. Часть таких приборов основана на измерении частоты колебательного контура генератора, индуктивность которого определяется индуктивностью накладного вихретокового преобразователя (ВТП). ВТП представляет собой одну или несколько катушек индуктивности, торец которых подводится к поверхности контролируемого изделия. Любое существенное изменение структуры металла поддатчиком ведет к изменению комплексного сопротивления катушки индуктивности, а значит, и к изменению частоты колебательного контура. Таким образом, установив пороговое значение приращения частоты, можно говорить о наличии или отсутствии дефекта.

Немалая доля приборов вихретокового контроля построена на этом принципе. Однако такие приборы одинаково реагируют как на дефекты, так и на изменение зазора между датчиком и поверхностью изделия. Причина в том, что данный метод учитывает только изменение частоты колебательного контура и игнорирует его характер. Таким образом, пользуясь этим методом, невозможно отличить дефект от зазора и один вид дефекта от другого.

В разработанном устройстве использован более совершенный метод неразрушающего контроля [4], способный отличать изменение зазора от появления дефекта и в некоторых случаях различать виды дефектов. Этот метод предполагает использование колебательного контура с изменяемыми параметрами, что позволяет наблюдать за изменением частоты на разных участках спектра. Совместив и определенным образом обработав показания на нескольких частотах, можно с большей достоверностью отличать зазор от дефекта.

В зависимости от вида дефектоскопируемой детали используют различные вихретоковые преобразователи. При дефектоскопировании наружного кольца подшипника наиболее эффективны накладные ВТП.

ВТП формируются в два блока датчиков для дефектоскопирования наружной и внутренней поверхностей детали. Каждый блок датчиков содержит четыре накладных ВТП, которые располагаются по периметру сечения кольца. Выбор количества ВТП обусловлен необходимостью перекрытия всего периметра кольца и соотношением диаметр ВТП / размер обнаруживаемого дефекта.

Дефектоскопирование всей поверхности кольца осуществляется при перемещении детали относительно неподвижных датчиков. Механическое перемещение детали реализуется с помощью сканера.

Сканер состоит из устройства для вращения детали, блоков датчиков и аппаратуры управления электроприводом. Перемещение детали относительно датчиков происходит за счет вращения приводного ролика. Управление вращением осуществляется микроконтроллером. Контакт датчиков с поверхностью детали реализован с помощью механизма прижима. Конструкция сканера имеет несколько модификаций и определяется конфигурацией и размерами деталей каждого типоразмера подшипника, подлежащего контролю.

Одним из недостатков многих устройств дефектоскопирования является обработка информации в аналоговой форме. Это заметно увеличивает зависимость надежности показаний устройства от уровня внешних помех. При разработке ЭДП особое внимание уделялось уменьшению такой зависимости. Поэтому разработанное устройство максимально использует цифровые методы обработки информации.

Основным управляющим элементом, который полностью определяет порядок работы прибора, является персональный компьютер. Он посылает команды микроконтроллеру, который, в свою очередь, непосредственно управляет всеми блоками устройства. Для организации связи устройства и персонального компьютера выбран интерфейс RS-232. Преимуществами этого интерфейса являются его наличие в базовой конфигурации любого IBM-совместимого компьютера и возможность передачи данных на достаточно большие расстояния (до 15 метров).

Алгоритм работы устройства представляет собой следующую последовательность действий.

Начало дефектоскопирования инициализируется программой компьютера, когда пользователь, установив обойму подшипника в сканер, нажимает кнопку старта процесса дефектоскопирования. Компьютер посылает команду о начале контроля и переходит в режим приема данных от микроконтроллера.

Микроконтроллер, получив такую команду, сигнализирует сканеру о начале вращения детали. Время вращения зависит от заданного количества полных оборотов детали. По умолчанию обойма должна совершить три оборота (опытом эксплуатации такое значение было определено как наиболее оптимальное), но

это значение может быть изменено из программы персонального компьютера.

Одновременно с этим микроконтроллер инициирует процесс опроса датчиков, т.е. процесс оцифровки сигнала. Полученная информация в цифровой форме передается персональному компьютеру, который их сохраняет в памяти и проводит анализ. Остановка процесса контроля происходит либо при достижении положенного числа оборотов, либо по команде пользователя.

Для обработки информации и организации интерфейса пользователя разработано специальное программное обеспечение, работающее под управлением операционной системы Windows.

Программа состоит из трех компонентов, реализующих следующие функции:

- управление процессом дефектоскопирования;
- настройка параметров дефектоскопирования;
- работа с базой данных дефектоскопа.

Каждый из этих компонентов отражен в виде соответствующей вкладки в главном окне программы.

Компонент, представленный вкладкой «Процесс дефектоскопирования» (рис. 1), обеспечивает поточную обработку данных, поступающих от устройства, т.е. непосредственно поиск дефекта. Начало и окончание процесса контроля инициируются командами главного меню. Перед началом дефектоскопирования программа требует ввести номер обоймы, который в дальнейшем используется для сохранения результатов в базе данных.

Для локализации дефекта окружность обоймы разбивается на восемнадцать секторов, а положение дефекта в сечении обоймы определяется номером датчика. Результат поиска дефектов отображается в таблице «Наличие дефектов» индивидуально для каждого сектора.

Для настройки ЭДП используется вкладка «Параметры дефектоскопирования» (рис. 2). Этот компонент позволяет определить порог срабатывания для каждого датчика, количество полных оборотов обоймы при дефектоскопировании, разрешить или запретить звуковую сигнализацию при обнаружении дефекта. Порог задается в процентах от эталонного значения, вычисляемого при настройке на деталь. Максимальное значение порога 30%, минимальное 5%.

Компонент «База данных дефектоскопирования» (рис. 3) — существенное дополнение ЭДП по сравнению с аналогичными приборами. Этот компонент обеспечивает доступ к базе данных, записи которой создаются автоматически при завершении процесса контроля. Каждая запись содержит следующую информацию:

- код пользователя;
- номер обоймы;
- дата и время дефектоскопирования;
- продолжительность дефектоскопирования;
- количество полных оборотов детали;
- порог срабатывания для каждого датчика;
- информация о наличии дефектов в каждом из секторов.

Все записи базы данных доступны для просмотра, но недоступны для редактирования. Единственная возможность пользователя исправить допущенную им ошибку — это удалить всю запись целиком и провести дефектоскопирование снова. Запрет на редактирование записей базы введен для исключения возможности фальсификации результатов дефектоскопирования.

Эти данные хранятся в БД персонального компьютера в течение времени, заданного пользователем (не

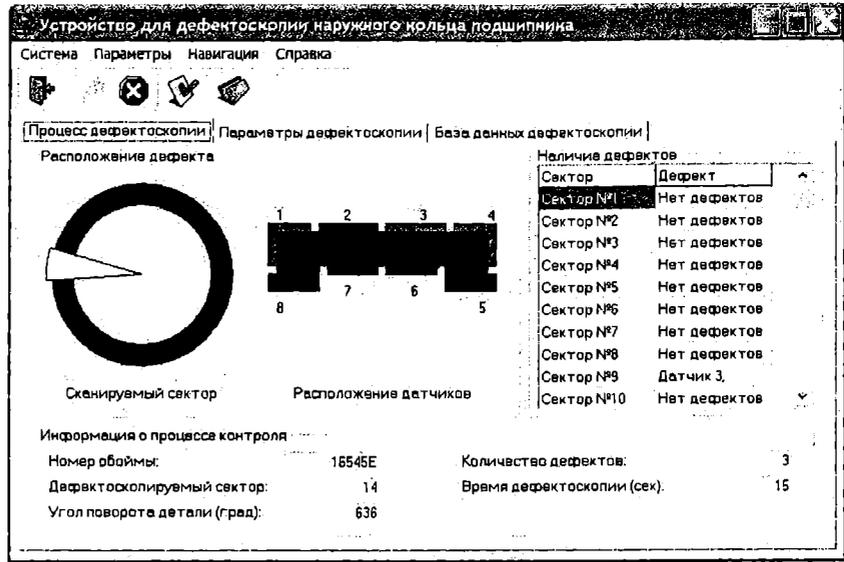


Рис. 1. Вкладка «Процесс дефектоскопирования»

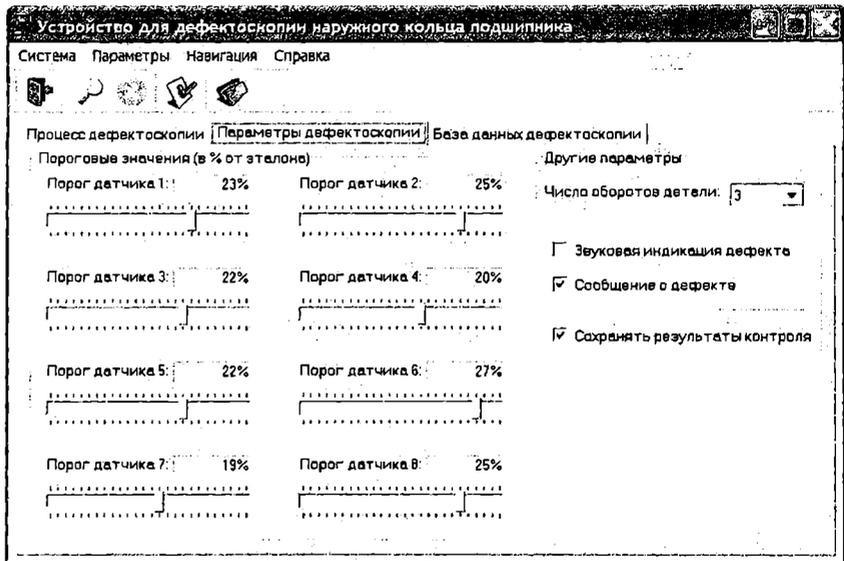


Рис. 2. Вкладка «Параметры дефектоскопирования»

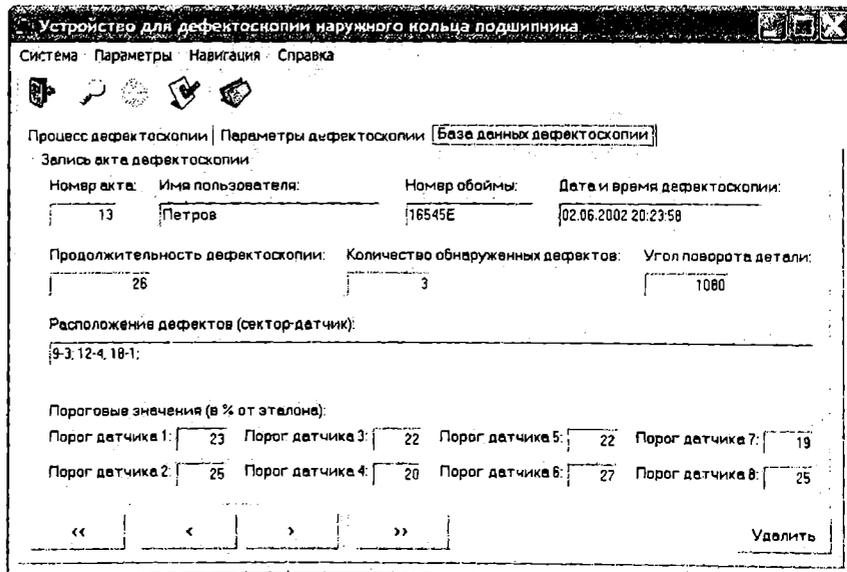


Рис. 3. Вкладка «База данных дефектоскопирования»

менее одного года), и могут быть извлечены по первому требованию пользователя. Минимальное время хранения данных, определено исходя из того, что наибольшее число отказов подшипников после ремонта приходится на первый год эксплуатации.

Согласно результатам проведенных эксплуатационных испытаний, внедрение ЭДП позволяет:

- уменьшить время, затрачиваемое на дефектоскопирование детали на 40%;
- увеличить надежность результатов контроля на 0,7%;
- организовать электронное документирование результатов неразрушающего контроля и оперативный доступ к имеющейся информации;
- сформировать с помощью базы данных образ неисправности обоймы подшипника, что поможет определить направление профилактических мероприятий.

Кроме этого, в дальнейшем намечается ряд экспериментов направленных на выявление корреляционной зависимости между сигналом вихретокового датчика и наработкой деталей подшипников. Опираясь на результаты этих экспериментов, планируется разработать систему электромагнитной дефектоскопии буксовых подшипников с возможностью прогнозирования остаточного ресурса.

## Литература

1. Петров В.А., Цюренко В.Н. Надежность роликовых подшипников в буксах вагонов, – М., Транспорт, 1982.
2. Головаш А.Н., Щапин Ю.С. Совершенствование технологии ремонта подшипников в вагонных и локомотивных депо: Сб. научн. трудов / ОмГУПС. Омск, 2000.
3. Макарин В.С. Средства неразрушающего контроля отливок. – М., Высш. школа, 1988.
4. Головаш А.Н., Катин М.В. Способ электроиндукционной дефектоскопии материалов. Патент РФ № 21 59425, МКИ G01N27/82.

**ГОЛОВАШ Анатолий Нойович**, начальник Центра внедрения новой техники и технологии «Транспорт» МПС РФ.

**МЕХЕДЬКО Сергей Анатольевич**, начальник отдела автоматизации.

**БАХТИН Владимир Поликарпович**, начальник отдела связи.

**ШУШАРИН Алексей Владимирович**, аспирант ОмГУПС.

## Книжная полка

Издательство «Бестселлер» в июне 2003 года выпустило книгу «Имитационное моделирование в среде GPSS» (Авторы: В. Томашевский и И. Жданова).

Книга восполняет дефицит литературы по данной тематике. Последним «союзным» многотиражным изданием была известная книга [Шрайбер Т. Дж. Моделирование на GPSS. - М.: Машиностроение, 1980].

Новая книга рассказывает о методах имитационного моделирования и его применения в науке, технологиях, бизнесе. Приведено описание языка GPSS и секретов его эффективного использования для моделирования сложных систем. Для преподавателей вузов книга будет интересна и большим количеством заданий для самоподготовки и курсовых проектов.

Познакомиться с книгой и сделать заказ со скидкой можно на сайте [www.sharebook.ru/gpss](http://www.sharebook.ru/gpss).

Об авторах:

**Томашевский Валентин Николаевич** – профессор Национального технического университета «Киевский политехнический институт» (НТУУ «КПИ»). Окончил в 1974 г. КПИ, защитил кандидатскую (1981 г.) и докторскую (1996 г.) диссертации в области имитационного моделирования. Разработчик интерактивных систем моделирования ИСИМ, ISS 2000, транслятора языка GPSS A95 для Windows, по имитационному моделированию ([www.simulation.org.ua](http://www.simulation.org.ua)). Автор более 50 научных работ в этой области, среди которых 4 учебных пособия. С 1974 г. занимается педагогической деятельностью; основные дисциплины «Моделирование систем», «Моделирование и прогнозирование бизнес-процессов», «Имитационные проекты».

**Жданова Елена Григорьевна** – доцент НТУУ «КПИ». Окончила в 1977 г. КПИ, защитила кандидатскую диссертацию в 1988 г. в области теории расписаний. Педагогической деятельностью занимается с 1984 г. Соавтор двух учебных пособий по имитационному моделированию.

**Выходные данные книги:** В. Томашевский, Е. Жданова. Имитационное моделирование в среде GPSS. Серия «Факультет». М.: Бестселлер, 2003. - 400 с. ISBN 5-98158-004-6

# РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И СВЯЗЬ

УДК 621.396.62

А. Б. НЕВОРОТОВ

Омский государственный  
технический университет

## АНАЛИЗ СХЕМ СВЯЗИ С НАГРУЗКОЙ В ПЕРЕСТРАИВАЕМОМ ФИЛЬТРЕ КВ-ДИАПАЗОНА

На данный момент остро стоит вопрос о снижении сложности, габаритов, стоимости перестраиваемых фильтров КВ-диапазона при неизменных технических характеристиках. В этой и последующих статьях будут рассмотрены принципы схемного преобразования перестраиваемых фильтров, позволяющих значительно оптимизировать его структуру.

Анализ схем связи с нагрузкой необходимо произвести с целью нахождения схемы, позволяющей получить изменение нагруженной добротности контура при перестройке в поддиапазоне (состоит из микрподдиапазонов) не более 10%. Это позволяет сохранить форму характеристики затухания перестраиваемого фильтра [2] и оптимизировать его схему.

### 1.1. Индуктивная связь

Вид индуктивной связи представлен на рис. 1.1. Для использования имеющихся данных (графики, таблицы) синтеза фильтров по рабочим параметрам проведем преобразование схемы (рис. 1.1) с выделением активной ( $R_{зкв}$ ) и реактивной ( $Y_{зкв}$ ) составляющих

$$Y = \frac{1}{R + \gamma \omega L_0} = \frac{R - \gamma \omega L_0}{R^2 + \omega^2 L_0^2} = \frac{R}{R^2 + \omega^2 L_0^2} - \gamma \frac{\omega L_0}{R^2 + \omega^2 L_0^2}, \quad (1.1)$$

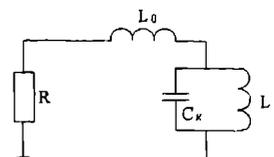


Рис. 1.1.

где  $R_{зкв} = \frac{R^2 + \omega^2 L_0^2}{R}$ ;  $Y_{зкв} = \frac{\omega L_0}{R^2 + \omega^2 L_0^2}$ ;  $R = 75 \text{ Ом}$  - сопротивление нагрузки.

В результате чего получим эквивалентную схему (рис. 1.2).

Как видно из (1.1),  $R_{зкв}$  является частнозависимой величиной. Как рассматривалось в предыдущих статьях, это одно из условий получения незначительного отклонения (10%) нагруженной добротности контура фильтра при перестройке по частоте. Далее запи-

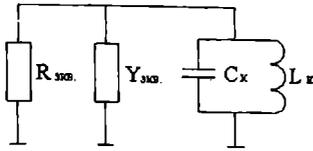


Рис 1.2.

шем уравнение проводимости контура с учетом (1.1)

$$Y_{\text{общ}} = \gamma \omega C_k - \frac{\gamma}{\omega L_k} + \gamma \frac{\omega L_0}{R^2 + \omega^2 L_0^2} \quad (1.2)$$

Так как при резонансе  $Y_{\text{общ}} = 0$ , то уравнение переходит к следующему виду:

$$\omega_0 C_k - \frac{1}{\omega_0 L_k} + \frac{\omega_0 L_0}{R^2 + \omega_0^2 L_0^2} = 0, \quad (1.3)$$

где  $\omega_0$  частота резонанса.

Для нахождения функции нагруженной добротности контура необходимо найти величину крутизны реактивной проводимости. На основании [1] она определяется как

$$B = \frac{\omega_0}{2} \frac{dY_{\text{общ}}}{d\omega} \Big|_{\omega=\omega_0} = \frac{\omega_0}{2} \left[ C_k + \frac{1}{\omega_0^2 L_k} + \frac{L_0 (R^2 + \omega_0^2 L_0^2) - \omega_0 L_0 \cdot 2\omega_0 L_0^2}{(1 + \omega_0^2 C_0^2 R^2)^2} \right] \quad (1.4)$$

Выражая емкость контура через индуктивность контура и индуктивность связи из (1.4), имеем

$$B = \frac{1}{\omega_0 L_k} + \frac{\omega_0^3 L_0^3}{(R^2 + \omega_0^2 L_0^2)^2} \quad (1.5)$$

Из [1] выражение наружной добротности для индуктивной связи

$$Q_n = \frac{B}{2G_{\text{экв}}} = \frac{R^2 + \omega_0^2 L_0^2}{2\omega_0 L_k R} + \frac{\omega_0^3 L_0^3}{2R(R^2 + \omega_0^2 L_0^2)}, \quad (1.6)$$

где  $G_{\text{экв}} = \frac{1}{R_{\text{экв}}}$ .

Для наглядности рассмотрим трехконтурный фильтр с Чебышевской характеристикой и пульсациями в полосе пропускания 0.5 дБ. При этом нагруженная добротность будет равна [1]

$$Q_{n1} = \frac{q_1}{2\Delta_{n.н.}} = \frac{1,5963}{2\pi \cdot 0,036} = 22,17 \quad (1.7)$$

Сделаем допущение, что величина  $Q_{n,11} = \frac{\omega_0^3 L_0^3}{2R(R^2 + \omega_0^2 L_0^2)}$

вносит незначительную долю в значение  $Q_n$ . Выражение (1.6) переходит к виду

$$Q_n \approx \frac{R^2 + \omega_0^2 L_0^2}{2\omega_0 L_k R} \quad (1.8)$$

Так как выражение (1.8) содержит много неизвестных, то поступим следующим образом:

а) зафиксируем величину  $Q_n$  на краю поддиапазона. В данном случае принимаем 22,17 (из (1.7));

б) зададимся величиной индуктивности контура в поддиапазоне. Тогда индуктивность связи из (1.8) равна

$$L_0 = \sqrt{\frac{(Q_{n1} - \frac{R}{2\omega_{01} L_k}) 2RL_k}{\omega_{01}}} \quad (1.9)$$

где  $\omega_{01}$  - резонансная частота первого положения (микрподдиапазона),  $\omega_{01} = 2 \cdot \pi \cdot 3,05445 \cdot 10^6$  Гц.

В итоге получаем семейство характеристик  $Q_n$ , зависящих от величины  $L_k$ . Итак, варьируя индуктивностью контура, попытаемся получить характеристику, которая не выходит за допуски. Для определенности необходимо ввести предел рассматриваемых значений  $L_k$ . Анализируя (1.9) можно сделать вывод,

что  $Q_{n1}$  должно быть больше  $\frac{R}{2\omega_{01} L_k}$ , а, следовательно,

$$L_k > \frac{R}{2\omega_{01} Q_{n1}} > \frac{75}{2\pi \cdot 3,05445 \cdot 10^6 \cdot 22,17} > 8,814 \cdot 10^{-8} \text{ Гн}.$$

Верхняя граница для  $L_k$  определяется из условий реализации и характера поведения функции нагруженной добротности. Для примера несколько значений  $L_k$

$$L_{k1} = 120 \text{ нГн};$$

$$L_{k2} = 133 \text{ нГн};$$

$$L_{k3} = 150 \text{ нГн};$$

$$L_{k4} = 200 \text{ нГн}.$$

Тогда на основании (1.9)

$$L_{01} = \sqrt{\frac{(22,17 - \frac{75}{(2\pi \cdot 3,05445 \cdot 10^6 \cdot 12 \cdot 10^{-7})}) \cdot 2 \cdot 75 \cdot 12 \cdot 10^{-7}}{2\pi \cdot 3,05445 \cdot 10^6}} = 2,35 \text{ мкГн};$$

$$L_{02} = 2,648 \text{ мкГн};$$

$$L_{03} = 2,928 \text{ мкГн};$$

$$L_{04} = 3,41 \text{ мкГн}.$$

Выбор ширины поддиапазона осуществляется исходя из следующих соображений:

1. Чем больше протяженность поддиапазона, тем лучше.

2. В рабочий диапазон должно укладываться целое число поддиапазонов.

3. Значения характеристики нагруженной добротности во всем поддиапазоне должны как можно меньше отклоняться от допустимого (10% порог).

Оптимальную ширину поддиапазона находим путем варьирования количества микрподдиапазонов, входящих в него, при оценке характера поведения функции  $Q_n$ . Длина микрподдиапазона берется аналогично как и при расчете количества поддиапазонов  $W = 0,035$ .

В результате анализа данных полученных при помощи программы MathCad 7.0, на рис. 1.3 а, б, в, представлены графики  $Q_n$  для поддиапазонов состоящих из 8, 16, 32 микрподдиапазонов.

Величина добавки ( $Q_{n,1}$ ) к  $Q_n$

$$Q_{n,1} = \frac{\omega_0^3 L_0^3}{2R(R^2 + \omega_0^2 L_0^2)} = \frac{(2\pi \cdot 3,05445 \cdot 10^6 \cdot 12 \cdot 10^{-7})^3}{2 \cdot 75 [75^2 + (2\pi \cdot 3,05445 \cdot 10^6 \cdot 12 \cdot 10^{-7})^2]} = 0,00019$$

Что составляет 0,000153% от  $Q_{n1}$ . То есть не рассматриваемая добавка к нагруженной добротности является незначительной.

## 2.1. Емкостная связь

Вид емкостной связи представлен на рис. 2.1. С учетом преобразования схемы, изложенного при рассмотрении индуктивной связи, имеем

$$Y = \frac{R\omega^2 C_0^2}{1 + \omega^2 C_0^2 R^2} + j \frac{\omega C_0}{1 + \omega^2 C_0^2 R^2} \quad (2.1)$$

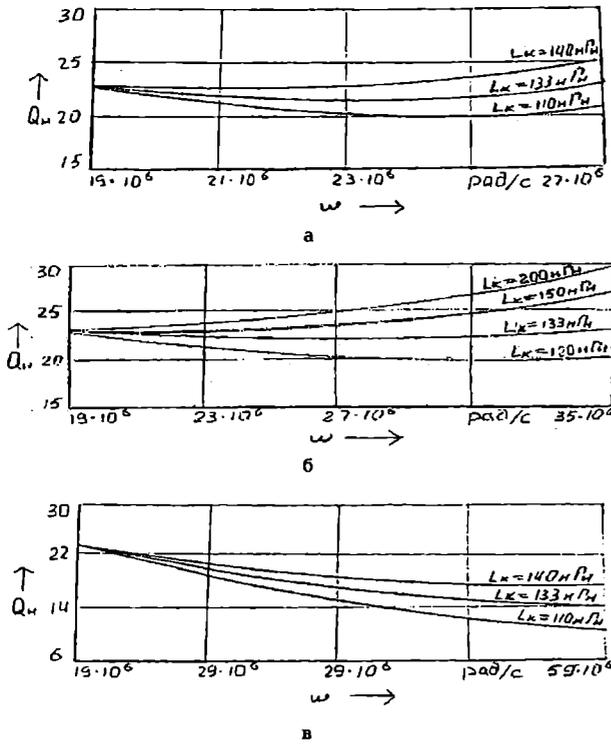


Рис. 1.3.

Активная составляющая

$$G_{\text{эвк.}} = \frac{1}{R_{\text{эвк.}}} = \frac{R\omega^2 C_0^2}{1 + \omega^2 C_0^2 R^2}. \quad (2.2)$$

Проводимость контура с учетом (2.2)

$$Y_{\text{общ.}} = j\omega C_k - \frac{j}{\omega L_k} + j \frac{\omega C_0}{1 + \omega^2 C_0^2 R^2}. \quad (2.3)$$

Уравнение для резонанса ( $Y_{\text{общ.}} = 0$ )

$$j\omega_0 C_k - \frac{1}{\omega_0 L_k} + \frac{\omega_0 C_0}{1 + \omega_0^2 C_0^2 R^2} = 0. \quad (2.4)$$

Крутизна реактивной проводимости

$$B = \frac{\omega_0}{2} \left[ C_k + \frac{1}{\omega_0^2 L_k} + \frac{C_0(1 + \omega_0^2 C_0^2 R^2) - 2\omega_0^2 C_0^2 R^2}{(1 + \omega_0^2 C_0^2 R^2)^2} \right]. \quad (2.5)$$

Проведя преобразования в (2.5) и выразив  $S_k$  из (2.4), имеем

$$B = \frac{1}{\omega_0 L_k} - \frac{\omega_0^3 C_0^3 R^3}{(1 + \omega_0^2 C_0^2 R^2)^2}. \quad (2.6)$$

Нагруженная добротность для емкостной связи

$$Q_n = \frac{1}{\omega_0 L_k} - \frac{(1 + \omega_0^2 C_0^2 R^2)}{2\omega_0^2 C_0 R} - \frac{\omega_0 C_0 R}{2(1 + \omega_0^2 C_0^2 R^2)}. \quad (2.7)$$

Выделяя из (2.7) величину добавки

$$Q_{n, \text{д.г.}} = \frac{\omega_0 C_0 R}{2(1 + \omega_0^2 C_0^2 R^2)}, \quad (2.8)$$

получаем

$$Q_n \approx \frac{R}{2\omega_0 L_k} + \frac{1}{2\omega_0^2 C_0^2 R L_k}. \quad (2.9)$$

Выразим из (2.9) емкость связи

$$C_0 = \frac{1}{\sqrt{\left(Q_{n1} - \frac{R}{2\omega_0 L_k}\right) \cdot 2\omega_0^3 R^2 L_k}}. \quad (2.10)$$

Анализируя (2.10) предел изменения  $L_k$

$$L_k > \frac{R}{2\omega_0 Q_{n1}}. \quad (2.11)$$

После постановки числовых значений в (2.11)

$$L_k > 8,44 \cdot 10^{-8} \text{ Гн.}$$

Для примера

$$L_k = 200 \text{ нГн;}$$

$$L_k = 270 \text{ нГн;}$$

$$L_k = 350 \text{ нГн.}$$

Тогда на основании (2.10)

$$C_{01} = 68 \text{ пФ;}$$

$$C_{02} = 54 \text{ пФ;}$$

$$C_{03} = 43 \text{ пФ.}$$

Исходя из (2.8), имеем  $Q_{n, \text{д.г.}} = 0,31$ . Графики  $Q_n$  представлены на рис. 2.2.

Анализируя рассмотренные схемы связи с нагрузкой можно сделать следующие заключения:

1. Характеристика нагруженной добротности с емкостным элементом связи имеет убывающий характер в анализируемом диапазоне частот. Получить незначительное отклонение в поддиапазоне, состоящем из 8, 16, 24 микроподдиапазонов, не представляется возможным.

2. Для индуктивной связи степень отклонения характеристики нагруженной добротности от постоянной величины определяют значения индуктивности контура ( $L_k$ ) и протяженности поддиапазона. При значении  $L_k = 133$  нГн и длине поддиапазона (16 положений) значение  $Q_n$  не выходит за 10% порог. Дальнейшее увеличение поддиапазона приводит к резкому отклонению  $Q_n$  от постоянной величины.

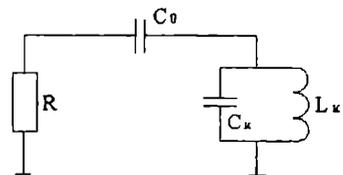


Рис. 2.1.

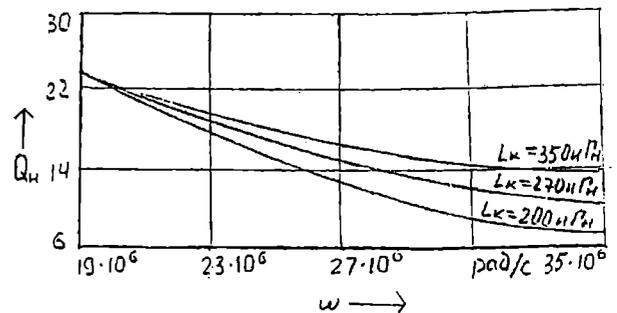


Рис. 2.2.

3. Применение индуктивного элемента связи позволяет осуществлять перестройку внутри поддиапазона при помощи емкости контура ( $L_k, L_0$  постоянны), а между поддиапазонами при помощи индуктивности. В результате происходит практически двукратное уменьшение элементов перестраиваемого фильтра.

В следующей статье будут проанализированы более сложные схемы связи с нагрузкой.

#### Литература

1. Маттей Д.Л., Янг Л., Джонс Е.М.Т. Фильтры СВЧ, согласующие цепи и цепи связи. Пер. с англ. Под ред. Л.В. Алексеева и Ф.В. Кушнира. — М.: Связь, 1971. — 441 с.
2. Знаменский А.Е., Попов Е.С. Перестраиваемые электрические фильтры. — М.: Связь, 1979. — 128 с.

**НЕВОРОТОВ Алексей Борисович**, аспирант кафедры средств связи.

УДК 621.373.5

**А. А. ГУБАРЕВ**

Омский государственный  
технический университет

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ КВАРЦЕВЫХ ГЕНЕРАТОРОВ В СХЕМОТЕХНИЧЕСКИХ САПР ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

В данной статье предложена эффективная техника моделирования кварцевых генераторов во временной области с использованием схемотехнических САПР общего назначения - PSpice, MicroCap и др. По сравнению с традиционным подходом к моделированию достигается снижение затрат машинного времени в 100 и более раз. Основной идеей является получение усредненных по первой гармонике параметров нелинейной активной части автоколебательной системы при помощи широко распространенных программ схемотехнического моделирования, с последующим анализом всей автоколебательной цепи аналитическими методами. Приведены подробные процедуры анализа одно и двухмодовых кварцевых генераторов с использованием программы MicroCap 6.

### Введение

Исходными данными для моделирования кварцевых генераторов (КГ) являются схема генератора и параметры моделей ее компонентов. Традиционно для анализа свойств КГ как численными, так и аналитическими методами используется полная модель КГ, полученная непосредственным объединением моделей компонентов в общую систему уравнений согласно топологии схемы. Нелинейный анализ такой модели во временной области сопряжен со значительными трудностями:

- Сложность аналитического представления полной модели КГ ограничивает эффективность аналитических методов только достаточно простыми схемами, даже не смотря на то, что приближения аналитических методов позволяют значительно снизить общий объем требуемых вычислений. Кроме того, проведение аналитического анализа требует высокой квалификации.

- САПР общего назначения (SPICE, Microcap), использующие стандартные методы численного интегрирования общих дифференциальных уравнений во временной области для решения этой задачи неэффективны по причине больших затрат машинного времени. Из-за высокой добротности резонатора анализ переходного процесса требует расчета десятков

тысяч периодов колебаний. Существуют специальные методы численного интегрирования многопериодных систем [1], ускоряющие вычисления, однако соответствующее программное обеспечение пока труднодоступно.

САПР общего назначения являются наиболее предпочтительной средой для моделирования КГ из-за своей распространенности, доступности, мощных вычислительных и графических возможностей. Поэтому задача поиска новых, более эффективных путей моделирования КГ с их использованием является актуальной. В той или иной мере этот вопрос затрагивается в работах [2-6].

### Методология

Предлагаемая техника моделирования основана на использовании принципов макро моделирования. Макромодель есть аппроксимация полной модели участка схемы. Она уже не отражает внутреннюю структуру схемы, а представляет собой совокупность отношений, связывающих только входные и выходные фазовые переменные. Замена полных моделей их макро моделями позволяет перейти на более высокий, макро модельный уровень моделирования, снизив размерность решаемых задач. При этом на разных уровнях моделирования могут использоваться разные

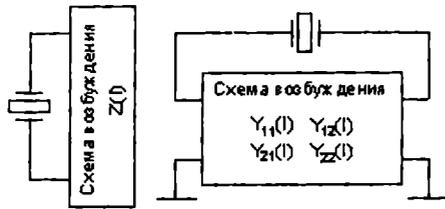


Рис. 1. Одно- и двухполюсное представление кварцевого автогенератора.

методы анализа, что в итоге может повысить общую эффективность моделирования. Кварцевый генератор тоже может быть описан не только на схемном уровне, но и на макромоделном.

В общем виде кварцевый генератор рассматривается в виде системы резонатор - схема возбуждения [7]. Существует две модели такой системы, описывающих происходящие в ней процессы – модель с положительной обратной связью, модель с отрицательным сопротивлением. Фактически модели отличаются представлением схемы возбуждения резонатора либо в виде четырехполюсника, либо в виде двухполюсника, рис. 1. Четырехполюсное представление схемы возбуждения описывается усредненными по первой гармонике комплексными коэффициентами передачи,  $Y$ ,  $S$  и т.д. параметрами, двухполюсное – усредненным комплексным сопротивлением  $Z$ .

Описание нелинейной схемы возбуждения резонатора, гармонически линеаризованными параметрами возможно на основании того факта, что, в силу высокой добротности резонатора, ток через него за период колебаний мало отличается от гармонического. Нелинейность схемы возбуждения проявляется в зависимости ее усредненных за период параметров от амплитуды колебаний.

Представление кварцевого генератора на рис. 1 можно рассматривать как его описание на макромоделном уровне, где элементарными единицами являются макромодел резонатора и схемы возбуждения. Использование этого уровня при анализе схемы только аналитическими или только численными методами не дает никаких преимуществ, поэтому традиционно анализ осуществляется по полной модели КГ на схемном уровне. Однако наличие двух уровней моделирования позволяет комбинировать численные и аналитические методы анализа (табл. 1).

Основным преимуществом комбинированного численно-аналитического анализа является значительное уменьшение времени моделирования по сравнению со стандартным численным анализом (на 2 порядка и более). Численные методы эффективно справляются с анализом схемы КГ без резонатора и расчетом параметров ее гармонически линеаризованной

макромодели. Параметры макромоделей схемы возбуждения уже сами по себе могут многое сказать о свойствах КГ. Например, рассчитав их зависимость от тока возбуждения резонатора можно сразу оценить условия возбуждения КГ при разных активностях резонатора. Кроме того, значительно сокращается объем вычислений, требуемых для расчета переходных процессов, т.к. приближения аналитических методов позволяют понизить порядок ОДУ, описывающих КГ на макромоделном уровне.

Процесс моделирования КГ может быть полностью автоматизирован. На макромоделном уровне в виде одной и той же схемы представлены кварцевые генераторы любой конфигурации, содержащие произвольные пассивные и активные элементы. Это означает, что уравнения, полученные аналитическими методами для системы резонатор – схема возбуждения можно применять для любых КГ.

Представленный подход к моделированию имеет ряд ограничений, связанных со следующими допущениями:

1. Резонатор имеет высокую добротность.
2. По сравнению с резонатором, остальная часть схемы кварцевого генератора широкополосная (не содержит высокодобротных элементов).
3. Схема автогенератора не содержит цепочек с большой постоянной времени, влияющих на режим по переменному току. В противном случае необходимо увеличивать время расчета параметров макромоделей схемы возбуждения в программах моделирования из-за длительного установления переходных процессов. В некоторых случаях увеличение времени расчетов становится неприемлемым.

#### Схема одномодового кварцевого генератора на макромоделном уровне

Вид макромоделей схемы возбуждения резонатора зависит от:

1. задачи моделирования, т.е. от того, какие характеристики полной модели КГ требуется изучить. Например, если необходимо изучить влияние вариации параметра какого-либо компонента схемы, параметры макромоделей должны иметь функциональную зависимость от параметра этого компонента;
2. выбора модели системы резонатор – схема возбуждения.

По нашему мнению наиболее экономичной является модель, где схема возбуждения представлена двухполюсником, характеризующимся нелинейным комплексным сопротивлением.

В двухполюсном представлении, по сравнению с четырехполюсным:

1. упрощается процедура расчета параметров макромоделей;

Двухуровневое моделирование кварцевого генератора

Таблица 1

Уровень моделирования	Среда моделирования	Входные данные	Выходные данные	Математический аппарат	
				Модели	Методы анализа
1 Схемный	Схемотехнические САПР общего назначения (SPICE, MicroCAP)	Параметры элементов схемы	Параметры макромоделей схемы возбуждения	Физические (SPICE) модели компонентов	Численные методы решения ДУ
2 Макро-моделный (Системный)	Математическое программное обеспечение (MathCAD)	Параметры макромоделей резонатора и схемы возбуждения	Основные параметры КГ. (условия самовозбуждения, параметры стационарного режима, переходные процессы).	Модели системы резонатор – схема возбуждения.	Приближенные аналитические методы анализа нелинейных колебл. систем. Численные методы решения ДУ.

2. макромодель характеризуется только одним нелинейным комплексным параметром  $Z$  вместо четырех  $Y$  или  $S$  параметров;

3. расчетные соотношения, полученные при аналитическом анализе, проще и их форма более "интуитивна".

Использование двухполосной модели позволяет рассматривать КГ в виде следующей эквивалентной схемы (см. рис. 2).

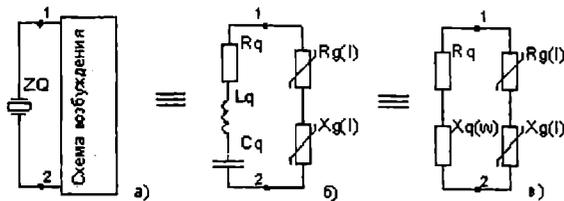


Рис. 2. Схема одномодового кварцевого генератора на макромоделном уровне.

Здесь  $R_q$ ,  $L_q$ ,  $C_q$  — параметры эквивалентной схемы (макромодели) резонатора. Макромодель схемы возбуждения представлена двухполосником в виде гармонически линеаризованного нелинейного резистора. При этом нелинейность резистора характеризуется нелинейной функциональной зависимостью его эффективного (усредненного за период колебаний) сопротивления от амплитуды тока резонатора.  $R_g(I)$ ,  $X_g(I)$  — соответственно активная и реактивная составляющие этого нелинейного сопротивления. Активная составляющая комплексного сопротивления двухполосника отрицательна, за счет чего происходит компенсирование энергетических потерь в резонаторе и поддержание колебаний. Для удобства можно использовать эквивалентное представление рис. 2в, где  $X_q(w)$  — зависимое от частоты реактивное сопротивление резонатора.

В схеме рис. 2 используются следующие допущения:

1. резонатор описывается линейной схемой замещения в виде последовательного колебательного контура. Статическая емкость резонатора считается элементом схемы возбуждения и учитывается в параметрах ее макромодели;

2. относительно резонатора схема возбуждения является широкополосной. Поэтому сопротивление двухполосника, замещающего схему возбуждения, в диапазоне возможных частот расстройки считается постоянным (не зависимым от частоты) [6].

Анализ КГ на уровне схемы (рис. 2в) позволяет рассчитать следующие параметры КГ:

1. Условия самовозбуждения. Задаются неравенством [7]:

$$R_q + R_g(0) < 0, \quad (1)$$

где  $R_g(0)$  — активное сопротивление схемы возбуждения при нулевом токе резонатора. Граница области самовозбуждения определяется максимальным сопротивлением резонатора, при котором автогенератор способен самовозбуждаться и находится из равенства  $R_q + R_g(0) = 0$ .

2. Параметры стационарного режима. Амплитуда и частота колебаний определяются из условий баланса амплитуд и фаз [7]:

$$R_q + R_g(I) = 0 \quad (2)$$

$$X_q(w) + X_g(I) = 0 \quad (3)$$

Уравнение (2) определяет величину тока резонатора в стационарном режиме. На основе (3) рассчитывается частота колебаний и частотная расстройка. Расчет других параметров (напряжений в узлах схемы, выходной мощности и др.) производится в программах моделирования в режиме transient (расчет переходных процессов) при замене резонатора эквивалентным источником гармонического тока с параметрами, соответствующими стационарному режиму.

3. Переходные процессы установления амплитуды и частоты колебаний в резонаторе. Расчет переходных процессов производится путем решения нелинейного дифференциального уравнения, которое для эквивалентной схемы (рис. 2в) имеет следующий вид:

$$\frac{d^2 i}{dt^2} - w_q \cdot \frac{1}{Q} \cdot \left( \frac{-R_g(I)}{R_q} - 1 \right) \frac{di}{dt} + w_q^2 \cdot \left( \frac{X_g(I)}{X_q(w_q)} + 1 \right) i = 0, \quad (4)$$

где  $Q$  — добротность резонатора,  $w_q^2 = \frac{1}{L_q \cdot C_q}$ .

Укороченные дифференциальные уравнения для амплитуды и фазы колебаний получены методом медленно меняющихся амплитуд [3] и записываются в виде:

$$\frac{di}{dt} = \frac{i \cdot w_q}{2 \cdot Q} \cdot \left( \frac{-R_g(I)}{R_q} - 1 \right), \quad (5)$$

$$\frac{d\phi}{dt} = \frac{w_q}{2} \cdot \frac{X_g(I)}{X_q(w_q)} = \frac{w_q \cdot X_g(I)}{2 \cdot Q \cdot R_q}. \quad (6)$$

В [5] эти же уравнения выведены энергетическим методом.

Решения уравнений (5) и (6) могут быть получены с помощью любого математического пакета, например Mathcad. Уравнение (5) определяет переходный процесс установления амплитуды, а уравнение (6) — переходный процесс установления частоты колебаний в резонаторе.

4. Параметрическая чувствительность. Определяется на основе расчета функциональной зависимости значений параметров макромодели схемы возбуждения от номиналов элементов ее полной (схемной) модели.

Этот список можно продолжить в зависимости от конкретной задачи.

#### Схема двухмодового кварцевого генератора на макромоделном уровне

Приближения, используемые при анализе одномодового КГ можно применить и для анализа двухмодового КГ. Т.к. добротность мод резонатора достаточно велика, по каждой моде на одном периоде колебаний является практически гармоническим. Поэтому схему возбуждения резонатора можно рассматривать в виде двухполосника, находящегося под воздействием одновременно двух гармонических сигналов. По каждому из этих сигналов нелинейный двухполосник может быть характеризован гармонически линеаризованными параметрами. В этом случае, однако, необходимо учитывать, что колебания обеих мод взаимодействуют на нелинейности двухполосника, и их нельзя рассматривать независимо. Взаимодействие мод в схеме возбуждения можно учесть, если представить гармонически линеаризованные параметры двухполосника по

каждой моде колебаний в виде функций двух переменных — функций от амплитуды обоих колебаний. В двухмодовом режиме макромодель схемы возбуждения резонатора в виде двухполюсника будет описываться зависимостями:  $Rg_k(I_1, I_2)$ ,  $Xg_k(I_1, I_2)$ ,  $k = 1..2$ , где  $k$  — номер моды колебаний.

Если взаимодействие между модами в резонаторе не учитывать (это допустимо при малых уровнях возбуждения при условии, что частота одной моды не попадает в полосу другой) и представить двухмодовый резонатор на каждой моде колебаний линейной схемой замещения, то двухмодовый КГ можно представить в виде следующей эквивалентной схемы (рис.3) [5].

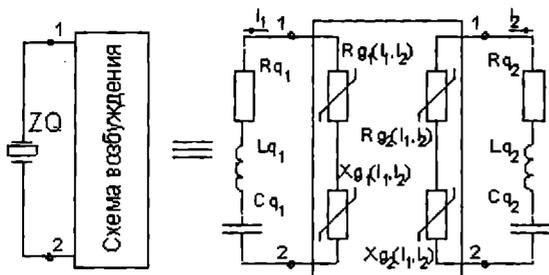


Рис. 3. Схема двухмодового кварцевого генератора на макромодельном уровне.

Поведение двухмодового КГ рис.3 описывается системой из двух нелинейных дифференциальных уравнений, каждое из которых аналогично полученному для схемы рис.2. Поэтому анализ проводится аналогичным образом. Например, укороченные дифференциальные уравнения для амплитуды колебаний двухмодового КГ имеют вид [5]:

$$\frac{dI_k}{dt} = \frac{I \cdot w_{qk}}{2 \cdot Q_k} \left( \frac{-Rg_k(I_1, I_2)}{Rq_k} - 1 \right), \quad k = 1..2. \quad (7)$$

**Процедура моделирования кварцевого генератора**

Процедура моделирования кварцевого генератора приведена на рис. 4. При моделировании используется двухполюсная макромодель схемы возбуждения

резонатора. Рассмотрим подробнее отдельные элементы этой процедуры на примере кварцевого генератора по схеме Колпитца.

Исходными данными являются схема кварцевого генератора и параметры резонатора. На первом этапе моделирования рассчитываются параметры макромодели схемы возбуждения резонатора. Расчеты производятся в среде программы MicroCAP6.

Напомним, что в двухполюсном представлении схема генератора относительно клемм резонатора (схема возбуждения) характеризуется комплексным сопротивлением, усредненным по первой гармонике. Основанием для этого служит тот факт, что при высокой добротности резонатора ток через него на одном периоде колебаний можно считать гармоническим. Целью расчета является получение нелинейной зависимости усредненного входного сопротивления схемы возбуждения от амплитуды тока резонатора.

Анализируемая схема и параметры моделей ее компонентов в том виде, как они выглядят в программе Microсарб, приведены в таблице 2. Ток резонатора задается гармоническим источником тока, частота которого совпадает с резонансной частотой резонатора (10МГц).

Расчет производится в режиме "transient". В этом режиме необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1. Ввести выражения для координатных осей. По оси X откладывается величина тока в миллиамперах ( $I1 \cdot 1k$ ), а по осям Y следующие выражения (на языке программы Microсарб):

Для расчета реальной части сопротивления схемы возбуждения  $Rg(I)$ :

$$T = TMAX \cdot 2 \cdot f0 \cdot SD((T >= (TMAX - 5/f0)) \cdot v(In) \cdot \sin(2 \cdot pi \cdot f0 \cdot T)) / 11 / 5$$

Для расчета мнимой части сопротивления схемы возбуждения  $Xg(I)$ :

$$(T = TMAX) \cdot 2 \cdot f0 \cdot SD((T >= (TMAX - 5/f0)) \cdot v(In) \cdot \cos(2 \cdot pi \cdot f0 \cdot T)) / 11 / 5$$

Для выделения первой гармоники напряжения на входе схемы возбуждения здесь используется преобразование Фурье. Множитель  $(T >= (TMAX - 5/f0))$  не-

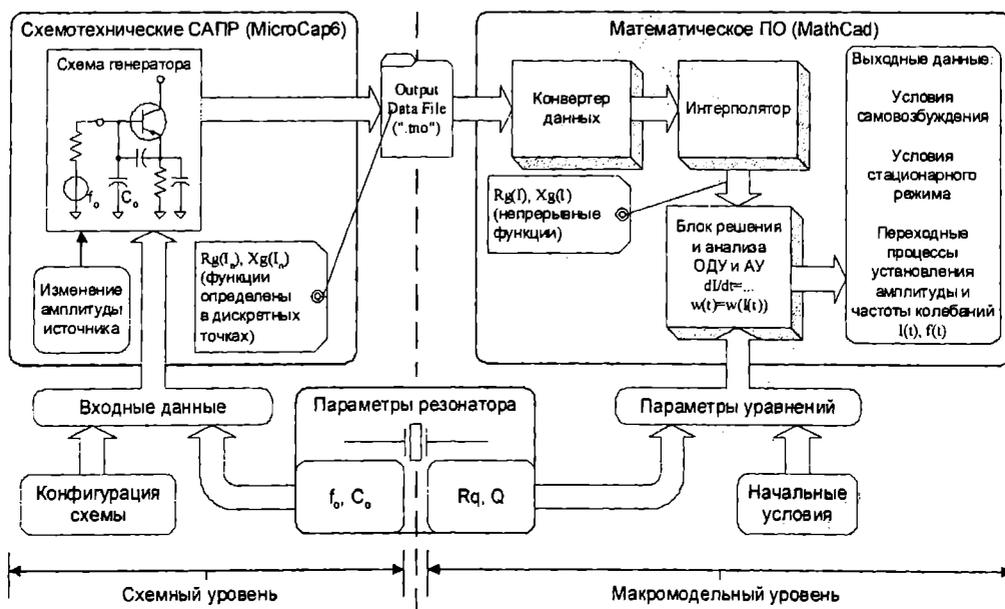


Рис. 4. Процедура моделирования кварцевого генератора.

Схема генератора (графическое окно)	Параметры моделей компонентов (текстовое окно)
	<pre> .DEFINE f0 10meg .DEFINE I1 100u .MODEL BFR93 NPN (IS = 4.499E-16 BF = 100 NF = 0.9861 + VAF = 36 IKF = 3 ISE = 7.014E-14 NE = 1.955 BR = 11.95 + NR = 0.985 VAR = 2.8 IKR = 0.02 ISC = 9.97E-16 NC = 1.1 + RB = 10 IRB = 1E-05 RBM = 10 RE = 0.48 RC = 4 XTB = 0 + EG = 1.11 XTI = 3 CJE = 1.72E-12 VJE = 0.88 MJE = 0.37 + CJC = 1.2E-12 VJC = 0.553 MJC = 0.297 XCJC = 0.25 + TF = 1.6E-11 XTF = 500 VTF = 0.9 ITF = 0.9 PTF = 49 + TR = 1E-09 FC = 0.9 )                     </pre>

обходим, чтобы интегрирование проводилось только на последних пяти периодах колебаний. Тем самым пропускается начальный интервал времени, на котором идет установление переходных процессов. Использовать интервал интегрирования менее чем пять периодов нежелательно из-за роста ошибки вычислений. Множитель (T = TMAX) выделяет для отображения результат в конце интервала интегрирования. Функция SD(f(t)) вычисляет интеграл f(t) на интервале времени анализа.

2. Установить интервал времени анализа ("Time range"), равный целому числу периодов частоты резонатора и достаточно большой для того, чтобы все переходные процессы установления амплитуды колебаний можно было считать закончившимися (5u).

3. Установить значение параметра Maximum time step так, чтобы на период частоты резонатора приходилось не менее 100 шагов интегрирования для обеспечения достаточной точности вычислений (1n).

4. Включить режим записи результатов анализа в текстовый файл и задать параметр "number of point" равным 1.

5. Установить режим отображения графиков "next data point"

6. Выбрать тип начальных условий равным "Leave".

7. Настроить режим "Stepping": установить начальное значение, конечное значение и шаг амплитуды источника сигнала (100u, 5m, 100u).

8. Запустить расчет переходного процесса.

Использование начальных условий типа "Leave" позволяет ускорить установление переходных процессов при изменении амплитуды источника сигнала от одного значения к другому и уменьшить интервал времени анализа "time range". При этом уменьшение time range может негативно сказаться на точности расчета сопротивления схемы возбуждения, при начальном значении амплитуды источника сигнала. Решением этой проблемы является предварительный расчет рабочей точки, соответствующей начальному значению амплитуды источника сигнала в режиме "operating point only".

Результаты расчета сопротивления схемы возбуждения приведены на рис. 5. Время расчета на компьютере с тактовой частотой процессора 800МГц не превышает 20сек.

Полученные функциональные зависимости рис. 5 полностью характеризуют схему возбуждения резонатора в двухполюсном представлении на частоте резонанса кварца. В табличной форме они автоматически заносятся в файл с расширением TNO. Данный файл представляет собой табличную макромодель схемы возбуждения резонатора и используется при анализе автогенератора на макромодельном уровне по

формулам (1) - (6). Чтобы использовать формулы (1) - (6), необходимо перевести табличные функциональные зависимости сопротивления схемы возбуждения в непрерывные. Достаточным эффективным в этом случае является использование сплайновой интерполяции. Интерполяцию и дальнейшие расчеты удобно проводить в среде математических пакетов, например в Mathcad.

Кроме полезной информации в файл с расширением TNO программа Microsopar записывает разного рода дополнительные данные, и перед обработкой данных ее необходимо отфильтровать.

Макромодель схемы возбуждения может быть более сложной. Например, она может учитывать температурные эффекты, когда сопротивление схемы возбуждения является функцией не только амплитуды сигнала, но зависит еще от температуры. Расчет параметров такой макромодели проводится по приведенной методике с использованием многопараметрического степпинга.

Анализ двухмодовых кварцевых генераторов производится по аналогичной процедуре. Двухчастотное гармоническое воздействие задается двумя источниками тока. Частоты источников должны соответствовать частотам мод резонатора. Изменение амплитуды колебаний источников производится посредством

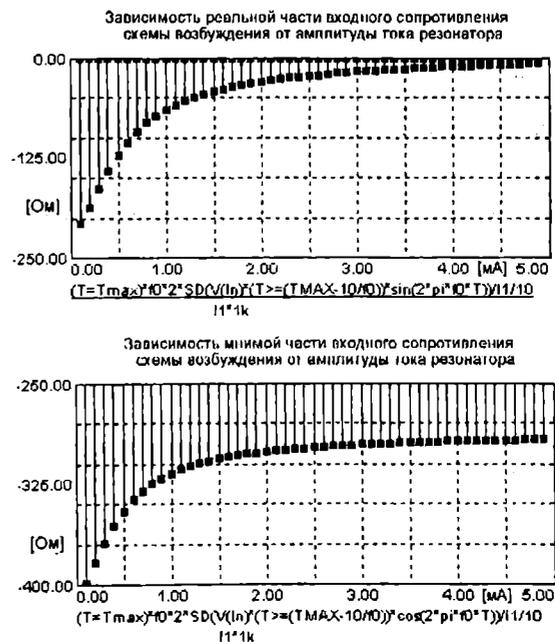


Рис. 5. Результаты расчета входного сопротивления схемы возбуждения в программе MicroCAP6.

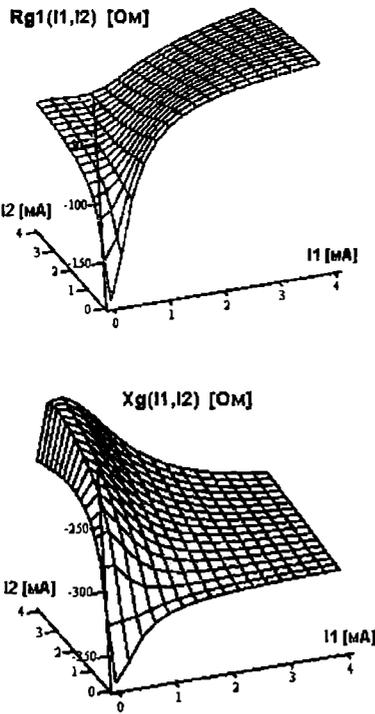


Рис. 6. Двумерные зависимости сопротивления схемы возбуждения от амплитуд токов мод резонатора.

многопараметрического степпинга. Пример полученных двумерных зависимостей сопротивления схемы возбуждения от амплитуд токов мод приведен на рис. 6. Здесь  $I_1$  — ток возбуждения резонатора по моде С (10 МГц),  $I_2$  — ток возбуждения резонатора по моде В (11 МГц).

Автором написана программа на языке Mathcad, которая позволяет полностью автоматизировать процесс моделирования кварцевых генераторов, начиная от чтения данных из программы MicroCAP и заканчивая визуализацией результатов анализа.

**Использование схемотехнических САПР для анализа устойчивости двухмодового возбуждения**

Одной из основных проблем проектирования двухмодовых КГ является обеспечение устойчивости двухмодового возбуждения в широком диапазоне температур. Даже небольшое изменение активности резонатора часто приводит к тому, что более сильное колебание полностью подавляет более слабое. Традиционно исследование устойчивости двухмодового режима КГ производится путем физического моделирования из-за трудностей, связанных с математических моделированием КГ.

Восполнить этот пробел может анализ на основе вышеприведенной методики. Условия устойчивости стационарного режима КГ при двухчастотном возбуждении можно найти, проанализировав решения (7) на устойчивость по Ляпунову. Ранее данный анализ был проведен в [4], где были получены условия устойчивости для состояния равновесия, характеризуемого на фазовой плоскости особой точкой типа устойчивый узел. Дополним анализ до общего случая состояния равновесия (особая точка может быть как устойчивым узлом, так и устойчивым фокусом). Разделим одно уравнение на другое, чтобы избавиться от переменной dt:

$$\frac{dI_1}{dI_2} = \frac{I_1 \cdot (Rg_1(I_1, I_2) + Rq_1) \cdot Rq_2 \cdot Q_2 \cdot w_{q_1}}{I_2 \cdot (Rg_2(I_1, I_2) + Rq_2) \cdot Rq_1 \cdot Q_1 \cdot w_{q_2}} \quad (8)$$

Решением системы (7) будут особые точки уравнения (8), т.е. те точки, в которых числитель и знаменатель одновременно обращаются в ноль.

Введем переменные  $\Delta I_1$  и  $\Delta I_2$ , определив их как отклонения относительно положения равновесия. Из уравнения (8), используя разложение в ряд Тейлора и отбрасывая нелинейные члены, получим уравнение первого приближения [4]:

$$\frac{d\Delta I_1}{d\Delta I_2} = \frac{I_1 \cdot Rq_2 \cdot Q_2 \cdot w_{q_1} \cdot \frac{\partial Rg_1}{\partial I_1} \cdot \Delta I_1 + \frac{\partial Rg_1}{\partial I_2} \cdot \Delta I_2}{I_2 \cdot Rq_1 \cdot Q_1 \cdot w_{q_2} \cdot \frac{\partial Rg_2}{\partial I_1} \cdot \Delta I_1 + \frac{\partial Rg_2}{\partial I_2} \cdot \Delta I_2} \quad (9)$$

Здесь и далее подразумевается, что  $Rg_1$  и  $Rg_2$  являются двумерными функциями от амплитуд токов резонатора ( $Rg_k(I_1, I_2)$ ).

Для того, чтобы решение в особой точке любого типа было устойчивым необходимо и достаточно, чтобы корни составленного для уравнения (9) характеристического уравнения были отрицательными [8]. В итоге условия устойчивости записываются в следующем виде:

$$\frac{\partial Rg_1}{\partial I_1} + \frac{\partial Rg_2}{\partial I_2} > 0, \quad \frac{\partial Rg_1}{\partial I_1} \cdot \frac{\partial Rg_2}{\partial I_2} - \frac{\partial Rg_1}{\partial I_2} \cdot \frac{\partial Rg_2}{\partial I_1} > 0 \quad (10)$$

Как видно из этих условий, устойчивость двухмодового возбуждения кварцевого генератора зависит от характера нелинейности схемы возбуждения.

Параметры схемы возбуждения резонатора ( $Rg_k(I_1, I_2), k=1..2$ ) рассчитываются с помощью схемотехнических САПР по приведенной выше методике. Анализ параметров макромодели схемы возбуждения с использованием условий устойчивости (10) позволяет определить:

1. область динамических сопротивлений резонатора по каждой моде колебаний, для которой возможно его двухчастотное возбуждения данной схемой кварцевого генератора;
2. для конкретного резонатора — область отклонений динамического сопротивления резонатора по каждой моде колебаний, для которой сохраняется двухчастотное возбуждение;
3. факторы, стимулирующие и ухудшающие условия совместной генерации колебаний.

График области устойчивого двухмодового возбуждения автогенератора по схеме двухмодовой емкостной трехточки в координатах сопротивлений мод резонатора приведен на рис. 7.

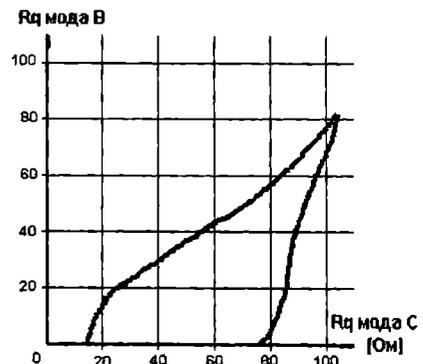


Рис. 7. Область устойчивого двухмодового возбуждения кварцевого генератора по схеме двухмодовой емкостной трехточки в диапазоне значений сопротивлений мод резонатора.

## Экспериментальная верификация

Любая схема возбуждения резонатора, независимо от ее сложности, сводится к простому двухполюсному представлению, характеризуемому комплексным сопротивлением. В Функциональной зависимости сопротивления эквивалентного двухполюсника комплексно могут быть отражены любые характеристики схемы возбуждения. Например температурные свойства  $Rg(I, T)$ , влияние вариации напряжения питания  $Rg(I, V_{cc})$  и т.д. От точности расчета этой зависимости напрямую зависит точность расчета всех параметров автогенератора.

Для измерения входного сопротивления генератора была собрана схема, приведенная на рис. 8.

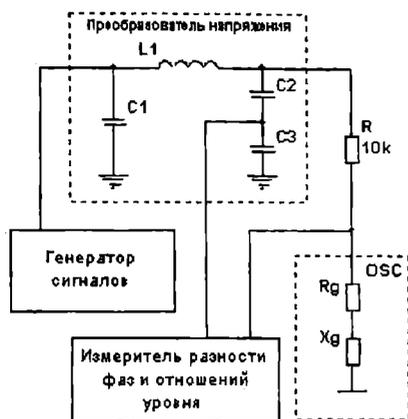


Рис. 8. Схема измерения комплексного входного сопротивления.

Для создания режима, приближенного к источнику тока, использовался П-образный колебательный контур (элементы L1, C1, C2, C3), нагруженный на высокоомный резистор R. Напряжение с выхода контура подавалось на первый вход измерителя напряжений и разности фаз (ИНРФ), а напряжение со входа схемы возбуждения подавалось на второй его вход. Емкостной делитель (элементы C2, C3) необходим для ограничения напряжения, подаваемого на первый вход ИНРФ. Прибор измеряет амплитуды напряжений на своих входах ( $U_1$  и  $U_2$ ), и разность фаз сигналов  $\varphi$  между входами 1 и 2. Измерения производятся на первой гармонике входных сигналов. Реальную и мнимую часть линейризованного входного сопротивления при таких условиях можно определить по формулам:

$$\begin{cases} Rg = \frac{R \cdot k \cdot (\cos \varphi - k)}{1 - 2 \cdot k \cdot \cos \varphi + k^2} \\ Xg = \frac{R \cdot k \cdot \sin \varphi}{1 - 2 \cdot k \cdot \cos \varphi + k^2} \end{cases} \quad (11)$$

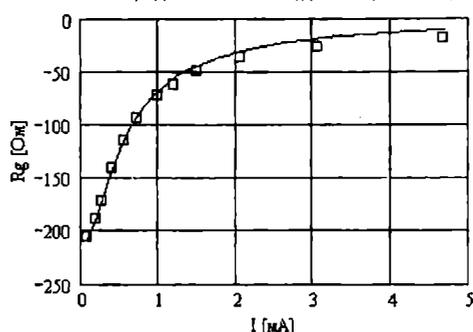
где  $k$  — отношение уровней первых гармоник напряжений  $U_1$  и  $U_2$ :  $k = |U_1/U_2|$ .

Результаты измерений для активной и реактивной частей входного сопротивления кварцевого генератора по схеме Колитца вместе с результатами моделирования в программе MicroCAP приведены на рис. 9.

На этом рисунке непрерывной линией обозначены результаты моделирования в программе MicroCAP6. Квадратиками показаны экспериментальные данные. Видно, что результаты экспериментов очень хорошо соответствуют вычисленным значениям.

Точность расчета параметров автогенератора зависит от еще одного фактора — точности модели резонатора. Резонатор является сложной нелинейной системой. Замещение его линейной моделью дает хо-

Зависимость реальной части входного сопротивления схемы возбуждения от амплитуды тока резонатора



Зависимость мнимой части входного сопротивления схемы возбуждения от амплитуды тока резонатора

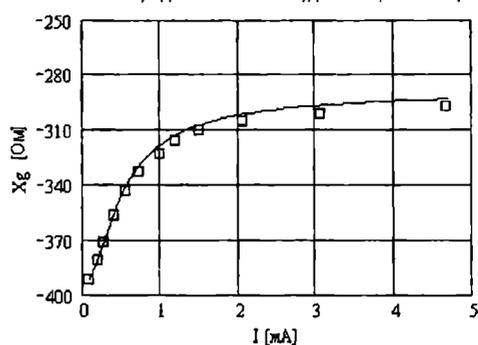


Рис. 9.

рошее соответствие только в некоторых случаях. Например, в случае использования резонатора SC среза со слабо выраженным амплитудно-частотным эффектом. При использовании резонатора AT среза в модели резонатора необходимо учитывать изменение резонансной частоты от мощности возбуждения. Учесть нелинейность резонатора можно путем аппроксимации экспериментальных характеристик.

В экспериментах использовался резонатор со следующими параметрами:

Срез	Номер гармоники	f, МГц	Добротность Q	Rq, Ом
SC	1	10	294000	9.5

Вычисленный и экспериментальный относительный сдвиг частоты в зависимости от изменения сопротивления эмиттера для схемы табл. 2 приведен на рис. 10. На рис. 11 приведен вычисленный и экспериментальный относительный сдвиг частоты при изменении напряжения питания.

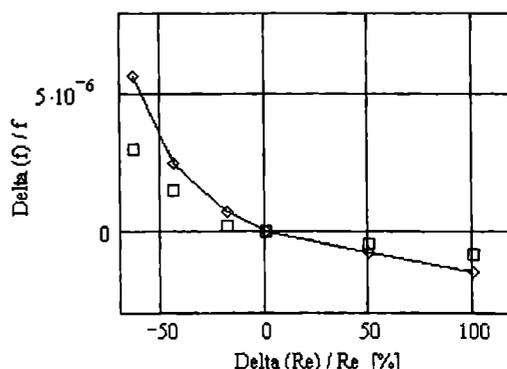


Рис. 10. Вычисленный и экспериментальный относительный сдвиг частоты в зависимости от изменения сопротивления эмиттера.

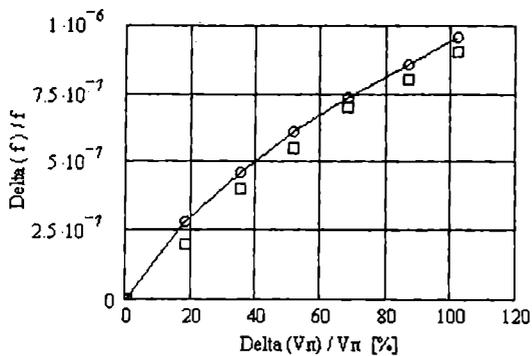


Рис. 11. Вычисленный и экспериментальный относительный сдвиг частоты в зависимости от изменения напряжения питания.

Экспериментальные результаты показывают, что во всех случаях значение и порядок величины относительного изменения частоты предсказывается достаточно точно.

### Заключение

1. Использование двух уровней моделирования КГ позволяет комбинировать численные методы анализа с аналитическими методами. Тем самым повышается общая эффективность моделирования. Численные методы позволяют свести схему КГ большой размерности к ее эквивалентному представлению малой размерности (макромодели), удобной для анализа аналитическими методами. Аналитические методы анализа, используя асимптотические приближения, позволяют значительно сократить объем требуемых вычислений и уменьшить время моделирования в 100 и более раз.

2. Вышеприведенная техника обладает высокой точностью моделирования одномодовых генераторов,

а в случае двухмодового режима дает достоверные результаты как минимум на качественном уровне [5].

3. Для дальнейшего увеличения точности вычислений необходимо учитывать зависимость параметров резонатора от уровня возбуждения.

### Литература

1. Норенков И.П., Евстифеев Ю.А. Метод ВИМС и его использование для моделирования процессов в кварцевых генераторах. // Радиотехника. – 1989. – №7. – С. 93-96.
2. Gubarev A., Kosykh A., Zavjalov S., Lepetaev A.. Spice simulation of high-q crystal oscillators. Single and dual-mode application. // Proc. of the 2003 Joint Meeting EFTF – IEEE IFCS.
3. Губарев А.А. Моделирование динамических процессов в кварцевых генераторах. // Динамика систем, механизмов, машин. Мат. IV Междунар. науч.-техн. конф. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2002. – Кн. 1. – С. 281-284.
4. Лепетаев А.Н., Завьялов С.А., Косых А.В. Новый метод компьютерного анализа двухмодовых генераторов // Волновая электроника и ее применения: Мат. междунар. форума. – Санкт-Петербург, 2000. – С. 45-49.
5. Kosykh A.V., Lepetaev A.N., Zavjalov S.A. Investigation of dual-mode excitation of crystal oscillator. // Proc. of 1999 Joint Meeting EFTF – IEEE IFCS, pp. 1154-1157.
6. Goldberg J. A simple way of characterizing high Q oscillators. // Proc. of 42<sup>nd</sup> AFCS IEEE, pp. 304-326, - 1988.
7. Parzen B., Ballato A. Design of crystal and other harmonic oscillators. - Wiley Intersciences, 1983.
8. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. – М.: Наука, 1981. – 568 с.

ГУБАРЕВ Алексей Александрович, аспирант кафедры "Радиотехнические устройства и системы диагностики".

УДК 536.331

**В. А. МАЙСТРЕНКО  
А. И. ЕЛЕЦКИЙ  
В. В. ДЕНИСОВ**

Омский государственный  
технический университет

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО СВЧ НАГРЕВА

Дана оценка принципиальной возможности дистанционного нагрева полями СВЧ. Рассмотрен способ передачи энергии потоком электромагнитных волн, когда объект нагрева и источник энергии пространственно разнесены и соединены достаточно длинным участком волновода с потерями.

Обычно при использовании СВЧ нагрева выход генератора СВЧ или непосредственно связан с нагревательной камерой, или между ними имеется короткий волновод, потерями энергии в котором можно пренебречь.

В данной статье оценивается возможность СВЧ нагрева, когда по конструктивным, технологическим или иным соображениям объект нагрева и источник энергии пространственно разнесены и соединены достаточно длинным волноводом.

Анализ проводится применительно к решению важной и актуальной на сегодня задачи СВЧ нагрева запарафиненных труб нефтяных скважин, но результаты могут использоваться и для других применений дистанционного нагрева с помощью СВЧ.

Идея использования мощных потоков электромагнитной энергии СВЧ диапазона при разработке полезных ископаемых высказана П.Л. Капицей еще в 1962 году [1]. Им же предложены принципы построения и даже созданы образцы эффективных (КПД до

70%) и достаточно мощных СВЧ генераторов со средней мощностью в непрерывном режиме свыше 100 кВт. [2].

В те же годы для целей радиосвязи были проведены теоретические и экспериментальные исследования, подтвердившие возможность создания волноводных линий с малыми потерями на основе круглого волновода с волной  $H_{01}$ , а также решен ряд вопросов по разработке конструкций таких линий [3]: в частности, предложен эффективный (потери на преобразование 0,3 дБ.) переход от прямоугольного волновода с волной  $H_{11}$  к круглому волноводу с волной  $H_{11}$ .

Эти результаты уже нашли применение, но не в радиосвязи, а для СВЧ нагрева плазмы в установках по исследованию проблем управляемого термоядерного синтеза [4].

Для этой же цели были созданы гиротроны - СВЧ генераторы с импульсной мощностью более мегаватта, но допускающие в принципе работу в непрерывном режиме. Так, по доступным сведениям 1994 года, работа [5], уже в то время выпускались гиротроны с длительностью импульса 1 сек.

Таким образом, к настоящему моменту времени имеется база для разработки установок дистанционного СВЧ нагрева и остается лишь выяснить их техническую реализуемость и экономическую эффективность для конкретных применений.

Ниже рассматривается первая из этих проблем применительно к прогреву парафиненных нефтяных труб.

### Рассматриваемая модель и некоторые параметры установки

В данном случае волноводом будет сама нефтяная труба. В реальных условиях ось трубы искривлена, граница внутреннего сечения не идеальная окружность и меняется вдоль трубы, стенка трубы не представляет регулярной поверхности и покрыта нефтяной пленкой переменной толщины.

Однако, прежде чем учитывать все эти факторы, нужно ответить на вопрос: возможно ли с помощью существующих или специально созданных СВЧ генераторов получить необходимый уровень СВЧ мощности на выходе прямой стальной трубы соответствующего диаметра и соответствующей длины.

Поэтому в дальнейшем рассматривается распространение электромагнитных волн вдоль отрезка круглого волновода, один конец которого подключен к генератору СВЧ, а другой закрыт парафиновой пробкой. Параметры материала трубы соответствуют стали. При выборе диапазона рабочих частот учитывается то, что внутри трубы имеются пары воды. Поскольку парафиновая пробка возникает в результате постоянного осаждения на стенках трубы тяжелых нефтяных фракций в связи с изменением температуры по глубине скважины, естественно предположить, что поверхность пробки, обращенная к потоку энергии, подобна конусу, сужающемуся в направлении ее распространения, и напоминает обычную СВЧ нагрузку.

Независимо от величины поглощения СВЧ энергии в материале самой пробки, который мы условно называем парафином, нагревание в окрестности пробки будет происходить уже за счет потерь в стенках волновода: на неоднородном участке волна  $H_{01}$  будет возбуждать сильно затухающие волны других типов.

В реальном круглом волноводу малое относительно волн других типов затухание волны  $H_{01}$  имеет место при выполнении следующих условий:

$$\lambda \leq (1/6 \sum 1/4) \lambda_{кр. H_{01}},$$

$$\lambda_{кр. H_{01}} = 1,64a \quad [6],$$

где  $\lambda$  — длина волны в воздухе,  
 $\lambda_{кр. H_{01}}$  — критическая длина волны для волны типа  $H_{01}$ ,  
 $a$  — внутренний радиус трубы.

Вычисленные в соответствии с этими условиями оптимальные диапазоны частот и длин волн для наиболее часто используемых в скважинах диаметров насосно-компрессорных труб (НКТ) приведены в табл. 1

Таблица 1  
Диапазоны частот и длин волн оптимального распространения волны  $H_{01}$  в зависимости от внутреннего диаметра трубы

Внутренний диаметр НКТ, (мм)	Оптимальный диапазон	
	Частоты (ГГц)	Длины волн, (мм)
49	29.9-44.8	10-6.7
55.5	26.4-39.5	11.4-7.6
78	18.7-28.1	16-10.7

Таким образом, в рассматриваемом случае необходимы волны миллиметрового диапазона.

Для сравнения в табл. 2 для тех же труб указаны обычно используемые диапазоны одномодового режима для волны  $H_{11}$  - обычно используемой волны осевого типа для круглого волновода ( $\lambda_{кр. H_{11}} = 3,41a$ ).

Таблица 2

Внутренний диаметр НКТ, (мм)	Частоты, (ГГц)	Длины волн, (мм)
49	4.69-3.59	69.3-83.5
55.5	4.14-3.17	72.4-94.6
78	2.95-2.26	101.8-133

С учетом затухания в среде, заполняющей волновод к частотам в табл. 1 ближе всего "окно радиопрозрачности" со средней длиной волны 8,65 мм. Ему соответствует затухание 0,07 дБ./км. [7], которое имеет место при температуре 15 °С и средней влажностью 60%. При увеличении влажности потери растут.

Рабочую частоту, по-видимому, придется выбирать между левыми границами частот в табл. 1 и серединой окна прозрачности из условия: минимум затухания — максимум нагрева.

### Расчет затухания и необходимой мощности

Затухающие волны типа  $H_{nm}$  в круглом волноводу радиуса  $a$  за счет потерь в стенках волновода определяется формулой:

$$\alpha_{np} = \frac{K_{ш} k \mu_{ш} \Delta}{2a \sqrt{K}} \left[ \left( \frac{f_{кр}}{f} \right)^2 + \frac{n^2}{v_{nm}^2 - n^2} \right] \quad [6] \quad (1)$$

где  $K_{ш}$  - коэффициент шероховатости, учитывает качество обработки внутренних стенок волновода (обычно для стандартных волноводов  $K_{ш} = 1,1 \div 1,5$ );  
 $k = 2\pi/\lambda$ , ( $\lambda$  - длина волны в воздухе);  
 $K$  - волноводный коэффициент;

$$\sqrt{K} = \sqrt{1 - \left( \frac{f_{кр}}{f} \right)^2}$$

$v_{nm}$  -  $m$ -й корень производной функции Бесселя  $n$ -го порядка,

$f_{кр}$  - критическая частота соответствующей волны

$$v_{nm} = 2\pi a / \lambda_{кр} H_{nm}$$

$\Delta$  - глубина скин слоя.

$$\mu_{апр} = \mu_0 \mu_{пр}$$

$\mu_{пр}$  - относительная магнитная проницаемость,

$\sigma$  - удельная проводимость стенок проводника.

В дальнейших вычислениях по формуле (1) полагаем  $K_{ш} = 1$  и также учитываем [6], что удельная проводимость металлов почти постоянна и существенно меняется с частотой лишь в оптическом диапазоне, поэтому для  $s$  берем приведенные в справочнике [8] значения проводимости стали для постоянного тока  $\sigma = 0,769 \cdot 10^7$  См/м, для меди  $\sigma = 5,81 \cdot 10^7$  См/м.

Хотя магнитная проницаемость ферромагнетиков определяется структурой кристаллической решетки и, следовательно, зависит от химического состава и методов обработки, она уменьшается с ростом частоты и, по данным [9] для частот больших 10 ГГц  $\mu_{пр} \approx 1$ .

С учетом этих замечаний расчетная формула для  $\alpha_{np}$  (дБ/км) удобная для работы в Mathcad имеет вид:

$$\alpha_{np}(f, a, \sigma) = \frac{4,343 \cdot 10^5}{a_{[мм]}} \frac{f_{[ГГц]} \cdot (F/f)^2 + \delta}{\sigma_{[См/м]} \sqrt{1 - (F/f)^2}} \quad (2)$$

$f$  - значение частоты в ГГц,

$\sigma$  - удельная проводимость в См/м,

$\alpha_{np}$  - затухание волны,

$F$  - критическая частота,

$F = 182,8/a_{[мм]}$  - для волны  $H_{0,1}$ ,  $F = 87,85/a_{[мм]}$  - для волны  $H_{1,1}$ .

$\delta$  - параметр, учитывающий тип волны [6],

$\delta = 0$  - для волны  $H_{0,1}$ ,  $\delta = 0,418$  - для волны  $H_{1,1}$ .

Результаты расчетов по формуле (2) представлены на рис. 1-3, они характеризуют зависимость затухания волны  $H_{0,1}$  от частоты в дБ/км для разных внутренних диаметров и материала круглого волновода.

Графики на рис. 1-3 представляют зависимость затухания волны  $H_{0,1}$  от частоты в дБ/км для разных внутренних диаметров и материала круглого волновода.

Как видно из рис.1, уже на частоте 22 ГГц затухание равно 4 дБ/км для трубы диаметром 49 мм и - 2 дБ/км для трубы диаметром 78 мм. С повышением частоты затухание уменьшается и на частоте 40 ГГц составляет соответственно 1,45 и 1,43 дБ/км.

Графики на рис.2 характеризуют затухание волны  $H_{0,1}$  в круглых волноводах одного внутреннего диаметра (49 мм) из меди и стали. Из данных следует, что во всем диапазоне частот от 10 до 40 ГГц в стальном волноводе оно примерно в три раза больше, чем в медном.

Для сравнения на рис.3. приведены данные о затухании в стальном волноводе тех же диаметров волны основного типа  $H_{1,1}$ . Даже для трубы диаметром 78 мм затухание - 7,4 дБ/км для оптимальной для этой волны частоты 10,8 ГГц. С повышением частоты оно растет и уже на частоте 20 ГГц равно 8,2 дБ/км.

На рис. 4. представлены графики КПД передачи  $\eta_{nm}$  круглого стального волновода от длины волновода  $x$  (км) диаметром 45 мм.

КПД передачи рассчитывается по формуле:

$$\eta_{nm}(x, \gamma_{nm}) = 10^{-\left(\frac{x \gamma_{nm}}{10}\right)} \quad (3)$$

где  $\gamma_{nm}$  - затухание для конкретного значения диаметра трубы и материала, для волны  $H_{0,1}$  -  $\gamma = 1,217$ ; а для волны  $H_{1,1}$  -  $\gamma = 6,401$ .

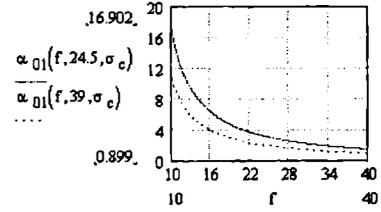


Рис. 1.

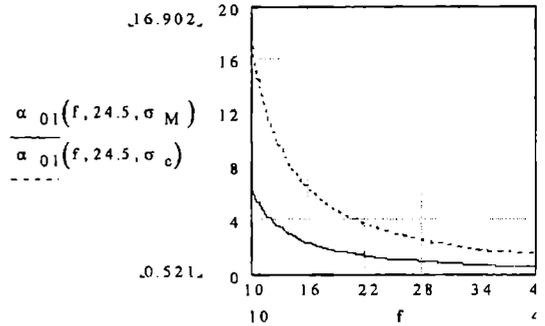


Рис. 2.

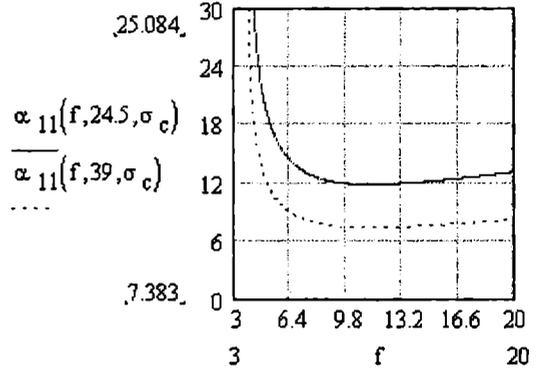


Рис. 3.

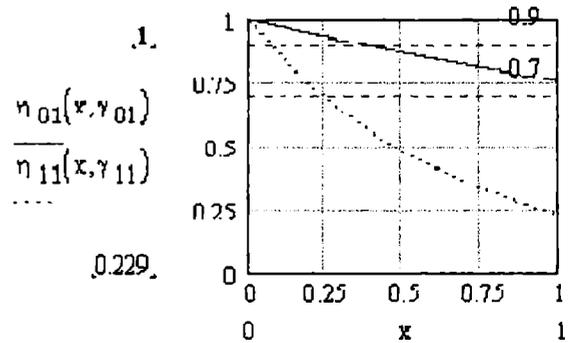


Рис. 4.

КПД характеризует относительную величину мощности, достигающей нагрузки, в зависимости от длины волновода для волн обоих типов. Как видно из этих графиков, уже на расстоянии 250 м КПД волны  $H_{1,1}$  составляет лишь 70%, в то время как КПД волны  $H_{0,1}$  уменьшается до 75% лишь на расстоянии 1 км. В рамках сделанных выше допущений, расчетный КПД передачи энергии волной  $H_{0,1}$  больше 90% для стальных труб диаметра 45 мм, длина которых меньше 400 м. Для труб больших диаметров КПД будет еще выше.

В настоящее время технология по расплавлению парафиногидратных пробок без проведения капитального ремонта скважин осуществляется при помощи передвижной электроустановки, расположенной

на грузовом автомобиле. В состав установки входят: повышающий трансформатор, пульт управления, бухта с геодезическим кабелем длиной до 1500 м. Геодезический кабель имеет диаметр 12 мм, состоит из трех жил изолированных друг от друга и наружной стальной защитной оплетки.

Проведение операции по расплавлению парафиногидратной пробки условно можно разделить на два этапа. На первом этапе стравливается избыточное давление газа из трубы НКТ, затем открываются задвижки, и через сальник в НКТ заводится геодезический кабель, на конце которого находится нагревательный элемент. В качестве нагревательного элемента используется либо ТЭН, либо прибор, в котором под действием электрического тока происходит химическая реакция с выделением тепла. Схема включения установки представлена на рис. 5. Нагревательный элемент подключается между общей точкой соединения трех жил и стальной оплеткой кабеля. Напряжение подается на одну из жил. Оплетка подключена к точке с нулевым потенциалом. Таким образом, выделение тепла сосредоточено на нагревательном элементе, при этом кабель остается практически холодным. По мере расплавления нагревательным элементом канала в парафиновой пробке, кабель продвигается вглубь скважины до сквозного прохода пробки. Первый этап прогрева может длиться от нескольких часов до нескольких суток. В случае, если эта операция не дает результата, то есть не удается пройти пробку, практически единственным способом прочистки остается проведение капитального ремонта скважины. Причиной невозможности прохода пробки данным методом может являться присутствие в составе пробки значительной доли тяжелых фракций нефти, например асфальтен, либо присутствие посторонних металлических объектов, препятствующих прохождению нагревательного элемента.

Активная мощность нагрузки на первом этапе определяется следующим выражением:

$$P = U_{св} \cdot I_c = 380 \cdot 10 \approx 3800 \text{ Вт.}$$

В случае удачного прохода нагревательного элемента сквозь пробку, имеет место второй этап работ. Меняется схема включения установки (рис. 6), при этом кабель является трехфазной симметричной активной нагрузкой.

Активная мощность нагрузки на втором этапе определяется следующим выражением:

$$P = 3 \cdot U_{\phi} \cdot I = 3 \cdot \frac{U_A}{\sqrt{3}} \cdot I = \sqrt{3} \cdot U_A \cdot I = \sqrt{3} \cdot 660 \cdot 30 \approx 34300 \text{ Вт,}$$

где  $U_A = 660 \text{ В}$  – линейное напряжение источника;  $I = 30 \text{ А}$  – фазный ток.

На данном этапе начинает происходить нагрев геодезического кабеля и прекращается выделение тепла на нагревательном элементе. Устройство автоматики, путем периодической подачи и отключения напряжения  $U_{св}$ , поддерживает температуру нагрева кабеля равной  $110^\circ \text{C}$ . Ствол НКТ прогревается по всей длине введенного кабеля, что приводит к расплавлению парафиногидратной пробки. Второй этап работ длится несколько часов.

Вышеизложенный способ используется на скважинах, оборудованных электрическим центробежным насосом (ЭЦН), то есть при полом стволе НКТ.

Учитывая, что нагрев за счет поглощения электромагнитных волн в стенках трубы может быть менее эффективным, примем, что минимальный уровень мощности, подводимый к парафиненному участку, должен быть порядка 100 кВт.

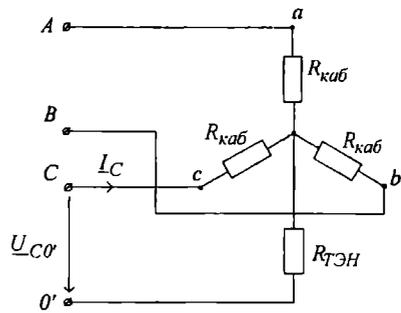


Рис. 5. Схема включения установки на первом этапе проведения работ.

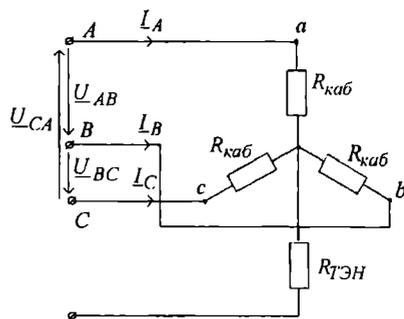


Рис. 6. Схема включения установки на втором этапе проведения работ.

Соответственно на вход трубы должна подводиться мощность

$$P_{вк} = P_{вых} \cdot 10^{x_a},$$

то есть в нашем случае - 133 кВт при использовании волны  $H_{11}$  и 103 кВт - при использовании волны  $H_{01}$ .

Оценим возможность передачи такой мощности по рассматриваемым трубам с учетом пробоя.

По справочнику [10]:

$$P_{доп} = (1/3 \div 1/5) P_{прек}.$$

Для волны  $H_{11}$   $P_{прек} = 397 \text{ кВт/см}^2$ ; для волны  $H_{01}$  -  $401 \text{ кВт/см}^2$ .

Для одной из рассматриваемых труб ( $2a = 49 \text{ мм}$ ) площадь поперечного сечения равна  $18 \text{ см}^2$  и

$$P_{доп} \approx (2382e1429) \text{ кВт для } H_{11},$$

$$P_{доп} \approx (2406e1444) \text{ кВт для } H_{01}.$$

При расчете требуемой мощности не учтено затухание в газовой среде, заполняющей волновод. В соответствии с данными, приведенными в разделе 1, его влиянием, по сравнению с затуханием в стенках трубы, можно пренебречь. Данных о затухании в порах нефти пока нет.

Как видно из графиков на рис.3, расчетное затухание волны  $H_{01}$  в медном и стальном волноводах одного порядка.

По данным работы [3], экспериментальные значения показателя затухания в медном волноводе почти во всем оптимальном диапазоне волны  $H_{01}$  превышает расчетное не более, чем в 2-3 раза и лишь резко возрастает на верхней границе диапазона.

В какой мере аналогичные соотношения имеют место для волновода из стали, покажут дальнейшие исследования.

### Выводы

Уровень современного состояния СВЧ техники, в принципе, позволяет создать установку для распара-

финивания нефтяных труб. Однако для выбора рабочих параметров установки необходимо:

1. Измерить затухание волн  $H_{11}$  и  $H_{01}$  в трубах НКТ при наличии нефтяного загрязнения.
2. Оценить поглощение электромагнитных волн материалом "парафиновой" пробки.
3. Выяснить эффективность локального нагрева за счет поглощения электромагнитной энергии в стенках трубы в области пробки.

#### Область применения

Разрабатываемая установка применительно к условиям Омского региона может быть использована на Крапивинском нефтяном месторождении.

#### Литература

1. П.Л. Капица. Электроника больших мощностей. — М., АН СССР, 1962.
2. П.Л. Капица. Эксперимент, теория, практика. — М., Наука, 1987. — 495 с.
3. Волноводные линии передачи с малыми потерями. Под ред. В.Б. Штейншлегера. — М.: ИИЛ, 1960. — 480 с.

4. Гиротроны. — Горький: ИПФ АН СССР, 1989. — 215 с.
5. Пузанова С. Н. Электровакуумные приборы СВЧ (ЛБВ, приборы М-типа, гиротроны, клистроны). — М.: ГНПП "Исток", 1994. — 43 с.
6. Н.А. Семенов. Техническая электродинамика. — М., Связь, 1973. — 480 с., с ил.
7. Долуханов М.П. Распространение радиоволн. — М.: Связь, 1972. — 336 с.
8. Х. Кухлинг. Справочник по физике. — М., Мир, 1982.
9. Рейбот Г. Магнитные материалы и их применение. — Л.: Энергия, 1974. — 339 с.
10. А.Л. Фельдштейн, Л.Р. Явич, В.П. Смирнов. Справочник по элементам волноводной техники. — М., Сов. Радио, 1967. — 652 с., с ил.

**МАЙСТРЕНКО Василий Андреевич**, профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой средств связи.

**ЕЛЕЦКИЙ Алексей Ильич**, аспирант кафедры средств связи.

**ДЕНИСОВ Виктор Владимирович**, аспирант кафедры электроснабжения промышленных предприятий.

## Книжная полка

Павлов В.Н.

Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учеб. для вузов / В.Н. Павлов, В.Н. Ногин. — М.: Горячая линия - Телеком, 2003. — 320 с.: с ил.

Излагаются базовые сведения по принципам работы, построения и применения аналоговых электронных устройств, позволяющие грамотно осуществлять синтез и расчет принципиальных схем аналоговых трактов типовой радиоэлектронной аппаратуры, обоснованный выбор компонентов и структур этих схем. В качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям "Радиотехника", "Электроника и микроэлектроника".

Рекомендовано Минобразованием РФ.

Смирнов А.В.

Основы цифрового телевидения: Учеб. пособие для студентов вузов / А.В. Смирнов. — М.: Горячая линия - Телеком, 2001. — 224 с.: с ил.

Изложены основные принципы построения систем цифрового телевидения. Рассмотрены дискретизация и квантование телевизионных сигналов. Описаны существующие стандарты параметров цифровых телевизионных сигналов. Представлены методы цифровой обработки телевизионных сигналов и изображений, включая ортогональные преобразования, оценку и компенсацию движения, цифровую фильтрацию и др. Описаны методы сжатия телевизионных сигналов по стандартам JPEG, MPEG-1, MPEG-2 и MPEG-4, а также методы сжатия звуковых сигналов. Даны сведения о помехоустойчивом кодировании в системах цифрового телевидения и о методах модуляции, используемых при передаче сигналов цифрового телевидения по радиоканалам. Рассмотрены особенности Европейского стандарта цифрового телевизионного вещания DVB и построение приемного устройства для этого стандарта, последние тенденции в развитии цифрового телевидения и его связь с компьютерными информационными технологиями, включая Интернет. Может быть полезно инженерам-радиотехникам. В качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Радиотехника".

Рекомендовано Минобразования РФ.

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

УДК 681.3 + 681.5

В. И. ПОТАПОВ

Омский государственный  
технический университет

## АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ «СТАРЕЮЩИХ» ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫХ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО УСТОЙЧИВЫХ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

По заданной функции интенсивности отказов  $\lambda(t)$  находится такой класс функций интенсивности восстановления  $\mu(t)$ , чтобы любая функция из этого класса гарантировала «жизнь» отказоустойчивой нейροкомпьютерной системе, состоящей из функционально устойчивых искусственных нейронных сетей в течение заданного времени.

Известно, что основным компонентом нейрокомпьютера, обеспечивающим его высокую производительность и надежность работы, является искусственная нейронная сеть (ИНС) или набор нейронных сетей, взаимодействующих соответствующим образом друг с другом и с другими компонентами нейрокомпьютера [1,2].

Под отказоустойчивым нейрокомпьютером будем понимать нейрокомпьютер, у которого в процессе работы при появлении отказов в ИНС производится ее логическая перестройка (адаптация), преследующая

цель устранить влияние отказа на результат решения, т.е. компенсировать отказ за счет логической и аппаратурной избыточности. Процесс адаптации будем называть восстановлением функциональных свойств ИНС нейрокомпьютера или просто восстановлением нейрокомпьютера.

По-видимому, первыми восстанавливаемыми отказоустойчивыми нейрокомпьютерами, состоящими из функционально устойчивых сетей искусственных нейронов [3] с переменными порогами для перестройки логики работы и компенсации влияния отказов в

сети, явились адаптивные избыточные вычислительные устройства, защищенные авторскими свидетельствами [4,5,6]. Однако в этих работах при достаточно подробном описании на содержательном уровне логики их работы в процессе восстановления — адаптации отсутствовала математическая модель отказоустойчивого нейрокompьютера, не позволяющая сформулировать оптимизационные задачи, связанные с восстановлением функциональных свойств структурно и логически избыточных отказоустойчивых нейрокompьютерных систем, основу которых составляют функционально устойчивые ИНС.

Используя накопленный опыт в постановке и решении задач оптимизации резервированных систем [7] построим математическую модель отказоустойчивой восстанавливаемой резервируемой нейрокompьютерной системы (НКС), основу которой составляют функционально устойчивые ИНС. Сформируем и дадим решение оптимизационной задачи восстановления функциональных свойств НКС, после отказов в ИНС.

Будем полагать, что основным компонентом ИКС является искусственная нейронная сеть  $S(n,1,1)$ , состоящая из  $n$  основных и одной резервной функционально устойчивых мини-сетей. Остальными компонентами ИКС при построении математической модели пренебрегаем. При появлении отказа в одной из  $n$  основных мини-сетей она мгновенно замещается резервной, а отказавшая мини-сеть после замещения ее резервной восстанавливается и ставится в резерв.

Подобного рода задачи обычно решают при условии, что интенсивность отказов  $\lambda = \text{const}$  и интенсивность восстановления  $\mu = \text{const}$ , т.е. исследуемые системы не «стареющие». Расширим условие задачи и будем считать, что рассматриваемая НКС является «стареющей» системой, где интенсивности отказов и восстановления мини-сетей являются функциями времени, причем  $\lambda(t)$  и  $\mu(t)$  неотрицательные и дифференцируемые функции и  $\lambda'(t) \geq 0$ .

Обозначив  $p_0(t)$  - вероятность того, что  $S(n,1,1)$  система находится в состоянии, когда к моменту времени  $t$  ни в одной из мини-сетей не произошел отказ,  $p_1(t)$  - вероятность отказа к моменту времени  $t$  в одной мини-сети, и приняв условие, что состояние «гибели» системы наступает при отказе не менее двух мини-сетей в течение времени восстановления отказавшей мини-сети, нетрудно записать уравнения Колмогорова-Чепмена, описывающие поведение рассматриваемой ИНС  $S(n,1,1)$

$$p_0'(t) = -(n-1)\lambda(t)p_0(t) + \mu(t)p_1(t),$$

$$p_1'(t) = (n-1)\lambda(t)p_0(t) - [n\lambda(t) + \mu(t)]p_1(t) \quad (1)$$

с начальными условиями

$$p_0(0) = 0, \quad p_1(0) = (n+1)\lambda(0). \quad (2)$$

Сформулируем теперь важную как в теоретическом, так и в практическом плане задачу.

По заданной функции интенсивности отказов  $\lambda(t)$  найти такой класс функций интенсивности восстановления  $\mu(t)$ , чтобы любая функция из этого класса гарантировала «жизнь» (работоспособное состояние)  $S(n,1,1)$  нейронной системы в среднем в течение заданного времени  $T$ .

Решение поставленной задачи начнем с преобразования системы уравнений (1) путем исключения функции  $p_1(t)$  к одному уравнению.

$$p_0''(t) + q(t)p_0'(t) + h(t)p_0(t) = 0 \quad (3)$$

с начальными условиями

$$p_0(0) = 0, \quad p_1(0) = (n+1)\lambda(0), \quad (4)$$

$$\text{где} \quad q(t) = (2n+1)\lambda(t) + \mu(t) - \frac{\lambda'(t)}{\lambda(t)},$$

$$h(t) = n(n+1)\lambda^2(t) + \mu'(t) - \mu(t)\frac{\lambda'(t)}{\lambda(t)}.$$

Сложив уравнения системы (1), получим

$$p_0'(t) + p_1'(t) = -n\lambda(t)p_1(t).$$

Отсюда интегрированием с учетом (2) получаем

$$p_0(t) + p_1(t) = 1 - n \int_0^t \lambda(s)p_1(s)ds. \quad (5)$$

Поскольку, в соответствии с постановкой основной задачей является решение неравенства

$$\int_0^{\infty} (p_0(t) + p_1(t))dt \geq T,$$

то из соотношения (5) следует, что это неравенство эквивалентно следующему:

$$\int_0^{\infty} \left( 1 - n \int_0^t \lambda(s)p_1(s)ds \right) dt \geq T. \quad (6)$$

Из очевидного соотношения [8]

$$T = \int_0^{\infty} \exp\left(-\frac{t}{T}\right) dt$$

следует, что неравенство (6) будет выполняться, если будет выполняться неравенство

$$\int_0^{\infty} \lambda(s)p_1(s)ds \leq \frac{1}{n} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{1}{T}\right) \right]. \quad (7)$$

Очевидно, что обе части неравенства (7) при  $t=0$  равны нулю, следовательно, оно будет выполняться, если будет выполняться неравенство

$$p_1(t) \leq \frac{\exp\left(-\frac{t}{T}\right)}{nT\lambda(t)}. \quad (8)$$

Теперь следует найти условия, налагаемые на коэффициенты  $g(t)$  и  $h(t)$  уравнения (3), чтобы для решения  $p_1(t)$ , удовлетворяющего начальным условиям (4) было справедливо неравенство (8).

Для этого приведем уравнение (3) к каноническому виду подстановкой

$$p_1(t) = z(t) \exp\left(-\frac{1}{2} \int_0^t q(s)ds\right). \quad (9)$$

Получим уравнение

$$z''(t) = J(t)z(t)$$

с начальными условиями

$$z(0) = 0, \quad z'(0) = (n+1)\lambda(0),$$

$$\text{где} \quad J(t) = -h(t) + \frac{1}{4}q^2(t) + \frac{1}{2}q'(t).$$

После подстановки уравнения (9) в неравенство (8) получим

$$z(t) \leq \frac{1}{nT\lambda(t)} \exp\left(\frac{1}{2} \int_0^t q_1(s)ds\right), \quad (10)$$

где  $q_i(t) = \frac{1}{2}q(t) - \frac{1}{T}$ .

Обозначим правую часть неравенства (10) через  $\varphi(t)$ . Легко убедиться, что  $\varphi(t)$  является решением уравнения

$$\varphi''(t) = Q(t)\varphi(t)$$

с начальными условиями

$$\varphi(0) = (nT\lambda(0))^{-1}, \quad \varphi'(0) = (nT)^{-1}[\lambda^{-1}(0)q_1(0) + \lambda^{-2}(0)\lambda'(0)],$$

где  $Q(t) = q_1^2 + q_1'(t) + 2\left(\frac{\lambda'(t)}{\lambda(t)}\right)^2 - \frac{\lambda''(t)}{\lambda(t)} - 2\frac{\lambda'(t)}{\lambda(t)}q_1(t)$ .

Очевидно, что  $z(0) < \varphi(0)$ .

Выбирая  $\mu(0)$  так, чтобы выполнялось неравенство

$$\mu(0) \geq 2n(n+1)T\lambda^2(0) + \frac{2}{T} + 3\frac{\lambda'(0)}{\lambda(0)} - (2n+1)\lambda(0),$$

следует добиться того, что  $\mu'(0) \leq \varphi'(0)$ . Но тогда неравенство (10) будет выполняться при условии  $J(t) \leq Q(t)$ . Это неравенство эквивалентно следующему дифференцированному неравенству:

$$\mu'(t) - \left(\frac{1}{T} + 2\frac{\lambda'(t)}{\lambda(t)}\right)\mu(t) - \psi(t) \geq 0, \quad (11)$$

где

$$\psi(t) = \frac{2n+1}{T}\lambda(t) - n(n+1)\lambda^2(t) + (2n+1)\lambda'(t) + \frac{\lambda'(t)}{T\lambda(t)} - 2\left(\frac{\lambda'(t)}{\lambda(t)}\right)^2 - \frac{\lambda''(t)}{\lambda(t)} - \frac{1}{T^2}.$$

Согласно [9] решением неравенства (11) является функция

$$\mu^*(t) = \left[\frac{\mu(0)}{\lambda^2(0)} + \int_0^t \frac{\psi(s)}{\lambda^2(s)} \exp\left(-\frac{s}{T}\right) ds\right] \lambda^2(t) \exp\frac{t}{T}.$$

Следовательно, для всех интенсивностей восстановления  $\mu(t) \geq \mu^*(t)$  среднее время «жизни» восстанавливаемой «стареющей» отказоустойчивой НКС, в качестве модели которой рассматривалась искус-

ственная нейронная сеть  $S(n,1,1)$ , состоящая из функционально устойчивых мини-сетей, будет не меньше  $T$  при заданной интенсивности отказов  $\lambda(t)$ , при условии, что к этому времени ресурс отказоустойчивости нейронных мини-сетей не будет исчерпан.

**Литература**

1. Галушкин А.И. Теория нейронных сетей. Нейрокомпьютеры и их применение. — М.: ИПРЖ, 2000. — 416с.
2. Миркес Е.М. Нейрокомпьютер. Проект стандарта. — Новосибирск: Наука, Сибирская издательская фирма РАН, 1998. — 337с.
3. Потапов В.И., Потапов И.В. Вероятностная модель функционирования избыточной адаптивной искусственной нейронной сети // Доклады СОАН ВШ. — 2001. - № 2(4). — с.75-82.
4. А.с. 200883 СССР, МПК G06f Адаптивное вычислительное устройство/ В.И.Потапов (СССР). — 1113676/26-24. — Заявлено 18.11.66. — опубл. 15.08.67. — Бюлл. № 17.
5. А.с. 226302 СССР, МПК G06j Адаптивное вычислительное устройство/ В.И.Потапов (СССР). — 1163597/26-24. — Заявлено 30.05.67. — опубл. 5.09.68. — Бюлл. № 28.
6. А.с. 260968 СССР, МПК G06f Адаптивное вычислительное устройство/ В.И.Потапов, А.А. Маслов (СССР). — 1282453/18-24. — Заявлено 14.11.68. — опубл. 6.11.70. — Бюлл. № 4.
7. Потапов В.И., Братцев С.Г. Новые задачи оптимизации резервированных систем. — Иркутск, 1986. — 110с.
8. Шишонко Н.А., Репкин В.Ф., Барвинский Л.А. Основы теории надежности и эксплуатации радиоэлектронной техники. — М.: Сов. радио, 1964. — 550с.
9. Беллман Р., Калаба Р. Квазилинеаризация и нелинейные краевые задачи. — М.: Мир, 1968. — 324с.

**ПОТАПОВ Виктор Ильич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информатики и вычислительной техники.

**Книжная полка**

Пузанков Д.В. Микропроцессорные системы: Справочное пособие/ Д.В. Пузанков. — СПб.: Политехника, 2002. — 63 с.: с ил.

Издание подготовлено в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта. Излагаются вопросы организации функционирования программирования микропроцессорных средств. Представлены микропроцессоры общего применения ведущих мировых производителей, интегрированные процессоры, а также микроконтроллеры для встроенных приложений: коммуникационные, для задач управления, обработки сигналов. Рассматриваются программные модели процессов и микроконтроллеров, особенности организации внутрикристалльных периферийных устройств, средства отладки и проектирования. Подробно освещаются протоколы, реализуемые коммуникационными микроконтроллерами разных семейств. В каждой главе книги контрольные вопросы.

## О МИНИМАЛЬНОЙ ИЗБЫТОЧНОСТИ, ГАРАНТИРУЮЩЕЙ ТРЕБУЕМУЮ НАДЕЖНОСТЬ «СТАРЕЮЩЕЙ» ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Поставлены и решены две оптимизационные задачи нахождения минимальной избыточности, гарантирующей требуемую надежность «стареющей» избыточной искусственной нейронной сети.

*Работа выполнена при финансовой поддержке в форме гранта по фундаментальным исследованиям в области естественных и точных наук E02-2-75 Минобробразования РФ.*

Под «стареющей искусственной нейронной сетью (ИНС) будем понимать сеть, у которой интенсивность отказов нейронов является возрастающей функцией времени, т.е.  $\lambda(t) \neq \text{const}$ . При этом, очевидно, закон надежности для такой ИНС не будет экспоненциальным со всеми вытекающими последствиями [1].

В работе [2] в предположении, что интенсивность отказов нейронов является не убывающей функцией времени, для «стареющих» избыточных адаптивных к отказам нейронов ИНС  $S_A(n, m, \bar{s})$  решена задача оптимизации вероятности безотказной работы  $P(m, \bar{s}^0, t_r)$  сети на заданном интервале времени  $[0, t_r]$  и задача оптимизации среднего времени «жизни» сети  $T(S_A(n, m, \bar{s}^1))$ , где  $n$  - число основных, а  $m$  - число резервных блоков нейронов сети  $S_A(n, m, \bar{s})$ , разбитых на  $q$  взаимосвязанных групп,  $\bar{s}^0 = (s_1^0, s_2^0, \dots, s_q^0)$  - вектор резервирования, максимизирующий вероятность безотказной работы ИНС,  $\bar{s}^1 = (s_1^1, s_2^1, \dots, s_q^1)$  - вектор резервирования, максимизирующий среднее время «жизни» ИНС.

Для решения первой из указанных оптимизационных задач в [2] разработан Алгоритм 1, а для решения второй оптимизационной задачи — Алгоритм 2, при этом, однако, как при решении первой, так и второй оптимизационной задачи вопрос о минимальной избыточности  $m$ , гарантирующей требуемую надежность «стареющей» ИНС, в работе [2] не был раскрыт.

Не выходя за рамки положений и обозначений, сделанных в работе [2] и воспользовавшись Алгоритмом 1 и Алгоритмом 2, сформулируем и дадим решение следующих двух задач.

### Задача 1

Найти минимальное  $m$ , для которого множество

$$S_0^*(m) = \{ \bar{s} \mid P(m, \bar{s}; t_r) \geq d \}$$

не пусто, и вычислить вектор  $\bar{s}^0 \in S_0^*(m)$ , максимизирующий вероятность безотказной работы  $P(m, \bar{s}; t_r)$  избыточной ИНС  $S_A(n, m, \bar{s})$  к моменту времени  $t_r$ .

### Алгоритм решения задачи 1

1. Задать натуральное  $q$ ; массив  $\{n_1, n_2, \dots, n_q\}$ ; функции  $\lambda_i(t)$ ,  $0 \leq t \leq q$ ; число  $t_r > 0$ ; число  $\varepsilon > 0$ .
2. Положить  $m = 1$ .
3. Для всех векторов  $\bar{s} \in S(m)$  выполнить процедуру 4-7.
4. Выполнить процедуру 2-22 Алгоритма 1 [2].
5. Если  $P(m, \bar{s}; t_r) < d$ , идти к 7.
6. Запомнить  $\bar{s}$  и  $P(m, \bar{s}; t_r)$ .
7. Положить  $\bar{s} = \bar{0}$ .
8. Сформировать множество  $S_0^*(m)$ .
9. Если  $S_0^*(m) = \emptyset$ , идти к 12.
10. Вычислить вектор  $\bar{s}^0$ , такой, что 
$$P(m, \bar{s}^0, t_r) = \max_{\bar{s} \in S_0^*(m)} P(m, \bar{s}; t_r)$$
11. Идти к 14.
12. Положить  $m = m + 1$ .
13. Идти к 3.
14. Конец ( $m$  и  $\bar{s}^0$  - искомые величины).

### Задача 2

Найти минимальное  $m$ , для которого множество

$$S_1^*(m) = \{ \bar{s} \mid T(S_A(n, m, \bar{s})) \geq T_r \}$$

не пусто и вычислить вектор  $\bar{s}^1 \in S_1^*(m)$ , максимизирующий среднее время «жизни» избыточной ИНС  $S_A(n, m, \bar{s})$ .

### Алгоритм решения задачи 2

1. Задать натуральное  $q$ ;  $\{n_1, n_2, \dots, n_q\}$  функции  $\lambda_i(t)$ ,  $0 \leq t \leq q$ ;  $T_r$ ;  $\varepsilon > 0$ .
2. Положить  $m = 1$ .
3. Выполнить процедуру 4-8 для всех  $\bar{s} \in S(m)$ .

4. Выполнить процедуру 2-21 Алгоритма 1 [2].
5. Выполнить процедуру 2-9 Алгоритма 2 [2].
6. Если  $T(S_A(n, m, \bar{s})) < T_i$ , идти к 8.
7. Запомнить  $\bar{s}$  и  $T(S_A(n, m, \bar{s}))$ .
8. Положить  $\bar{s} = \bar{0}$ .
9. Сформировать множество  $S_i^*(m)$ .
10. Если  $S_i^*(m) = \emptyset$ , идти к 13.
11. Вычислить  $\bar{s}^i$ , для которого
 
$$T(S_A(n, m, \bar{s}^i)) = \max_{\bar{s} \in S_i^*(m)} T(S_A(n, m, \bar{s}))$$
12. Идти к 15.
13. Положить  $m = m + 1$ .
14. Идти к 3.
15. Конец ( $m$  и  $\bar{s}^i$  - искомые величины).

Приведенные алгоритмы, дающие численное решение задачи 1 и задачи 2, решают поставленную проблему о минимальной избыточности, гарантирующей требуемую надежность «стареющей» искусственной нейронной сети.

#### Литература

1. Барлоу Р., Прошан Ф. Математическая теория надежности. — М.: Сов. радио, 1969. — 488с.
2. Потапов В.И., Потапов И.В. Решение задачи оптимального резервирования «стареющей» адаптивной искусственной нейронной сети // Доклады СО АН ВШ. — 2003. — № 1 (7). — С. 28-36.

**ПОТАПОВ Виктор Ильич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информатики и вычислительной техники.

**ПОТАПОВ Илья Викторович**, аспирант кафедры информатики и вычислительной техники.

УДК 002:681.5.01

**Е. Н. БАЕВА**

Омский государственный университет  
путей сообщения

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ УСЛУГ СВЯЗИ С УЧЕТОМ ИХ ДОСТУПА К ИЕРАРХИЧЕСКИМ СЕТЯМ

В статье представлены сведения о возможностях взаимодействия пользователей информационных систем между собой и с ресурсами на современном этапе. Рассмотрены варианты взаимодействия, оценены их возможности и даны рекомендации по повышению эффективности.

В настоящее время происходит стремительное развитие сетей, базирующихся на технологии IP, рост сетей мобильной связи и желание пользователей получить доступ к широкому набору услуг, не зависящих от типа сети. Одной из основных технических проблем является предоставление абонентам широкополосного доступа к сетям связи.

Обобщенная структура сети связи включает в себя три основных элемента: сеть доступа [1], узлы доступа и магистральную сеть, состоящую из транспортного сегмента и сетевых узлов, выполняющих функции коммутации или (и) маршрутизации. Обобщенная структура сети показана на рис. 1.

Структура сети связи [2], характерная для Омской области, показана на рис. 2. Магистральная сеть представлена здесь в виде комбинации простейших топологий, при этом на каждом иерархическом уровне может преобладать та или иная топология. Данная магистральная сеть служит для передачи данных между оконечными станциями через волоконно-оптическую линию связи (ВОЛС) со скоростью 622 Мбит/с (поток STM-4). Каждая промежуточная узловая станция является транзитным узлом и может выступать в роли глобального провайдера. Глобальный провайдер предоставляет информационные ресурсы своим клиентам через мультиплексор, обеспечивающий сопря-

жение выходных каналов связи с высокоскоростным входным, подключенным к магистральной.

В качестве клиентов могут выступать городские провайдеры, банковские структуры, административные и учебные учреждения и другие. Каждая из этих структур и глобальный провайдер обеспечивают распределение информационных ресурсов между своим персоналом через локальные вычислительные сети (ЛВС), с использованием технологии Ethernet. Обмен информацией между клиентами и глобальным провайдером осуществляется по дуплексным каналам E1 со скоростью 2048 кбит/с. В качестве транспортного протокола обмена информацией между транзитным узлом и его клиентами используется протокол TCP/IP.

Существуют пользователи услуг связи на уровне местных сетей, корпоративных сетей и магистральных сетей связи, при этом имеются различия в их топологиях, режимах работы, используемых протоколах и методах абонентского доступа. Сеть абонентского доступа — это участок сети связи между абонентской розеткой или сетевым окончанием и интерфейсом к узлу доступа или к местной телефонной станции. Связь между оборудованием пользователя и местной станцией осуществляется через абонентскую линию или абонентский шлейф. В сети доступа широко применяются механизмы мультиплексирования

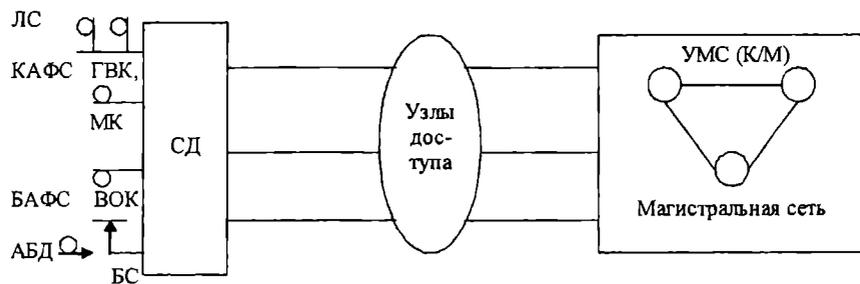


Рис. 1. Обобщенная структура сети связи:

ЛС – локальная сеть; СД – сеть доступа; КАФС – квартирный абонент фиксированной сети; БАФС – бизнес-абонент фиксированной сети; АБД – абонент беспроводного доступа (сотовая сеть/беспроводной абонентский доступ); БС – базовая станция; ГВК – гибридная система волокно/коаксиал; МК – медный кабель; ВОК – волоконно-оптический кабель; УМС (К/М) – узлы магистральной сети (коммутаторы/маршрутизаторы).

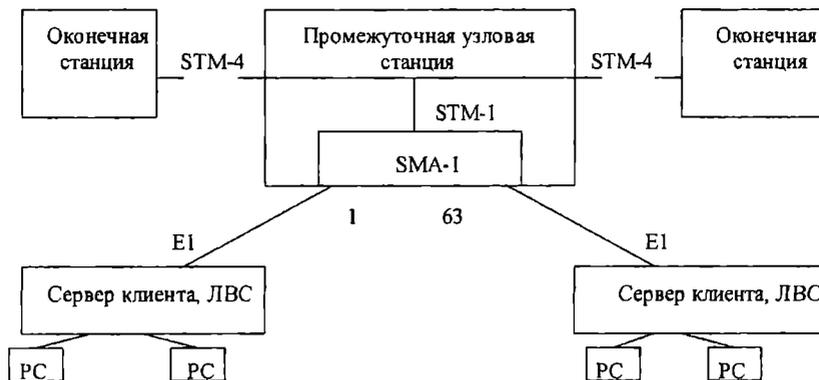


Рис. 2. Структурная схема магистральной сети.

и концентрации. При подключении к местной станции используются либо фирменные интерфейсы, определяемые производителями оборудования, либо открытые интерфейсы, например, V5.x (семейство узкополосных интерфейсов) и Vb5.x (семейство широкополосных интерфейсов). Традиционные интерфейсы могут быть дополнены интерфейсами типа IP (Internet Protocol – основной протокол сетевого уровня), SDH (Synchronous Digital Hierarchy – синхронная цифровая иерархия), ATM (Asynchronous Transfer Mode – асинхронный режим передачи) [3] и др.

Существенным недостатком является высокая стоимость сетей абонентского доступа, составляющая до 50-70 % стоимости местных телефонных сетей. Другой фактор, влияющий на развитие сетей доступа, – это требования абонентов к увеличению пропускной способности сетей доступа и обеспечению широкого класса новых услуг, включая передачу речи, данных и видеoinформации в интерактивном и вещательном режимах.

Предоставление широкополосного доступа является сегодня ключевым вопросом для большинства телекоммуникационных операторов. Решение проблемы широкополосного доступа позволит удовлетворить требования пользователей и получить наибольший доход от введения новых услуг. Сегодня развитие сетей доступа идет по следующим основным направлениям:

- 1) развитие широкополосного, высокоскоростного доступа, обеспечивающего передачу речи, данных и видео;
- 2) уменьшение доли медных кабелей при организации местных сетей.

Выбор наиболее подходящей технологии построения сетей доступа становится определяющим с позиций эффективных затрат на строительство и эксплуатацию сетей и возможностей расширения списка предоставляемых услуг. Основные системы доступа, применяемые в абонентских сетях в настоящее время и планируемые к применению в ближайшем будущем:

- 1) системы, основанные на технологиях семейства xDSL (Digital Subscriber Line – цифровая абонентская линия);
- 2) системы доступа с использованием специальных модемов в сетях КТВ (кабельное телевидение);
- 3) комбинированные системы «волоконно/коаксиал»;
- 4) оптоволоконные системы доступа;
- 5) системы радиодоступа;
- 6) спутниковые системы;
- 7) выделенные линии с использованием систем E1/T1 (E1 – цифровой сигнал первого уровня плезиохронной цифровой иерархии в Европе и Австралии со скоростью 2,048 Мбит/с; T1 – первая ступень мультиплексирования в телефонной системе Северной Америки со скоростью 1,544 Мбит/с).

Технологии доступа xDSL, обеспечивающие на участке доступа скорости передачи до нескольких Мбит/с по витой паре без применения регенераторов, развиваются традиционными операторами – владельцами местных телефонных сетей, построенных на базе стандартных медных телефонных кабелей.

Использование сетей кабельного телевидения (КТВ) обеспечивает интерактивные широкополосные услуги. Эти сети наиболее широко применяют альтернативные операторы, использующие собственные се-

**Применимость различных технологий широкополосного доступа  
с точки зрения квартирных пользователей и малых предприятий**

Инфраструктура	Технология	Службы	Применимость
Стандартный телефонный кабель (витая пара)	xDSL	Данные/телефония	Высокая
Коаксиальный кабель	Кабельные модемы	ТВ/данные/телефония	Высокая
Беспроводная широкополосная технология интерактивного ТВ для местной сети/точка - многоточка	Модемы	ТВ/данные/телефония	Средняя
Беспроводной абонентский доступ (множественный доступ с кодовым разделением каналов, европейский стандарт для бесшнуровых телефонных систем)	Беспроводная абонентская линия	Данные/телефония	Низкая
Волоконно-оптический кабель	Доведение волоконно-оптического кабеля до жилого дома	ТВ/данные/телефония	Низкая
Спутник	Трансивер	Данные/телефония	Низкая
Электросеть	Модем	Данные	Низкая

Таблица 2

**Операторская точка зрения на сеть доступа**

Операторы	Технологии	Пользователи	Применимость
Традиционные операторы	Универсальная асимметричная цифровая абонентская линия/ асимметричная цифровая абонентская линия с очень высокой скоростью передачи речи	Квартирные/небольшие предприятия	Высокая
Операторы КА ТВ	Кабельные модемы. Переход к архитектуре с комбинацией волоконно-оптический кабель/коаксиальный кабель	Квартирные	Высокая
Новые операторы	Множественный доступ с кодовым разделением каналов, европейский стандарт для бесшнуровых телефонных систем, беспроводная широкополосная технология интерактивного ТВ для местной сети, точка - многоточка	Квартирные/небольшие предприятия	Средняя
Спутниковые операторы	Низкоорбитальные системы широкополосного доступа	Бизнес/квартирные	Низкая
Владельцы электросетей	Модемы	Узкая группа пользователей и ограниченный набор служб	Низкая

ти КТВ. Широкополосный доступ к Интернет – ресурсам обеспечивается путем применения кабельных модемов. В сетях КТВ на участке доступа применяются гибридные кабельные системы, в которых используются как коаксиальные, так и волоконно – оптические кабели. Операторы КТВ рассматривают сети, построенные на базе комбинации коаксиальных и волоконно-оптических кабелей, как эффективное решение проблемы доступа. Эти сети используются для предоставления широкого спектра услуг, включая ТВ вещание, высокоскоростной доступ в Интернет, телефонию.

В некоторых странах на абонентском участке применяются только волоконно-оптические кабели. Однако это решение является достаточно дорогим и, вероятно, будет применяться для подключения оборудования, расположенного в офисах больших компаний.

Все более широкое применение находят системы беспроводного абонентского доступа, базирующиеся на технологиях сотовых сетей и радиорелейных системах.

В некоторых странах популярны системы доступа, основанные на использовании выделенных линий с пропускной способностью, соответствующей первичной группе (в США – тракты T1, в Европе – тракты E1).

Разнообразие технологий, характерное для современных сетей доступа, будет сохраняться и в будущем. Поэтому представляется важным оценить возможности той или иной технологии как с позиций пользователей, так и с точки зрения операторов. Решение пользователя о выборе сети доступа, о выборе оператора будет определяться как характеристиками предоставляемых услуг (скоростью передачи, стоимостью, предоставляемым содержанием, степенью

поддержки со стороны оператора и т. д.), так и существующей доступной инфраструктурой.

Предоставление широкополосного доступа является основной проблемой для большинства телекоммуникационных операторов и сервис-провайдеров. Решение этой проблемы позволит удовлетворить требования пользователей и получить наибольший доход от введения новых услуг. Требования к увеличению полосы пропускания в сетях доступа определяются новыми мультимедийными приложениями, порождаемыми Интернетом и цифровыми вещательными системами. Службы распределения цифровых ТВ программ и службы реального времени будут определять внедрение мультимедийных систем в квартирном секторе.

В соответствии с наиболее оптимистическими прогнозами требуемые скорости передачи на абонентском участке будут находиться в диапазоне 1-10 Мбит/с, по наиболее пессимистическим прогнозам — в диапазоне 100 кбит/с — 2 Мбит/с. Такие технологии, как универсальная асимметричная цифровая абонентская линия, асимметричная цифровая абонентская линия и кабельные модемы могут обеспечить указанные скорости. Тарифы должны быть разумными. Процент пользователей, требующих широкополосные услуги, будет расти, но незначительно — в соответствии с большинством прогнозов к 2005 г. число пользователей широкополосных услуг составит не более 10 % от числа телефонных пользователей (без учета служб цифрового ТВ вещания).

Существующая инфраструктура абонентских сетей будет определять выбор оператором той или иной широкополосной технологии доступа. Технологии се-

мейства xDSL для операторов местных сетей и гибридные сети с использованием волоконно-оптического и коаксиального кабеля для операторов сетей КТВ в ближайшее время будут являться наиболее распространенными широкополосными технологиями доступа.

При организации интерактивного широкополосного доступа, особенно при внедрении систем интерактивного телевидения получают распространение системы типа беспроводная широкополосная технология интерактивного ТВ для местной сети.

В будущем количество пользователей, требующих широкополосные услуги, увеличится и роль таких технологий, как универсальная система мобильной связи и сетей доступа, построенных полностью на базе волоконно-оптических кабелей, значительно возрастет.

#### Литература

1. Кох Р., Яновский Г.Г. Эволюция и конвергенция в электросвязи. — М.: Радио и связь, 2001.
2. Шахов В.Г., Баева Е.Н. Анализ и планирование процессов передачи информации в магистральных сетях связи как топологическая задача. / Омский научный вестник. — 2002. — № 18.
3. Кульгин М.И. Технологии корпоративных сетей. — СПб.: Питер, 2001.

**БАЕВА Елена Николаевна**, инженер ОАО «Электросвязь», аспирантка кафедры «Автоматика и системы управления».

УДК 62.501.12

**А. Т. КОГУТ**

Омский государственный университет  
путей сообщения

## ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДЛЯ НАВИГАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ

Приведены алгоритмы прямого оптимального управления для навигационной задачи быстрого действия. Построены алгоритм классического метода с использованием только первой производной и рекуррентная процедура, основанная на разложении в ряд Тейлора и учитывающая вторые производные. Путем имитационного моделирования показано преимущество разработанных алгоритмов второго порядка.

Рассмотрим систему управления, которая описывается нелинейным разностным уравнением

$$x(k+1) = f(x(k), u(k)); x(0) = x^0, \quad (1)$$

где  $x(k)$  —  $n$ -мерный вектор состояния на  $k$ -м шаге дискретизации;

$u(k)$  — скалярное управляющее воздействие;

$x^0$  — вектор начальных условий.

Предполагается, что  $f(x(k), u(k))$  является нелинейной функцией от управления и, по крайней мере, дважды дифференцируема по  $u(k)$ .

Допустим, что для решения задачи будем применять прямое оптимальное управление [1] или метод обратных задач динамики [2]. В этом случае система (1) должна обрабатывать  $n$ -мерный вектор задающего воздействия  $f(x(k), u(k))$ , т.е. на каждом шаге дискретизации должен выполняться критерий

$$I(k) = (g(k+1) - x(k+1))^2. \quad (2)$$

В работе [1] показано, что алгоритм искомого оптимального управления запишется в виде

$$u(k) = f_0^{-1}(x(k), g(k+1)), \quad (3)$$

где  $f_u^{-1}(\cdot)$  – обратная по аргументу  $u$  функция к  $f(x(k), u(k))$ .

В реальных системах на управление всегда накладываются ограничения, поэтому

$$u(k) = \begin{cases} U_{max}, & \text{если } |u(k)| \geq U_{max}; \\ f_u^{-1}(x(k), g(k+1)), & \text{если } |u(k)| < U_{max}; \\ -U_{max}, & \text{если } |u(k)| \leq -U_{max}. \end{cases} \quad (4)$$

Если обратную функцию сложно или невозможно получить аналитически, то применяют процедуру линеаризации [1]. Нелинейная функция  $f(x(k), u(k))$  аппроксимируется линейным отрезком ряда Тейлора

$$f(x(k), u(k)) = f_k + \nabla f_k \cdot \Delta u(k), \quad (5)$$

где  $f_k = f(x(k), u(k-1))$ ;

$$\nabla f_k = \left[ \frac{\partial f_1(x(k), u(k-1))}{\partial u} \quad \dots \quad \frac{\partial f_n(x(k), u(k-1))}{\partial u} \right]^T$$

первых производных.

В формуле (5) разность

$$\Delta u(k) = u(k) - u(k-1). \quad (6)$$

Аналитическая формула для оптимального управления (3) заменяется рекуррентной процедурой

$$u(k) = u(k-1) + (\nabla f_k)^*(g(k+1) - f_k), \quad (7)$$

где  $(\nabla f_k)^*$  – операция псевдообращения.

Алгоритм (7) может быть назван реализацией классического метода первого порядка.

Применим методику для решения навигационной задачи быстрого действия [3] или задачи Цермело [4]. Корабль движется относительно течения, скорость  $S$  которого постоянна и равна  $s_0$ , необходимо определить программу управления рулями  $u(t)$ , когда корабль достигает заданной конечной точки за минимальное время. Если выбрать оси  $x_1$  и  $x_2$  соответственно параллельно и перпендикулярно скорости течения  $S$ , то  $u(t)$  – угол между вектором  $S$  и направлением движения.

В [3] показано, что задающее воздействие  $g(t)$  может быть получено при оптимальном значении  $u^*(t) = U_{opt}$ , зависящим от координат начальной и конечной точек движения, и представляет собой прямую линию, дискретные значения которого и являются  $g(k+1)$ .

Дискретная система (1) для навигационной задачи описывается уравнениями

$$\begin{aligned} x_1(k+1) &= x_1(k) + \Delta t s_0 + \Delta \cos u(k); \\ x_2(k+1) &= x_2(k) + \Delta t \sin u(k), \end{aligned} \quad (8)$$

где  $\Delta t$  – шаг дискретизации.

Для алгоритма (7) в соответствии с (8) вектора  $f_k$  и  $\nabla f_k$  имеют вид

$$f_k = \begin{bmatrix} f_1(k) \\ f_2(k) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1(k-1) + \Delta t s_0 + \Delta t \cos u(k-1) \\ x_2(k-1) + \Delta t \sin u(k-1) \end{bmatrix}; \quad (9)$$

$$\nabla f_k = \begin{bmatrix} -\Delta t \sin u(k-1) \\ \Delta t \cos u(k-1) \end{bmatrix}. \quad (10)$$

Рекуррентная процедура для оптимального управления классического метода записывается в скалярной форме

$$\begin{aligned} u(k) &= u(k-1) - \frac{1}{\Delta t} \sin u(k-1) [g_1(k+1) - f_1(k)] + \\ &+ \frac{1}{\Delta t} \cos u(k-1) [g_2(k+1) - f_2(k)]. \end{aligned} \quad (11)$$

Проведены численные эксперименты для исследования свойств алгоритма (11) оптимального управления объектом (8) при различных начальных условиях  $u(0)$ ,  $x_1(0)$ ,  $x_2(0)$  и ограничениях

$$|u(k)| \leq \frac{\pi}{2}.$$

В выражениях (5) и (7) учитывается только первая производная, поэтому область сходимости для  $u(k)$  или область устойчивости для  $x(k)$  оказались достаточно малыми.

Улучшить качество процессов управления классического метода можно за счет учета в аппроксимации (5) высших, в частности, вторых производных:

$$f(x(k), u(k)) = f_k + \nabla f_k \Delta u(k) + \frac{1}{2} \nabla^2 f_k \Delta u(k) \cdot \Delta u(k), \quad (12)$$

$$\text{где } \nabla^2 f_k = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 f_1(x(k), u(k-1))}{\partial u^2} & \dots & \frac{\partial^2 f_n(x(k), u(k-1))}{\partial u^2} \end{bmatrix}^T$$

вектор вторых производных.

Линейная модель системы (1) представляется уравнением

$$x(k+1) = f_k + \nabla f_k \cdot \Delta u(k) + \frac{1}{2} \nabla^2 f_k \Delta u(k) \cdot \Delta u(k). \quad (13)$$

Положим, что для (2) выполняется условие минимума функционала  $x(k+1) = g(k+1)$ , тогда (13) можно переписать

$$g(k+1) = f_k + \nabla f_k \cdot \Delta u(k) + \frac{1}{2} \nabla^2 f_k \Delta u(k) \cdot \Delta u(k). \quad (14)$$

Из условия (14) нельзя выразить  $\Delta u(k)$ , поэтому допустим, что одно из значений  $\Delta u(k)$  известно и равно  $\delta u(k)$ , например, в третьем слагаемом. В этом случае вместо (14) запишется

$$g(k+1) = f_k + \left[ \nabla f_k + \frac{1}{2} \nabla^2 f_k \delta u(k) \right] \Delta u(k),$$

откуда с учетом (6) получим алгоритм управления второго порядка

$$u(k) = u(k-1) + \left[ \nabla f_k + \frac{1}{2} \nabla^2 f_k \delta u(k) \right]^* (g(k+1) - f_k). \quad (15)$$

В формуле (15) необходимо задать способ определения разности  $\delta u(k)$ . Положим, что

$$\delta u(k) = \tilde{u}(k) - u(k-1), \quad (16)$$

где  $\tilde{u}(k)$  вычислено в соответствии с классическим методом (7).

Тогда в каждый  $k$ -й момент дискретизации по величине  $u(k-1)$  вычисляются на первой ступени значение  $\tilde{u}(k)$  по формуле

$$\tilde{u}(k) = u(k-1) + (\Delta f_k)^* (g(k+1) - f_k),$$

затем по (16) разность  $\delta u(k)$ , которая подставляется в (15) и на второй ступени уточняется по алгоритму (15) значение оптимального управления  $u(k)$ .

Для навигационной задачи Цермело вектор вторых производных для объекта (8) имеет вид

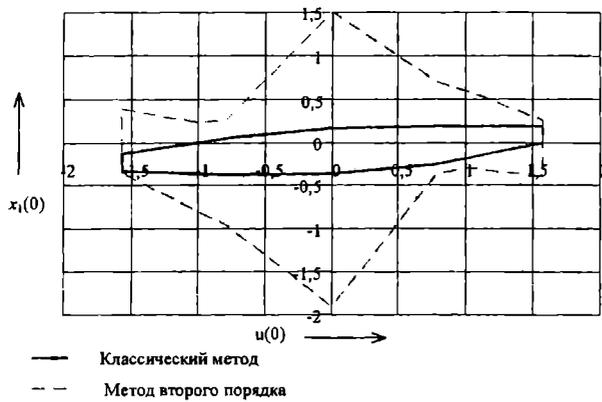


Рис. 1. Область устойчивости классического метода и метода второго порядка в плоскости  $(u(0), x_1(0))$ .

$$\nabla^2 f_k = \begin{bmatrix} \Delta t \cos u(k-1) \\ -\Delta t \sin u(k-1) \end{bmatrix}. \quad (17)$$

Подставляя значения функции (9) и производных (10) и (17), получим для объекта (8) алгоритм оптимального управления второго порядка для  $k$ -го момента времени

$$u(k) = u(k-1) + r_1^* [g_1(k) - f_1(k)] + r_2^* [g_2(k) - f_2(k)], \quad (18)$$

где  $r_1^* = \frac{r_1}{r_1^2 + r_2^2}$ ;  $r_2^* = \frac{r_2}{r_1^2 + r_2^2}$ ;

$$r_1 = -\Delta t \sin u(k-1) - \frac{1}{2} \Delta t \cos u(k-1) [\ddot{u}(k) - u(k-1)];$$

$$r_2 = \Delta t \cos u(k-1) - \frac{1}{2} \Delta t \sin u(k-1) [\ddot{u}(k) - u(k-1)];$$

$\ddot{u}(k)$  определяется по формуле (11).

Проведены численные эксперименты по исследованию свойств классического метода (11) и разработанного алгоритма (18) при различных начальных условиях  $u(0)$ ,  $x_1(0)$  и  $x_2(0)$ , результаты которых приведены на рисунках 1 и 2.

Области устойчивости классического метода и алгоритма второго порядка для плоскости  $(u(0), x_1(0))$

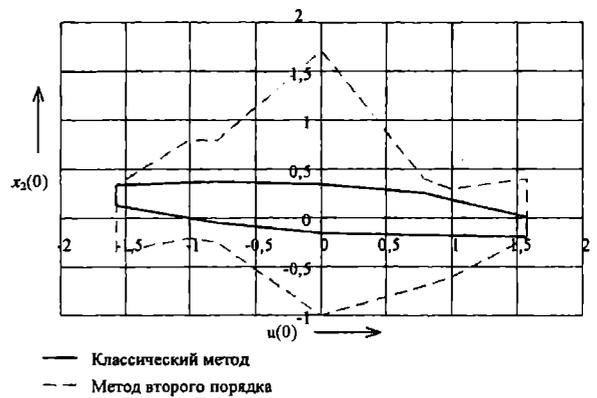


Рис. 2. Область устойчивости классического метода и метода второго порядка в плоскости  $(u(0), x_2(0))$ .

приведены на рисунке 1, для плоскости  $(u(0), x_2(0))$  — на рисунке 2. Алгоритм оптимального управления второго порядка обладает более широкой областью устойчивости, а следовательно, и лучшими показателями качества управления по сравнению с известными методами.

#### Литература

1. Рубан А.И. Адаптивное управление с идентификацией. — Томск: Томский гос. ун-т, 1982. — 302 с.
2. Крутько П.Д. Обратные задачи динамики управляемых систем. Нелинейные системы. — М.: Наука, 1988. — 327 с.
3. Лейтман Дж. Введение в теорию оптимального управления. — М.: Наука, 1968. — 192 с.
4. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. — М.: Наука, 1978. — 832 с.

**КОГУТ Алексей Тарасович**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматика и системы управления».

## Книжная полка

Информатика: Учебник/ Под ред. Н.В. Макаровой. — 3-е изд., перераб. — М.: Финансы и статистика, 2002. — 70 с.: с ил.

Рассмотрены разделы информатики, определяющие базовый уровень подготовки специалистов: основы информационной культуры, современные технические средства и программный инструментарий новых информационных технологий (системное и прикладное программное обеспечение, инструментарий создания программных продуктов).

Для студентов, изучающих дисциплину, преподавателей, слушателей институтов повышения квалификации; может быть использован широким кругом пользователей персональных компьютеров.

Рекомендовано Минобразованием РФ.

# АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СИНТЕЗА МЕТИЛ-ТРЕТ-БУТИЛОВОГО ЭФИРА ПРИ РАЗРАБОТКЕ АСУТП

С целью автоматизации управления процессом для повышения его качества исследуется математическая модель процесса и оценивается ее соответствие экспериментальным данным. Определена возможность описания связи параметров процесса с использованием уравнения линейной регрессии. Применение модели позволяет оптимизировать управление процессом синтеза МТБЭ и увеличить выход готового продукта.

## Введение

Метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ) (2-метил-2-метоксипропан)  $(\text{CH}_3)_3\text{COCH}_3$  является самым эффективным средством для увеличения октанового числа бензинов. При его производстве главными задачами являются увеличение объема производства, снижение потерь и увеличение качества готовой продукции. Решение этих задач требует автоматизации процесса и управления им.

Для эффективного управления процессом синтеза МТБЭ необходимо решить задачу алгоритмизации процесса с выяснением возможных причин снижения качества и потерь в ходе синтеза.

## 1. Схема и описание процесса получения МТБЭ

МТБЭ получают, присоединяя метиловый спирт  $\text{CH}_3\text{OH}$  к изобутилену (2-метилпропилену)  $\text{C}_4\text{H}_8$ . При этом не требуется ни высоких температур, ни высоких давлений. Реакцию осуществляют на специальном катализаторе (чаще всего это ионообменные смолы) с высокой селективностью и почти полной конверсией за проход. Функциональная схема действующей технологической установки для синтеза МТБЭ представлена на рисунке 1.

Синтез МТБЭ из бутилен-изобутиленовой фракции и метанола происходит в прямоточном реакторе 1 и в реакционно-ректификационном аппарате 2. Подача потока отмытой бутилен-изобутиленовой фракции регулируется автоматически регулятором расхода 3. Смешивание сырьевых компонентов происходит в смесителе 6. Подача метанола в смеситель также регулируется автоматически регулятором расхода 7. Исходная бутилен-изобутиленовая фракция непрерывно автоматически анализируется на содержание изобутилена хроматографом 9. Период анализа хроматографа составляет приблизительно 40 минут.

В прямоточном реакторе 1 происходит реакция синтеза. Конверсия изобутилена в этом реакторе достигает 60-70%. Отвод тепла реакции в реакторе 1 осуществляется за счет разогрева реакционной смеси и частичного ее испарения. Для нормального осуществления реакции синтеза температура исходного сырья в нижней зоне катализаторного слоя реактора должна быть в пределах 40-50 °С.

Реакционная смесь из реактора выводится двумя потоками: сверху реактора отбирается газовый поток (газовая фаза); выше катализаторного слоя реактора отбирается жидкая фаза.

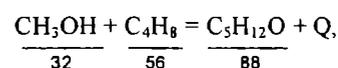
При осуществлении процесса синтеза крайне важен правильный выбор величины расхода каждого продукта.

Как правило, расход бутилен-изобутиленовой фракции (БИФ), содержащей изобутилен, принимается постоянным, а количество подаваемого метанола определяется в зависимости от нагрузки (величины расхода БИФ) и процентного содержания изобутилена в БИФ. Величина соотношения изобутилен-метанол в данном случае выбирается эмпирически, исходя из личного опыта технолога. Это в свою очередь возлагает большую ответственность на оператора, обслуживающего узел синтеза, в поддержании данного соотношения с учетом изменения процентного содержания изобутилена в БИФ.

Для поддержания определенного соотношения изобутилен-метанол используются показания хроматографа 25 — процентное содержание не прореагировавшего метанола в реакционной массе. При постоянной конверсии реактора эта величина в зависимости от текущей производительности реактора поддерживается в пределах 3-6%. При неправильном задании расхода метанола относительно расхода БИФ количество непрореагировавшего метанола на выходе реактора может быть либо больше, либо меньше требуемого значения. В обоих случаях это приводит к перерасходу исходного сырья, недополучению готовой продукции и снижению ее качества.

## 2. Аналитическое описание процесса синтеза

Исследуем взаимосвязь между основными параметрами процесса. Исходными продуктами для получения МТБЭ являются метанол  $(\text{CH}_3\text{OH})$  и изобутилен  $(\text{C}_4\text{H}_8)$ . При смешении исходного сырья и присутствии катализатора химическая реакция синтеза в реакторе описывается следующим уравнением [3]:



где указаны числовые значения расхода компонентов в г/моль.



Из данного уравнения следует, что для осуществления химической реакции необходимо выдерживать массовое соотношение исходных продуктов по следующей зависимости:

$$G_m = \frac{32}{56} G_i, \quad (1)$$

где  $G_m$  – массовый расход метанола, поступающего на реакцию;  $G_i$  – массовый расход изобутилена.

В свою очередь массовое количество изобутилена  $G_i$ , поступающего на реакцию в составе БИФ, можно определить, зная показания хроматографа 9:

$$G_i = C_{\text{БИФ}}^i \cdot G_{\text{БИФ}}, \quad (2)$$

где  $C_{\text{БИФ}}^i$  – концентрация изобутилена в БИФ (показания хроматографа 9);  $G_{\text{БИФ}}$  – массовый расход БИФ.

Таким образом, из формул (1) и (2) мы можем вывести зависимость массового расхода метанола от массового расхода изобутилена:

$$G_m = \frac{32}{56} C_{\text{БИФ}}^i \cdot G_{\text{БИФ}}. \quad (3)$$

Первая задача управления заключается в обеспечении заданного соотношения компонентов метанола и изобутилена перед смесителем. Здесь основным возмущающим фактором при постоянном массовом расходе БИФ будет меняющееся качество БИФ (концентрация изобутилена в БИФ).

В реакторе 1 под воздействием катализатора происходит химическая реакция изобутилена с метанолом. Время реакции составляет 2-3 часа. Зная коэффициент конверсии реактора (в нашем случае по экспериментальным данным он составляет 60-70%), мы можем определить количество метанола, не вступившего в реакцию:

$$G_m' = (1 - K_p) \cdot G_m, \quad (4)$$

где  $G_m'$  – количество метанола, не вступившего в реакцию;  $K_p$  – коэффициент конверсии реактора. Тогда концентрация метанола, не вступившего в реакцию, на выходе из реактора будет определяться выражением вида:

$$C_m = \frac{G_m'}{G_m + G_{\text{БИФ}}}$$

или

$$C_m = \frac{(1 - K_p) \cdot G_m}{G_m + G_{\text{БИФ}}}, \quad (5)$$

где  $C_m$  – концентрация непрореагировавшего метанола в реакционной массе на выходе из реактора. В нашем случае на выходе из реактора реакционная масса присутствует в жидкой и газообразной фазе. Учитывая незначительный массовый расход газообразной фазы по отношению к жидкой фазе, а также незначительное содержание метанола в газообразной фазе, будем считать, что  $C_m$  – концентрация непрореагировавшего метанола в жидкой фазе реакционной массы. Измерение  $C_m$  обеспечивает хроматограф 25.

Подставляя значение массового расхода метанола из формулы (3) в формулу (5), получим зависимость вида:

$$C_m = \frac{(1 - K_p) \cdot \frac{32}{56} \cdot C_{\text{БИФ}}^i \cdot G_{\text{БИФ}}}{\frac{32}{56} \cdot C_{\text{БИФ}}^i \cdot G_{\text{БИФ}} + G_{\text{БИФ}}}$$

или

$$C_m = \frac{(1 - K_p) \cdot K_{\text{CT}} \cdot C_{\text{БИФ}}^i}{1 + K_{\text{CT}} \cdot C_{\text{БИФ}}^i}, \quad (6)$$

где  $K_{\text{CT}}$  – постоянный коэффициент, равный  $\frac{32}{56}$ .

Таким образом, мы выяснили, что концентрация непрореагировавшего метанола на выходе реактора напрямую зависит от концентрации изобутилена в БИФ. И эта величина может быть использована в управлении для корректирования количества подаваемого метанола на смеситель (на реакцию).

### 3. Проведение экспериментальных исследований

Для проверки адекватности описания (6) были проведены экспериментальные исследования. Для этого в течение 5 дней регистрировались показания хроматографов 9 (концентрация изобутилена в БИФ) и 25 (концентрация непрореагировавшего метанола в реакционной массе). Данные накапливались в виде исторических графиков в существующей SCADA системе с дискретностью 20-30 минут. Всего получилось 255 временных срезов. На основании исторических графиков были составлены таблицы исходных массивов данных. Для обработки данных и моделирования была использована математическая система MATLAB (в первую очередь пакет расширения Statistics Toolbox).

На рис. 2 приведены тренды концентрации изобутилена  $C_i(t)$  в БИФ и метанола  $C_m(t)$  на выходе реактора (1 – зависимость  $C_i(t)$ , 2 –  $C_m(t)$ ).

Экспериментальные данные сравнивались с теоретическими данными, полученными путем расчета теоретической зависимости концентрации непрореагировавшего метанола на выходе реактора от концентрации изобутилена в БИФ по (6) –  $C_m(C_i)$ . Расчет проводился при изменении концентрации изобутилена  $C_i$  от 25% до 45% с дискретностью 0,1% и коэффициенты конверсии реактора  $K_p = 0,60$  и  $K_p = 0,70$ . То есть были рассчитаны две теоретические зависимости  $C_m(C_i)$ , одна при коэффициенте конверсии реактора  $K_p = 0,60$ , другая – при  $K_p = 0,70$ . Полученные графики теоретической зависимости  $C_m(C_i)$  сравнивались с экспериментальными данными (рис. 3). На рисунке 3 экспериментальные данные показаны точками, а теоретические зависимости – линиями (сплошная линия для  $K_p = 0,70$ , штрихпунктирная для  $K_p = 0,60$ ).

Теоретические зависимости  $C_m(C_i)$  построены без учета времени реакции (запаздывания реактора), которое может составлять 2-3 часа. При помощи математического пакета MATLAB было осуществлено смещение показаний хроматографов 9 и 25 относительно друг друга на 2 часа для учета запаздывания, а также уточнен коэффициент конверсии реактора (был принят равным 73%).

На рис. 4 представлена экспериментальная зависимость концентрации метанола от концентрации изобутилена (красные точки +) с учетом двухчасового запаздывания реактора, теоретическая зависимость  $C_m(C_i)$  при конверсии реактора 73% (синяя линия), а также результат линейной регрессии экспериментальных данных (красная сплошная линия), выполненной в среде MATLAB. Как видно из рисунка, результат регрессии достаточно хорошо совпадает с теоретическим результатом.

Максимальное расхождение (абсолютная ошибка) между теоретической зависимостью и линейной регрессией составляет 0,0855% при концентрации изобутилена  $C_i = 35,8\%$ . При этом данной концентрации

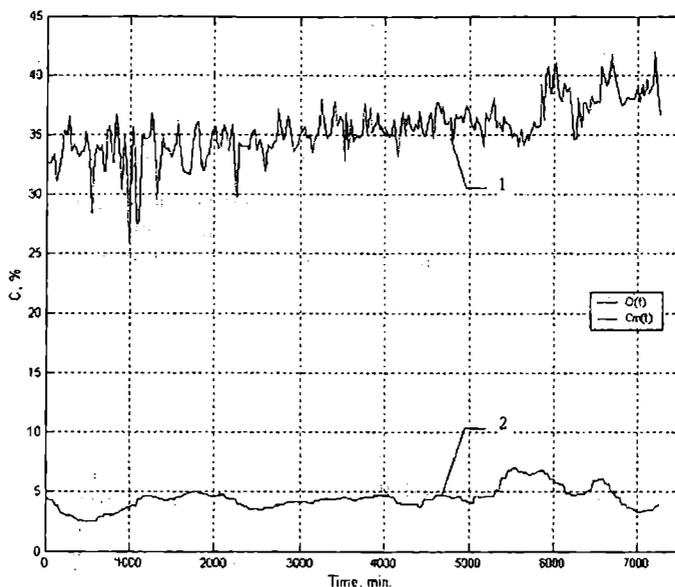
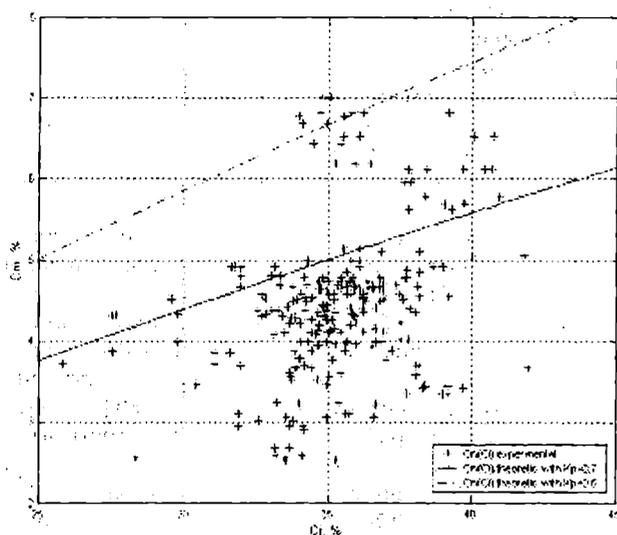
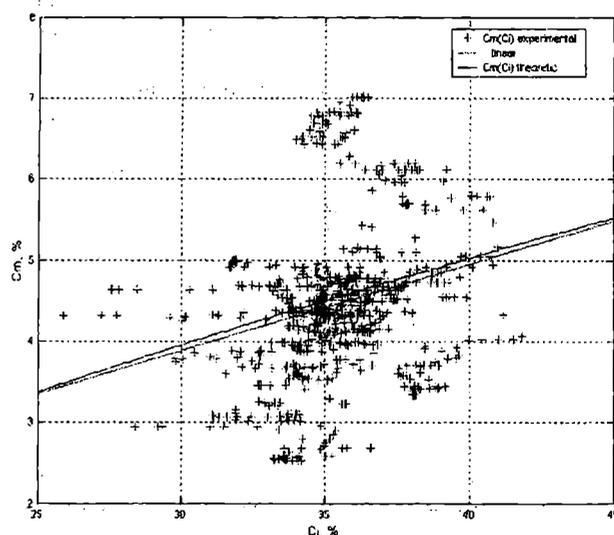


Рис. 2. Тренды концентрации изобутилена и метанола.

Рис. 3. Экспериментальная и теоретическая зависимости  $C_m(C_1)$ .Рис. 4. Экспериментальная и теоретическая зависимости  $C_m(C_1)$  с учетом времени реакции.

изобутилена соответствует следующее аппроксимированное значение концентрации метанола: 4,4999%. Тогда максимальная относительная ошибка определяется выражением:

$$\delta = \frac{0.0855}{4.4999} \cdot 100\%$$

или

$$\delta = 1.9\%$$

### Заключение

Таким образом, для описания процесса синтеза МТБЭ с целью оптимизации управления процессом можно использовать зависимость:

$$C_m = \frac{(1-K_p) \cdot K_{ст} \cdot C_{вно}^I}{1 + K_{ст} \cdot C_{вно}^I}$$

При этом относительная ошибка  $\delta$  по экспериментальным данным составляет 1,9%. На основании этого можно рекомендовать в качестве первой задачи системы управления — автоматическое регулирование

расходов 3 и 7 в массовых единицах (т/ч) с автоматическим поддержанием нужного соотношения метанол-изобутилен; ав качестве второй задачи — корректирование массового расхода метанола 7 в зависимости от концентрации непрореагировавшего метанола на выходе реактора (каскадное регулирование).

### Литература

1. Перов В.А. Основы теории автоматического регулирования химико-технологических процессов. — М.: Химия, 1970. — 352 с.
2. Скобло А.И., Трегубова И.А., Молоканов Ю.К. Процессы и аппараты нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Химия, 1982. — 584 с., 363 ил.
3. Технологический процесс получения метил-трет-бутилового эфира.

БАХМЕТЬЕВ Сергей Николаевич, аспирант кафедры автоматизации и робототехники.

## СЕТЕВАЯ ИНДУСТРИЯ АККУМУЛЯЦИИ УЧЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Рассматриваются вопросы построения сферы коллективной памяти в учебном процессе, для топологий: локальный компьютерный класс, совместный проект, виртуальный класс в контексте применения дистанционных методов обучения.

В современной модели подготовки специалиста, необходимым условием является его качественное соответствие государственному образовательному стандарту, доминирующей частью которого становится трансляционный подход к передовым информационным технологиям. Коммуникационные проблемы информатизации образования получили статус сложного и практически значимого комплекса, в связи с массовым переходом средств обучения в сферу инновационных компьютерных технологий.

Процесс внедрения элементов дистанционного обучения в образовательный процесс не может быть эффективен без построения организованного информационного обмена. Очевидно, что структура корпоративной среды для информационного тренинга в области подготовки специалиста с точки зрения уровней распределения информации, определена как:

- информация общая для отдельной группы пользователей;
- информация коллективного пользования;
- комплекс профессионально-ориентированной информации.

С технической точки зрения структура информационного обмена в учебном процессе состоит из ряда обязательных компонентов (рис. 1), важнейшими из которых являются: коммуникационно-вычислительные ресурсы, генераторы информационных ресурсов, система управления информационными потоками. Коммуникационные и вычислительные ресурсы, включают в себя коммуникационные узлы, объединяющие вычислительные сети компьютерных классов, вспомогательных служб и подразделений. Генераторы информационных ресурсов [1] осуществляют функции накопления и распространения учебной, научной, фактографической и иной информации. В качестве таких центров выступают: библиотечная сеть, информационные центры узкой специализации, в том числе многопользовательские системы

автоматизированного проектирования, научно-техническая информация, средства ориентированные на анализ данных - системы поддержки принятия решений. Управление информационными потоками направлено на организацию доступа к информации, осуществление доверительных отношений с пользователями, обеспечение политики сетевой безопасности.

Учитывая сложность топологий вычислительных сетей учебного заведения, большое количество связей, техническое многообразие организационных форм информационного обмена, сегментируем сеть учебного процесса на следующие компоненты:

1. Локальный компьютер;
2. Компьютерный класс;
3. Компьютерные классы (совместный проект).
4. Виртуальный класс.

Применение локального варианта обучения уже сегодня носит эпизодический характер и предназначен в основном для однопользовательской организации информационного обучения. Спектр обучения сводится к получению первичных навыков ориентации студентов в информационных системах и технологиях. Отсутствие коммуникационной фазы доступа к информации определяется предварительной либо первоначальной подготовкой информационного потенциала обучаемого, к последнему относится не только информационная культура и сложные характеристики информационного массива, но и преодоление аспектов информационного неравенства.

Рассмотрим типовую структуру вычислительной сети учебного класса (рис. 2). Объектами хранения информации можно считать информационные ресурсы, обеспечивающие поддержку информационного проекта в замкнутом информационном контуре. Централизованный сервер класса 1, осуществляет дискретный процесс управления внутрисегментным трафиком класса 2, имеющим собственные управляющие

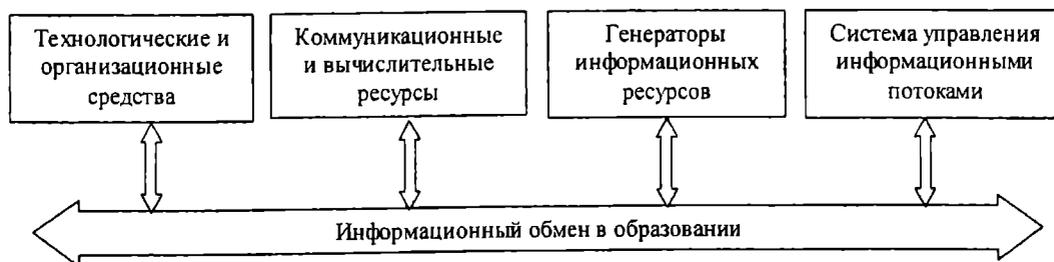


Рис. 1. Основные элементы организации потоков информации.

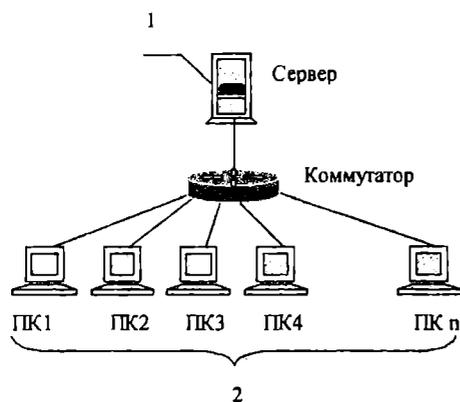


Рис. 2. Топология «Компьютерный класс».

операционное и сетевое программное обеспечение на каждом ПК, поддерживающим процедуры информационного поиска и навигации.

Использование в процессе подготовки технологий Computer Based Training целесообразно в случае модели синхронного обучения, объединяющей информационную среду с формами сетевого общения, построенными на off-line технологиях. В этой модели обучения наиболее перспективными формами являются мультимедийные курсы и контрольные мероприятия в виде аттестационного тестирования.

К основному недостатку применения локальной топологии можно отнести краткосрочную кумулятивную функцию данных, отсутствие обратной связи с преподавателем. Ограничение в объемах накопительных устройств, локализация коммуникаций, факторы загрузки класса, быстрое устаревание информационных ресурсов, внутренние угрозы нарушения созидательной функции сервера класса, выделяют локальную топологию компьютерного класса в ряд вспомогательных инструментов обучающего процесса.

Внедрение в образовательную практику оригинальных методик и передовых технологий привносит в топологию построения учебных классов новые организационные формы. Так, корректирующим действием для преодоления барьера коммуникаций становится физическое объединение компьютерных классов в общую сеть, т.е. построение модели совместного проекта (рис. 3).

Центральный выделенный сервер классов А представляет собой в общем понимании институт социальной памяти, сочетая в себе технологии информа-

ционного комплекса, функции экспертных систем, информационный фонд (банк данных) и трансляционные функции. Оперативность предоставления долгосрочной информации ее полнота и сохранность обеспечиваются межсегментным трафиком, созданием Raid-массивов, зеркалированием, или более примитивным копированием [2].

Краткосрочные учебно-методические материалы, информация, поступающая от преподавателя, размещается на выделенных серверах В и С, образуя промежуточные накопители информации.

Процесс информационного обеспечения с использованием накопительных технологий, можно представить в виде задачи, в которой имеются условия, решение, ответ, проверка ответа. Обучение в географически удаленных друг от друга компьютерных классах по единому алгоритму, приобретает необходимость диалога, для которого общим является запрос-транзакция, осуществляемых посредством коммуникаций, к серверам учебного процесса (рис. 4). Поэтому во время совместной деятельности субъектов обучения возникает аспект расширения сферы коллективной памяти, появляется необходимость в непосредственном пересечении субъектов и объектов следующих типов: «Преподаватель-сервер-обучаемый».

Техническое решение задач поддержки обучения, требует адекватной оценки стратегии размещения и хранения данных.

Так, применение имитационной модели асинхронного обучения характеризуется внедрением в образовательный процесс групповых информационных технологий, для которых выполнение методических заданий основано на самостоятельном изучении студентами массивов информации (рис. 5), расположенных в пределах образовательного учреждения. Обучаемые получают доступ к статистической и динамически обновляемой информации, самостоятельно изучают учебные материалы, при необходимости получают групповые и индивидуальные консультации например в Chat-режиме. Изучение заканчивается индивидуальными тестами. Для логического структурирования учебных материалов оправдана организация централизованной базы данных с назначением прав доступа, как и в случае топологии «компьютерный класс». В случае применения полной асинхронной модели обучения (для которой наиболее перспективной формой является учебный телекоммуникационный проект), основой для хранения информации служат распределенные источники накопления инфор-

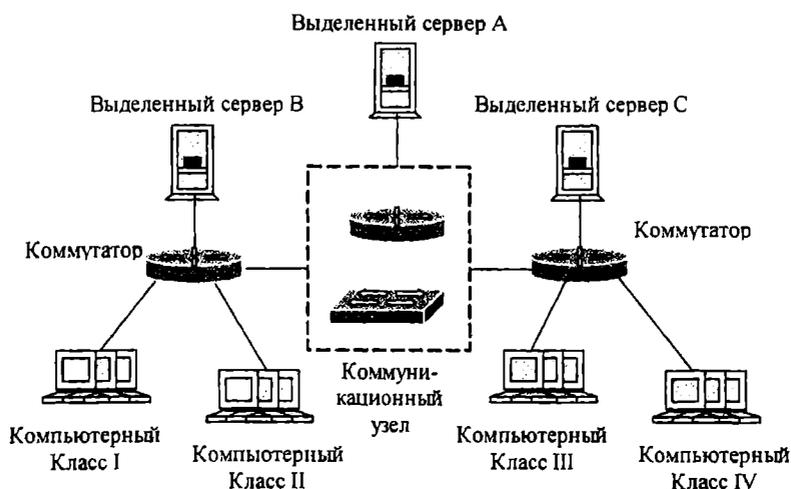


Рис. 3. Топология «Совместный проект».

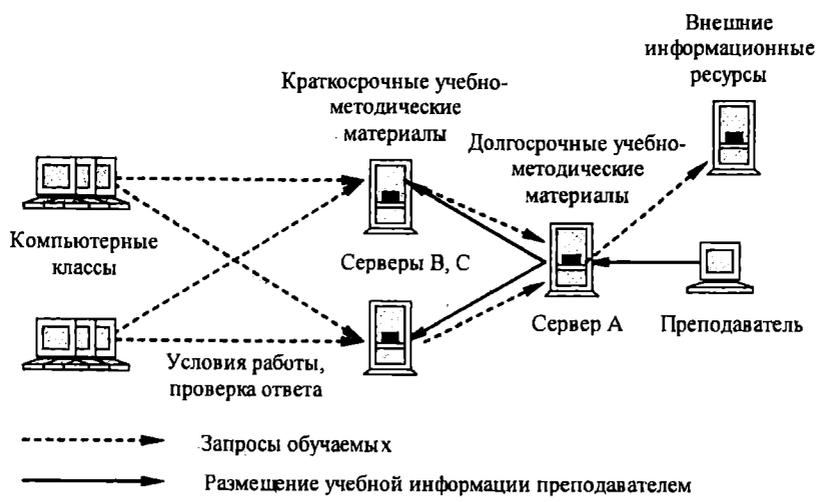


Рис. 4. Способ организации размещения учебно-методических материалов.

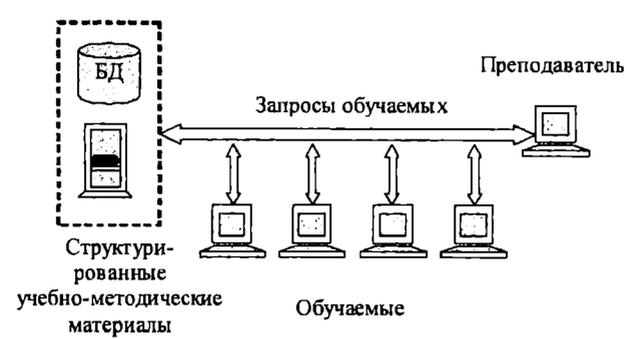


Рис. 5. Организационная схема поддержки телекоммуникационного проекта.

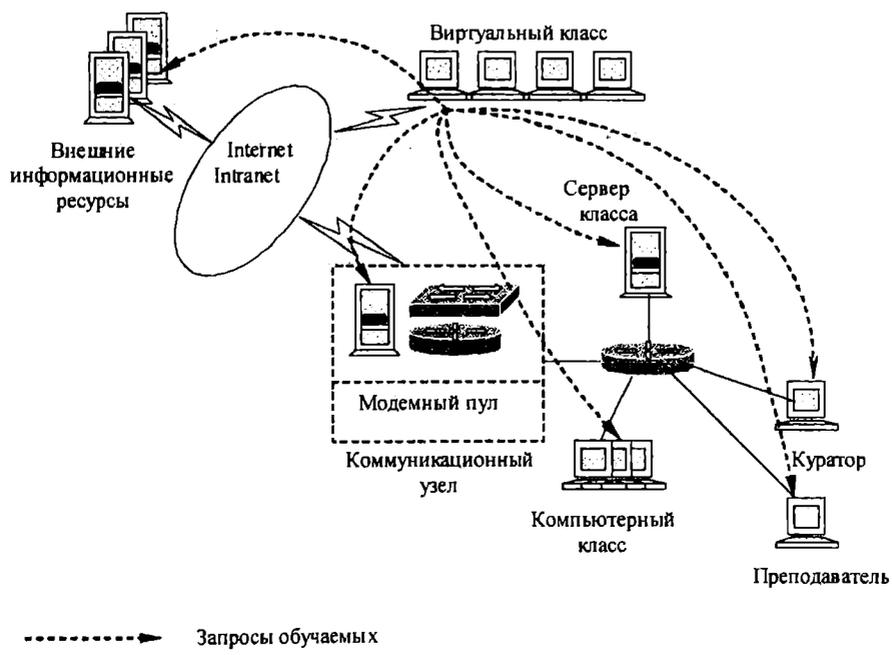


Рис. 6. Топология «Виртуальный класс».

мации (рис.6). Построение фондов образовательной информации основано в первую очередь на обеспечении свободного доступа, точности полноту представления данных, сохранность источников информации. Свобода доступа к образовательным ресурсам, формирует ряд ценностей входящих в категорию ин-

формационного обслуживания [3]. В этой связи приобретают центральное значение информационная культура ряда вспомогательных информационных подразделений, обеспечивающих интенсивность применения в проекте следующих аккумулирующих технологий:

- систем реплицирования данных;
- средств защиты информации и разграничения доступа;
- web-технологий, технологий Internet;
- средств интеграции баз данных телекоммуникационного проекта.

Формирование и полнофункциональная информационная деятельность ставит вопросы ответственности за обеспечение свободного доступа к информации - расширения среды современного образовательного проекта, при этом организация методов хранения и распространения информации, возлагается на стратегию и информационный потенциал сотрудников информационных подразделений. Так, в настоящее время в Омском государственном институте сервиса разработана концептуальная схема применения в процессе обучения технологий Computer Based Training. Переход от диалоговой технологии к телеконференции в режиме on-line, предполагает продуманную оптимизацию локальных вычислительных сетей. Кроме того, реализация телекоммуникационного проекта требует качественной модернизации, и это должно происходить в совокупности с квалифи-

цированной переподготовкой учебно-вспомогательного персонала.

#### Литература

1. Колин К.К. Фундаментальные основы информатики: социальная информатика. — М.: Академический Проект. 2000. — 350 с.
2. Михеев В.Н. Проектный менеджмент для проектно-ориентированных компаний // Консалтинг. — 2002. — № 1-2. — С. 16-27.
3. Ойхман Е.Г., Попов Э.В. Реинжиниринг бизнеса: реинжиниринг бизнеса и информационные технологии. — М.: Финансы и статистика, 1997. — 336 с.

**АЗАРОВ Вячеслав Геннадьевич**, руководитель центра информационных технологий.

**ХРАПСКИЙ Сергей Филиппович**, кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и высшей математики, проректор по информационным технологиям.

УДК 681.3.069

**С. С. ЕФИМОВ**  
**О. С. ЕФИМОВА**

Омский государственный  
технический университет

Омский государственный  
университет

## МЕТОДЫ ШИФРОВАНИЯ И ДЕШИФРОВАНИЯ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО РАЗДЕЛУ «КРИПТОГРАФИЯ» КУРСА «ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Рассматривается система автоматизированного обучения и контроля знаний по криптографии в курсе «Информационная безопасность», реализованная в среде визуального программирования Delphi. Описано два десятка криптографических методов, реализованных в системе. Позволяет сгенерировать уникальный вариант задания, проверить правильность выполнения с указанием ошибок, выставляет объективную оценку.

Криптографические методы защиты данных в настоящее время занимают важное место в системе компьютерной безопасности любой организации, предприятия, учреждения независимо от того, идет речь о вычислительном центре крупного завода, конструкторского бюро, о локальной сети банка, небольшой фирмы или же об изолированных персональных компьютерах.

Для эффективного изучения криптографических методов защиты данных необходимо иметь соответствующие контролирующие и обучающие программные средства.

В настоящее время во многих программных средствах реализованы различные алгоритмы шифрования и дешифрования. Сюда можно отнести программы архивации/разархивации с использованием паролей (WinRar, WinZip), программы пакета Microsoft Office (Word, Excel, Access). Существуют специализированные программы для шифрования файлов, каталогов, дисков, например, 4Safe StrongDisk (шифрование дисков), Artix Bitmap Shifratot (шифрование в виде точек в графическом файле), BlackBoard Encrypt (шифрование файлов 64-битным ключом), Encrypt Easy (использует 67 криптографических методов), Lock, Un-

lock (шифрование и дешифрование файлов под DOS) и др.

Хотя перечисленные программы и можно использовать в процессе обучения, но они разработаны не для обучения пользователей, а для шифрования информации с целью ее защиты. Поэтому в них отсутствуют элементы, необходимые при организации процесса обучения.

Известна учебная программа L\_LUX (МЭИ - Московский энергетический институт) [1]. Она рассчитана на обучение шифрам Цезаря, Вижинера, методу инверсного кодирования, методу гаммирования. Программа имеет удобный интерфейс, систему меню, инструментальную панель, встроенный редактор, строит гистограммы частот символов, используемых в исходном, зашифрованном и дешифрованном файлах. Она дает возможность ручного расшифрования текстов на основе гистограммы или путем использования возможного слова в исходном тексте. В программе имеется возможность использования помощи об используемых методах шифрования/дешифрования.

Однако основная цель, поставленная разработчиками программы, — усвоение возможных приемов криптоанализа. Знание самих методов шифрования/дешифрования проверяется лишь косвенно. Количество используемых методов очень ограничено (четыре метода).

Известна также программа для проверки знания методов шифрования-дешифрования, созданная в Вологодском государственном педагогическом институте (А.Н.Кузнецов) [2]. Она позволяет в интерактивном режиме ввести тексты для шифрования или дешифрования в одно из двух окон. После нажатия на кнопки «Шифровать» или «Дешифровать» в свободном окне появляется результат компьютерной обработки. Его можно сверить с результатом ручного шифрования. Методы, реализуемые системой: метод Цезаря (в том числе с ключевым словом), аффинная криптосистема, метод Полибия, метод полосок, система Вижинера, система Бофорта, система с автоключом. Имеется также возможность проводить частотный анализ текстов.

Недостаток рассмотренной программы в том, что она не имеет встроенных средств для проверки знания методов шифрования-дешифрования.

В настоящей работе рассматривается система, которая дает возможность проверять знание сущности методов шифрования/дешифрования данных. Для

создания подобной системы была выбрана среда визуального программирования Delphi, позволяющая создавать программные средства с удобным дружественным интерфейсом. В данное время система находится в стадии разработки. Для запрограммированных методов с разной степенью детализации реализованы следующие возможности:

- выдача варианта задания из числа заложенных в систему методов;
- вызов форм для компьютерной проверки умения шифровать и расшифровывать путем использования соответствующих криптографических методов;
- оценка правильности выполнения задания.

Основное окно системы (рис.1) содержит несколько вкладок: для выдачи задания, для выбора группы методов, для оценки результата. Вариант генерируемого задания включает в себя название метода, исходный текст для шифрования (дешифрования), ключи. Для выдачи шифруемого текста используется файл достаточного размера, из произвольного места которого выбирается последовательность символов необходимой длины. Сгенерированный вариант задания вместе с учетными данными студента (Ф.И.О., группа) записывается на диск в файл отчета системы. Перед этим данные автоматически шифруются, чтобы исключить возможность их ручной коррекции недобросовестным пользователем. Для просмотра содержимого файла результата достаточно запустить специально созданную программу дешифрования и набрать пароль.

После выполнения ручного шифрования или дешифрования текста пользователь выбирает вкладку соответствующей группы методов (поточные шифры, шифры замены, шифры перестановки ...) и вызывает окно необходимого метода путем нажатия на соответствующую кнопку. Пример диалогового окна для метода Вижинера представлен на рис.2. В поле «Учетные данные» набирается фамилия и группа студента. Затем в следующем поле набирается исходный текст для шифрования или дешифрования. В дальнейшем вместо этого предполагается вводить условный код пользователя, генерируемый системой при выдаче варианта задания. По значению кода пользователя будет автоматически заполняться поле учетных данных и многострочное поле исходного текста.

В следующем поле надо набирать текст, зашифрованный (расшифрованный) вручную. После нажатия на кнопку проверки в очередное поле выводится ре-

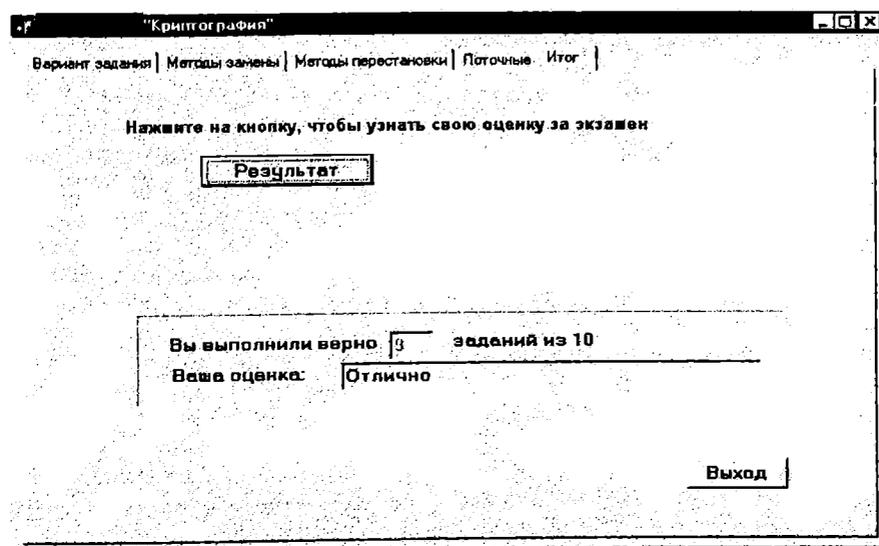


Рис.1. Основное окно системы.

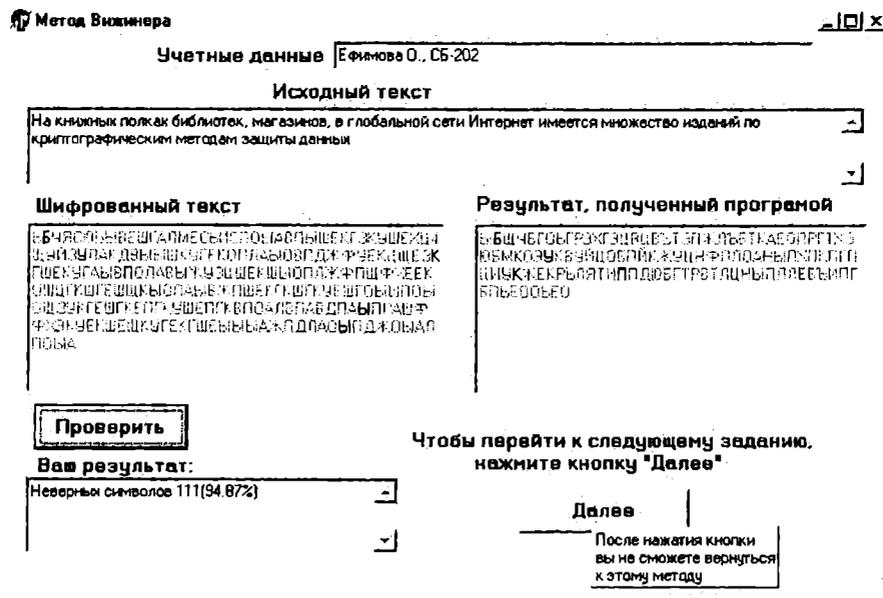


Рис.2. Пример диалогового окна (метод Вижинера).

зультат компьютерной обработки исходного текста. При этом несовпадающие символы в поле ручного шифрования/дешифрования выделяются другим цветом. Это позволяет обратить внимание обучаемого (и преподавателя) на количество допущенных ошибок и их локализацию.

Одновременно в окне оценки текущей формы будет появляться сообщение о количестве допущенных ошибок в процентах и их конкретные позиции в исходном тексте. Значения полей текущего окна после их предварительного шифрования будут также выведены в файл отчета системы.

Кнопка проверки в окне каждого метода делает недоступными для редактирования поле исходного текста и поле зашифрованного/расшифрованного текста. После выхода из окна формы метода повторный его вызов невозможен в текущем сеансе работы, так как блокируется системой до выставления итоговой оценки.

Система помощи в настоящее время настроена в виде всплывающих подсказок, появляющихся при наведении курсора мыши на элемент формы. В дальнейшем будет создан полноценный файл помощи, включая справочные сведения по тестируемым методам для возможности самообучения и повторения изученного ранее материала.

Система предназначена для реализации перечисленных ниже методов.

**Шифры перестановки:** блочная перестановка с ключевым словом, шифрование с использованием маршрутов Гамильтона, метод перестановки на основе таблицы произвольного размера, метод табличной перестановки с ключевым словом, метод двойной перестановки на основе таблицы, метод трафаретов (палеток), шифр перестановки на основе магических квадратов.

**Шифры замены:**

**Монограммные шифры:** шифр Атбаш, шифр Полибия, система шифрования Цезаря, аффинная система подстановок, система омофонов, шифр Вижинера, полибианский квадрат, метод инверсного кодирования;

**Биграммные шифры:** биграммный шифр Плейфейра, криптосистема Хилла, двойной квадрат Уитстона;

**Шифры поточного шифрования:** метод Вернама, метод гаммирования.

Краткое описание сущности реализованных в системе методов представлено ниже.

**Шифр блочной перестановки по ключевому слову** предполагает разбиение текста на блоки длиной в ключевое слово. Затем в каждом блоке символы переставляются в порядке следования букв ключа в алфавите. Слово КРИПТОГРАФИЯ при ключевом слове Пароль (4 1 5 3 2 6) зашифруется как РТПКИОРИФГАЯ.

**Шифрование на основе маршрутов Гамильтона** похоже на шифр блочной перестановки по ключевому слову, однако порядок перестановки букв в блоках меняется с определенной периодичностью, например, через каждые три блока. Для отображения порядка перестановки букв внутри блока используются не ключевые слова, а графы, называемые маршрутами Гамильтона. На рис.3 показано три маршрута Гамильтона. Буквы исходного текста записываются в клетки в соответствии с их номерами, а читаются в соответствии с маршрутами Гамильтона.

Например, фраза ВСЕ ТАЙНОЕ СТАНЕТ ЯВНЫМ с учетом пробелов, записанная в узлы трех графов, представлена на рис.4. Она зашифруется следующим образом: ТВЕ САИЙТН ОЕАЕСНЫ МЯТ В.

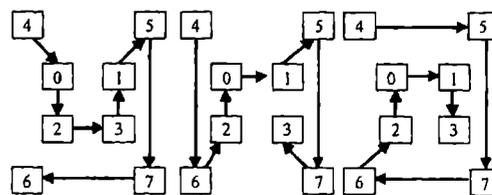


Рис.3. Маршруты Гамильтона.

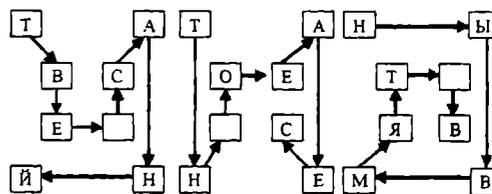


Рис.4. Пример зашифрованной фразы ВСЕ ТАЙНОЕ СТАНЕТ ЯВНЫМ.

**В блочном шифре, использующем табличную перестановку,** исходный текст разбивается на блоки по  $M \times N$  символов, затем записывается по строкам в таблицу из  $M$  строк и  $N$  столбцов, а считывается по столбцам. Например, слово КРИПТОГРАФИЯ при значениях ключей  $M = 3, N = 4$  после шифрования примет вид КТАРОФИГИПРЯ (см. табл. 1).

**В блочном шифре на основе таблицы с ключевым словом** после записи текста по строкам столбцы переставляются в соответствии с ключевым словом. Потом выполняется считывание по столбцам. Например, для слова КРИПТОГРАФИЯ при использовании пароля пара (3 1 4 2) после перестановки столбцов получится табл. 2. Шифртекст примет вид ИГИКТАПРЯРОФ.

**Шифр двойной перестановки на основе таблицы** предполагает использование двух паролей, первый - для перестановки столбцов, как в предыдущем методе, второй - для перестановки строк. Если пример предыдущего метода усложнить вторым паролем код (2,3,1), то таблица после перестановки строк будет иметь вид, представленный рядом. Шифртекст будет иметь вид ГИИТАКРЯПОФР.

**Блочный шифр на основе магического квадрата** размера  $N \times N$ . Символы блоков исходного текста записываются в ячейки таблицы в порядке, соответствующем значениям чисел магического квадрата, а считываются по строкам. Например, слово ТАБЛИЧНЫЙ с помощью квадрата  $3 \times 3$  (4,3,8; 9,5,1; 2,7,6) после шифрования примет вид ЛБЫЙИТАНЧ (см. табл. 4).

**В шифре Атбаш** каждая буква заменяется на букву, симметричную относительно средней буквы алфавита, то есть А - на Я, Б - на Ю и т.д. Для слова ЯМА получим АУЯ.

**Шифр Полибия.** Для шифрования используется таблица, называемая доской Полибия, состоящая из 7 строк и 7 столбцов, приведенная в табл. 5. Буквы в первой строке обозначают номер соответствующего столбца. Буквы первого столбца обозначают номер строки. Остальная часть таблицы размера  $6 \times 6$  содержит 32 буквы русского языка и 4 дополнительных символа. Каждый символ из этой части таблицы кодируется двумя буквами: первая обозначает строку, вторая - столбец. Например, фраза УЧЕНЬЕ - СВЕТ зашифруется следующим образом: ГБГЕАЕВБДДАЕЕЕЕДЕ-ЕВЕАВАЕГА.

**Метод Цезаря** с ключом  $K$  заключается в том, что каждая буква исходного текста заменяется на букву, номер которой на  $K$  единиц больше. Если номер буквы больше номера последней буквы алфавита, то выполняется переход к первой букве алфавита, затем - ко второй и т.д. Например, слово ЯМА при ключе равном 2 после шифрования примет вид БОВ.

**В аффинной системе подстановок** номер буквы исходного текста умножается на целое число  $K1$  и к произведению добавляется число  $K2$ . Результат берется по модулю  $N$  (число символов в алфавите). Числа  $K1$  и  $N$  должны быть взаимно простыми.

**Система омофонов** предотвращает возможность расшифрования путем определения частот появления букв в шифртексте. В этом методе каждой букве исходного текста соответствует число замен, пропорциональное вероятности появления этой буквы в

Табл.1. Шифр блочной перестановки на основе таблицы

К	Р	И	П
Т	О	Г	Р
А	Ф	И	Я

Табл.2. Шифр блочной перестановки с ключевым словом на основе таблицы

И	К	П	Р
Г	Т	Р	О
И	А	Я	Ф

Табл.3. Шифр двойной перестановки на основе таблицы

Г	Т	Р	О
И	А	Я	Ф
И	К	П	Р

Табл.4. Магические квадраты

4	3	8
9	5	1
2	7	6

Л	Б	Ы
Й	И	Т
А	Н	Ч

Табл.5. Доска Полибия

	А	Б	В	Г	Д	Е
А	А	Б	В	Г	Д	Е
Б	Ж	З	И	Й	К	Л
В	М	Н	О	П	Р	С
Г	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч
Д	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э
Е	Ю	Я	.	,	-	

Табл.6. Метод омофонов

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З
62	14	38	13	25	72	7	16
И	Й	К	Л	М	Н	О	П
62	10	28	35	26	53	90	23
Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч
40	45	53	21	2	9	4	12
Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я
6	3	14	16	14	3	6	18

открытом тексте. Существуют специальные таблицы (см. табл. 6) для любого языка, в которых указано, сколько раз встречается каждая буква алфавита на 1000 (или 10000) символов в текстах соответствующего языка. Так для 32-х букв А.. Я русского языка частоты встречаемости букв на 1000 символов текста приведены в таблице. Из таблицы видно, что, например, буква Ф встречается в 45 реке (2 раза), чем буква О (90 раз). При шифровании таким методом букве А ставится в соответствие 62 произвольных числа (до 1000), букве Б - 14 произвольных чисел, но не совпадающих с уже выбранными для А и т.д.

Пример. Для простоты выберем для буквы А диапазон номеров 1..62, для Б - номера 63..76, В - 77..114, Г - 115..127, Д - 128..152, Е - 153..224, Ж - 225..231, З - 232..247, И - 248..309, Й - 310..319, К - 320..347, Л - 348..382, М - 383..408, Н - 409..461, О - 462..551, П - 552..574, Р - 575..614, С - 615..659, Т - 660..712, У - 713..733, Ф - 734..735, Х - 736..744, Ц - 745..748, Ч - 749..760, Ш - 761..766, Щ - 767..769, Ъ - 770..783, Ы - 784..799, Ь - 800..813, Э - 814..816,

Ю - 817..822, Я - 823..840. При шифровании букв случайным образом выбирают один из ее эквивалентов. Для слова ОМОФОН можно использовать, например следующую цепочку замен: 470 400 500 735 499 450.

**Шифр Вижинера.** Каждая буква исходного текста заменяется на букву, номер которой увеличен на  $K_i$ , где  $i$  - порядковый номер  $i$ -ой буквы в ключевом слове или фразе, а  $K_i$  - ее номер в алфавите. Сложение номеров букв выполняется по модулю  $N$ , где  $N$  - количество символов в алфавите. Например, слово КРИПТОГРАФИЯ (номера букв 10, 16, 8, 15, 18, 14, 3, 16, 0, 20, 8, 31) при ключе шифр (24, 8, 20, 16) примет вид ВЦЬ-ЯИФЦАЦЬЬН (номера букв по модулю 32:  $34-32=2$ ,  $24, 28, 31, 42-32=10, 22, 23, 32-32=0, 24, 28, 28, 47-32=15$ ).

**Полибианский квадрат.** В квадрате случайным образом располагаются буквы алфавита. Каждая буква заменяется расположенной снизу в том же столбце, с последней строки - переход на первую. Для русского языка можно использовать квадрат 6х6, добавив к 32 буквам (без ё) точку, запятую, тире и пробел. Полибианский квадрат представлен в табл. 7.

Пример: ТАЙНОЕ СТАНЕТ ЯВНЫМ. После шифрования получится текст МПАЁХГНЯМПЁГМНЛЬ-ЁЖ.С

**Метод инверсного кодирования.** Двоичные 5-разрядные коды букв исходного текста заменяются на обратные коды, которые заменяются буквами. Буква А имеет код 00000, Б - 00001, ..., Я - 11111. Например, буквы слова ШИФР имеют десятичные номера 24, 8, 20, 16. В виде двоичных кодов получим 11000, 01000, 10100, 10000. Обратные коды имеют вид 00111, 10111, 01011, 01111 ли в десятичной системе 7, 23, 11, 15. Зашифрованное слово имеет вид ЗЧЛП.

**Биграммный шифр Плейфейра.** Создается шифрующая таблица, в которую записывается ключевое слово, а затем оставшиеся буквы алфавита (табл. 8). Затем текст разбивается на пары букв - биграммы, каждая из которых шифруется по отдельности. Из пар букв исходного текста образуют прямоугольник, на концах одной диагонали которого располагаются эти буквы, а из концов другой диагонали берут буквы зашифрованной биграммы (сначала для левой буквы в той же строке, затем - для правой).

Если исходная биграмма располагается в одной строке, то берутся буквы, ближайšie справа от шифруемых. Если же буквы исходной биграммы находятся в одном столбце, то в качестве итоговой биграммы надо использовать буквы, расположенные снизу от каждой из этих букв. В тех случаях, когда строка или столбец являются последними, выбираются первая строка или первый столбец соответственно.

Пример: ДЛИННЫЙ ПАРОЛЬ в виде биграмм примет вид ДЛ ИН ЫЙ ПА РО ЛЬ (одинаковых букв в биграмме быть не должно). После шифрования получим: ЕБ ГР ЮЖ ВШ ОЛ БК.

**Криптосистема Хилла.** Шифроваться могут К-граммы букв (биграммы, триграммы и т.д.). Для шифрования выбирается матрица  $K \times K$  такая, чтобы ее определитель не имел общих делителей с числом букв в алфавите. Шифрование заключается в умножении этой матрицы по модулю  $N$  на столбец из десятичных номеров букв К-грамм, на которые разбит исходный текст, где  $N$  - количество букв в алфавите. Полученные столбцы используются для преобразования номеров букв в К-граммы шифртекста.

Табл.7. Полибианский квадрат

И	Р	Э	Д	Е	С
Ъ	Й	Б	Ю	Г	Я
Ц	А	К	Ш	Ч	Л
З	П	В	У		Т
Ы	О	Ь	Щ	Н	М
Ж	Х	,	Ф	Ё	.

Табл.8. Биграммный шифр Плейфейра

Б	А	Н	Д	Е	Р	О	Л
Ь	В	Г	Ж	З	И	Й	К
М	П	С	Т	У	Ф	Х	Ц
Ч	Ш	Щ	Ъ	Э	Ю	Я	

Табл.9. Двойной квадрат Уитстона

Б	Г	Й	Ю	Ъ	Я	И	Р	Э	Д	Е	С
В		П	У	З	Т	Ъ	Й	Б	Ю	Г	Я
К	Ч	А	Ш	Ц	Л	Ц	А	К	Ш	Ч	Л
,	Ё	Х	Ф	Ж	.	З	П	В	У		Т
Э	Е	Р	Д	И	С	Ы	О	Ь	Щ	Н	М
Ь	Н	О	Щ	Ы	М	Ж	Х	,	Ф	Ё	.

Пример для английского языка. Фраза PAY MORE MONEY в виде номеров букв биграмм запишется как (15,0; 24,12; 14,17; 4,12; 14,13; 4,24). В качестве матрицы

шифрующего преобразования возьмем  $\begin{pmatrix} 3 & 3 \\ 2 & 5 \end{pmatrix}$ . Тогда

после умножения ее по очереди на все вектора  $\begin{pmatrix} 15 \\ 0 \end{pmatrix}$  и

т.д. получим пары (19,4; 4,4; 15,9; 22,16; 3,15; 6,24), что в виде букв имеет вид ТЕ ЕЕ РЈ WQ DP GY. Для выполнения дешифрования надо получить обратную матрицу по модулю 26 (для английского алфавита).

Пример для русского языка. Фраза НОВЫЙ КОД (13,14; 2,27; 9,10; 14,4) для той же шифрующей матрицы даст пары чисел (17,0; 23,11; 25,4; 22,16). В виде биграмм это примет вид СА ЧЛ ЩД ЦР. Для дешифрования потребуется обратная матрица по модулю 32.

**Двойной квадрат Уитстона.** Метод похож на шифр Плейфейра, однако вместо одной таблицы объединяют две (одна слева другая - справа). В каждой таблице располагаются символы алфавита в случайном порядке, как в Полибианском квадрате. Прямоугольники по каждой биграмме строятся так, чтобы первая буква была в левом квадрате, вторая - в правом (табл.9). Шифрование биграмм выполняется так же, как и в шифре Плейфейра, если они находятся в разных строках. Если же символы биграммы расположены в одной строке, то первый символ биграммы шифртекста берут из правой таблицы в столбце, номер которого совпадает с номером столбца первого символа исходной биграммы, а второй символ шифртекста - из левой таблицы в столбце, номер которого соответствует второму символу исходной биграммы. Например, фраза ДЛИННЫЙ ПАРОЛЬ преобразуется к виду ШМ НИ ЕЖ ХЕ АЙ ЁЕ СК.

**Шифр Вернама.** Случайная бесконечная последовательность нулей и единиц (ключ метода) складывается по модулю 2 с двоичными 5-разрядными кодами букв исходного текста. Буква А имеет код 00000, Б -

00001, ..., Я - 11111. Например, буквы слова ШИФР имеют десятичные номера 24, 8, 20, 16. В виде двоичных кодов получим 11000, 01000, 10100, 10000. Если в качестве последовательности цифр шифра взять цепочку 10011 01010 01100 01101 01110, то после поразрядного сложения получим коды 01011 00010 11000 11001 11110. Этим кодам будут соответствовать буквы с номерами 7, 2, 24, 25, 30, то есть ЗВШЩЮ.

**Метод гаммирования.** Отличается от метода Вернама тем, что перед шифрованием открытый текст разбивается на блоки фиксированной длины, например, по 64 бита. Для каждого блока используется своя гамма шифра (последовательность нулей и единиц). Криптостойкость шифра в этом методе определяется ограниченной длиной ключа.

Рассмотренная в статье система и реализованные в ней методы шифрования и дешифрования были ис-

пользованы при проведении зачета по курсу информационной безопасности, что позволило облегчить труд преподавателя и автоматизировать сам процесс аттестации. Дальнейшая работа над системой будет проводиться в направлении создания более дружественного и удобного интерфейса и увеличения количества тестируемых методов.

#### Источники

1. Web-страница <http://alexeyttt.newmail.ru/>
2. Web-страница <http://www.uni-vologda.ac.ru/>

**ЕФИМОВ Сергей Сергеевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики и информационных систем Омского государственного технического университета.

**ЕФИМОВА Ольга Сергеевна**, студентка Омского государственного университета.

УДК 681.3.075

**Р. И. ВОРОБЬЕВА**

Омский государственный  
институт сервиса

## ПРИМЕНЕНИЕ ГИПЕРТЕКСТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ КУРСОВ

Рассматривается использование электронной версии учебного пособия Бояркина Г.Н., Воробьевой Р.И., Потуданской В.Ф., Романовского Р.К. «Модели социоорганизационных систем (оптимизация на графах)» в качестве электронного конспекта лекций и его применение в самостоятельной работе студентов.

Современный уровень развития информационных технологий изменил требования к преподаванию любой дисциплины, в том числе и курса математики. Традиционное «оборудование» в виде доски и кусочка мела дополнено современными средствами экран-технологии. Преподаватель, в настоящее время, при желании и возможности, может использовать лекционный компьютер, аудио- и видеотехнику, ресурсы сети Интернет. Все это изменило и требования к уровню подготовки преподавателя, так как создание электронных курсов и тестов требует не только много времени, но и знаний в области информационных технологий.

Пакет MS Office в настоящее время выступает в качестве основного средства автоматизации деятельности любого учреждения, в том числе и вуза. Он содержит специальные средства подготовки документов к использованию их в качестве информационных ресурсов гиперсети Интернет и интрасетей — систем с ограниченным кругом пользователей, например, локальной сети вуза. Широкое распространение в последнее время получили различные технологии обучения без преподавателя. Особая роль отводится электронным учебникам, обучающим и контролирующим курсам, одной из главных составляющих которых является учебный материал по соответствующей дисциплине.

Очевидно, что представление этого материала — текста, графики, таблиц, формул и т. п. должно быть автоматизировано, что достигается использованием технологии гипертекста. Основная идея состоит в том, что текст разбивается на фрагменты, и поиск информации происходит с помощью множества взаимосвязей — гиперссылок, установленных между этими фрагментами. Автоматизация аппарата ссылок, внесение в текстовый документ определенной структуры сделало данную технологию очень удобной для оформления учебников, справочников и доступной, так как средства текстового процессора MS Word позволяют пользоваться им как редактором HTML, не изучая при этом язык HTML.

В данной работе представлена практика использования учебного пособия [1]. Основное внимание в пособии уделяется следующим оптимизационным задачам: нахождение кратчайшего пути между вершинами графа, построение минимального остовного дерева, задача коммивояжера (алгоритм на основе метода ветвей и границ) и ряд задач сетевого планирования. При изложении основ сетевого моделирования подробно рассматривается методика построения сетевых графиков и рассматривается расчет сетевого графика в условиях неопределенности. Пособие содержит достаточно обширный список задач для самостоятельного решения и задания для типового расчета.

<p><b>Выбор темы</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Введение</li> <li>2 Графы</li> <li>3 Способы задания графа и орграфа</li> <li>4 Задача о Кенигсбергских мостах. Построение Эйлеровых циклов</li> <li>5 Плоские графы. Задача о четырех красках</li> <li>6 Задача о кратчайшем пути между двумя вершинами графа</li> <li>7 Задача о строительстве дорог. Построение минимального остовного дерева</li> <li>8 Задача коммивояжера</li> <li>9 Алгоритм решения задачи коммивояжера</li> <li>10 Задача сетевого планирования</li> <li>11 Основные требования к сетевому графику</li> <li>12 Примеры на построение сетевых графиков</li> <li>13 Ранние и поздние сроки</li> </ul>	<p>связный и все вершины четные.</p> <p>У графа, изображенного на рис. 14, все вершины нечетные, следовательно, в нем не существует ни одного эйлерова цикла.</p> <p>Ниже приводится правило построения эйлеровых циклов в предположении, что граф удовлетворяет условиям теоремы Эйлера. Такие графы также называются эйлеровыми.</p> <p>Пусть имеется эйлеров граф с <math>m</math> ребрами. Для построения эйлерова цикла нужно, приняв любую вершину за начальную, построить последовательность ребер <math>\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m</math> так, что</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) первое ребро инцидентно начальной вершине;</li> <li>2) любые два соседних ребра смежные;</li> <li>3) любое ребро не повторяется.</li> </ol> <p>Обращение к гиперссылке Вывод соответствующей информации</p> <p>Пример. Рассмотрим граф, изображенный на рис. 17. Этот граф является эйлеровым, так как он связный и каждая его вершина четная. Поэтому в нем существуют эйлеровы циклы. На рис. 17 изображен один из них <math>\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{10}</math>; за начальную принята вершина <math>V</math>. Предлагаем читателю построить другие эйлеровы циклы в</p> <p>Рис.17</p> <p>Рёбро <math>\alpha</math> называется инцидентным вершине <math>V</math>, если вершина <math>V</math> является одним из его концов.</p>
--	--

Рис.1. Работа с пособием.

<p>← Back →</p> <p>Address <input type="text" value="C:\Documents and Settings\Администратор\Мои документы\Мои документы\графы\matematica\index.html"/></p> <p>Ответ №1: <input type="text"/></p> <p>Ответ №2: <input type="text"/></p> <p>Ответ №3: <input type="text"/></p>	<p>Вопрос №6</p> <p>Эйлеров цикл – это ...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. цикл, содержащий все ребра графа</li> <li>2. цикл, содержащий все вершины графа</li> </ol>
---	---

Рис.2. Фрагмент работы с тестом.

<p>File Edit View Favorites Tools Help</p> <p>← Back →</p> <p>Address <input type="text" value="C:\Documents and Settings\Администратор\Мои документы\Мои документы\графы\matematica\index.html"/></p> <p>Ответ №1: <input type="text"/></p> <p>Ответ №2: <input type="text"/></p> <p>Ответ №3: <input type="text"/></p> <p>Кнопки управления повторной работы с тестом</p>	<h2 style="text-align: center;">Результаты тестирования</h2> <p>Количество вопросов в тесте: 16          Максимально возможное кол-во баллов: 16          Кол-во набранных баллов: 5 что составляет: 31.25%</p> <p>Согласно оценочной системе:          менее 50% - соответствует 2 баллам (неудовлетворительно)          от 50%(включительно) до 75% - соответствует 3 баллам (удовлетворительно)          от 75% до 100%(невключительно) - соответствует 4 баллам (хорошо)          100% - соответствует 5 баллам (отлично)</p> <p>Ваши ответы на вопросы теста оцениваются на: 2</p>
---	---

Рис. 3. Результаты тестирования.

Материал учебного пособия снабжен гиперссылками, соответствующими пунктам оглавления, вставленными в текст специальными средствами навигации и может использоваться на лекциях, практических занятиях с использованием экран-технологии и, что более важно, при самостоятельной работе студентов в любое удобное для них время. Работа с пособием происходит в трех окнах (рис. 1): в первом окне выбирается раздел (тема), во втором – отображается мате-

риал этого раздела, в третьем – даются подсказки по ходу изучения материала, в случае обращения к гиперссылке. Просмотр текста осуществляется с помощью полос прокрутки. Наличие подсказок по тексту, которые при необходимости выводятся на экран, позволяет студенту экономить время поиска ранее встречающихся понятий, формул, рисунков и дает возможность обращаться к ним многократно из разных мест пособия.

Для реализации управления процессом обучения необходимо обеспечить контроль знаний обучаемого. Наиболее распространенный метод проверки знаний — тестирование. В настоящее время рынок информационных продуктов содержит различные готовые системы тестирования. Однако, учитывая объем материала пособия и формы работы с ним, удобным оказалось создание самостоятельной программы. К данному пособию на языке Java Script написана программа создания, редактирования теста с учетом строгого соблюдения последовательности разделов изучения.

Избрана закрытая форма тестовых заданий, как наиболее универсальная, отличающаяся сравнительно простой созданием теста и его реализацией. Каждое задание содержит вопрос и до четырех ответов, один из которых верный. Выбор ответа (щелчок кнопкой мыши по соответствующей командной кнопке) автоматически вызывает следующий вопрос. Оценка результата тестирования дается с учетом ответа на все вопросы по пятибалльной системе. Наличие кнопок управления делает работу с тестом доступной для любого пользователя. Рисунки 2 и 3 наглядно отражают работу с тестом.

Понятие графа является базовым в таких курсах, как «Информатика и программирование», «Информационные технологии», «Базы данных»; тема «Графы и сетевое планирование» — составная компонента курса «Математика», поэтому данная работа может быть использована в любом из этих курсов.

#### Литература

1. Бояркин Г.Н., Воробьева Р.И., Потуданская В.Ф., Романовский Р.К. Модели социоорганизационных систем (оптимизация на графах): Учебное пособие. — Омск: Издательство ОмГТУ, 2000. — 72с.
2. Компьютер для студентов, аспирантов и преподавателей. Самоучитель: Учебное пособие. — М.: Издательство ТРИУМФ, 2001. — 656с.
3. Дьяконов В.П. Компьютерная математика. Теория и практика. — М.: Нолидж, 1999г.: «Нолидж», 2001. — С. 473-486.

**ВОРОБЬЕВА Раиса Ивановна**, доцент кафедры высшей математики и информатики.

## Книжная полка

Кравченко Т.К. Информационные технологии управления предприятием: Учеб. пособие / Т.К. Кравченко, В.Ф. Пресняков. — М.: ГУ ВШЭ, 2003. — 316 с.: с ил.

В пособии излагаются теоретические аспекты и методологические проблемы, а также практические результаты использования современных информационных технологий (ИТ) управления предприятием. Рассматриваются различные типы информационных систем (ИС), их влияние на области развития ИС и ИТ, стратегические риски, связанные с их внедрением. В пособие включен набор методических материалов: кейс-анализ проблемных ситуаций, вопросы для подготовки к итоговому самоконтролю по дисциплине, банк тестов для самоконтроля знаний по дисциплине.

Для студентов, аспирантов, преподавателей экономических вузов, специалистов в области информационных технологий.

Рекомендовано Минобразованием РФ.

Малюк А.А. Введение в защиту информации в автоматизированных системах: Учеб. пособие / А.А. Малюк, С.В. Пазизин, Н.С. Погожин. — М.: Горячая линия-Телеком, 2001. — 148 с.: с ил.

Рассматриваются проблемы уязвимости информации в современных системах обработки данных, анализируются и классифицируются угрозы безопасности информации, конкретизируются задачи систем ее обеспечения. Дан обзор методов, технических приемов и аппаратуры защиты информации. Основное внимание уделяется проблемам опознавания пользователя криптографическим методом защиты информации, методам защиты от компьютерных вирусов, защите от утечки информации по техническим каналам, организационно-правовому обеспечению безопасности информации.

Излагаются некоторые методы и этапы построения комплексной системы защиты информации, а также перспективы создания изначально защищенных информационных технологий. Методология создания систем комплексной защиты информации базируется на разработке моделей защиты и синтеза на их основе структуры системы. Подчеркивается также важность методологических проблем организации и обеспечения функционирования комплексной системы защиты информации.

Для студентов и аспирантов высших учебных заведений, слушателей курсов повышения квалификации, а также для широкого круга читателей, интересующихся современными проблемами защиты информации.

Рекомендовано УМО.

# ИЗДАТЕЛЬСКОЕ ДЕЛО И ПОЛИГРАФИЯ

УДК 621.792.053

**Ю. А. АНДРИНСКАЯ  
Е. Л. КОЛБИНА**Омский государственный  
технический университет

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДИФИКАЦИИ КЛЕЕВ-РАСПЛАВОВ ДЛЯ КЛЕЕВОГО БЕСШВЕЙНОГО СКРЕПЛЕНИЯ

Статья посвящена анализу состава клеевых композиций на основе клеев-расплавов для клеевого бесшвейного скрепления. Приведены данные по одному из компонентов (сэвиле-ну), представлены предварительные результаты вариантов клеевых композиций.

За последнее время ситуация на рынке издательского дела и полиграфии претерпела значительные изменения. На первое место выходят такие требования, как оперативность производства с обеспечением хорошего качества выпускаемой продукции, производство малотиражных изданий. Наблюдается значительный рост выпуска печатной продукции, который в определенной мере объясняется и возвратом на отечественную полиграфическую базу изданий, печатавшихся ранее за рубежом. Книжно-журнальная продукция продолжает лидировать на полиграфическом рынке, так как остается коммерчески выгодной для многих типографий. Способ клеевого бесшвейного скрепления для этого вида продукции имеет неоспоримые технико-экономические преимущества

по сравнению с другими способами скрепления, порядка 60% всех изданий скрепляется по этой технологии. Мировая практика применения клеевого бесшвейного скрепления показывает, что, несмотря на всю его критику, он продолжает динамично развиваться. Проводятся многочисленные исследования, результатом которых является внедрение новых клеев и технологий склеивания, разработка и совершенствование оборудования.

Прочность клеевого бесшвейного скрепления обеспечивается варьированностью таких факторов, как свойства используемых клеев и технологических режимов их применения, правильный выбор бумаги, качество подготовки поверхности корешка блока перед нанесением клея. Одним из решающих факторов,

определяющих прочность готовых книг, являются свойства клея, применяемого для бесшвейного скрепления.

Клей для бесшвейного скрепления должен удовлетворять следующим требованиям: обладать высокой адгезией к бумаге; затекать в микро- и макронеровности бумаги на корешке блока; образовывать достаточно прочную и эластичную клеевую пленку на корешке, способную выдержать многократные раскрытия; сохранять прочностные свойства в течение длительного времени.

Для клевого бесшвейного скрепления применяются следующие виды клеев: поливинилацетатная дисперсия (ПВАД), термопластичные клеи-расплавы (термоклей), термореактивные клеи-расплавы (полиуретановые и двухкомпонентные). Клеи-расплавы приобрели свою популярность благодаря скорости «схватывания», что позволило достичь высоких скоростей массового производства, так как исключило из технологического процесса операцию сушки и позволило снизить энергозатраты. Кроме того, клеи-расплавы очень технологичны для мини типографий с настольными системами нанесения клея.

Особенностью российского рынка клеев является то, что не используются полиуретановые клеи-расплавы. Это связано с тем, что за последние 10-15 лет не приобреталось новое оборудование для КБС, а использовалось имеющееся в наличии, которое не оборудовано специальными клеевыми аппаратами для полиуретановых клеев. Кроме того, стоимость полиуретановых клеев в 3-4 раза выше стоимости клеев-расплавов на основе термопластичных полимеров. Поэтому, клеи-расплавы на основе термопластичных полимеров занимают сейчас доминирующее положение [8, 9, 10, 14].

Универсального клея, который мог бы склеивать с достаточной прочностью любые материалы, не существует. Современные фирмы-производители делают большие вложения в область исследования клеев с целью улучшения его прочностных свойств и технологических режимов применения. Новинками в области разработки клеев-расплавов явились такие клеи, как Horizon, Sava Flash 540S, Sitomelt K608, Termolock и ряд других. Улучшение качества используемых клеев особенно важно для отечественной промышленности, так как прочность скрепления термоклеев, представленных на российском рынке — ТК-3П, Теплак-2П (ЗАО «Оргхим»), ниже зарубежных аналогов на 30% [15, 16.] В следствии этого, разработка новых клеев-расплавов, соответствующих по свойствам мировым стандартам является весьма актуальной задачей. Поэтому представляется целесообразным проанализировать компоненты, входящие в состав термоклей, их влияние на свойства и возможность модификации этих свойств.

Основным компонентом, обеспечивающим клеящие и прочностные свойства, являются полимеры различных видов.

Три основных класса полимеров сегодня находят применение в термопластичных клеях, а именно, сополимеры этилена, полиамиды, гомополимеры полиэтилена. Сополимеры этилена, особенно сополимеры этилена и винилацетата (ЭВА), являются более дорогостоящими, чем гомополимеры полиэтилена, но их разнообразные возможности заставляют выбрать именно их из множества скрепляющих расплавов. Расплавы сополимера этилена и ВА имеют лучшую адгезию к различным подложкам и лучше сохраняют свойства при низких температурах, чем соединения полиэтилена. Сополимеры производятся с разным соотноше-

нием этилена и винилацетата - от 17 до 30%, что определяет свойства полимера.

Термопластичные клеи на основе сополимера этилена наиболее часто содержат два основных ингредиента плюс один или более дополнительных компонентов. Основные ингредиенты — сополимер этилена и модификатор смол. Сополимер ЭВА выполняет функции эластомера и влияет на такие важные свойства как силы адгезии и когезии, гибкость, понижение и повышение температуры и вязкости расплава. Основное содействие модификатора смол в следующем: достаточная адгезия, смачиваемость подложки, открытое время «липкости» в некоторых случаях, улучшение предела прочности при повышенной температуре [8]. Основные классы модификаторов, наиболее часто используемых в расплавах, следующие:

*Экстракционная канифоль и ее производные*, большей частью сложные эфиры, используемые, многие годы, в термопластичных клеях и покрывных материалах, для улучшения свойств, таких как липкость, адгезия и прочность терморасты.

*Углеводородная смола* изредка используется для увеличения жесткости расплава или улучшения достаточной адгезии, однако, ее главная функция - действовать как наполнитель. В этом качестве углеводородная смола часто используется вместо воска.

*Политерпеновые смолы* используются для улучшения адгезии, прочности термопласта в расплавах адгезива и покрывающего состава. Эти смолы пригодны для широкого диапазона температур плавления.

*Сополимеры низкомолекулярного стирола и гомолога стирола*, хотя несовместимы с воском, часто используются с сополимером этилена для улучшения свойств термопластичных клеев.

*Фенолальдегидные смолы, содержащие заместители*, — не нагреваемый реакционноспособный тип, используются редко как модификаторы для сополимера этилена и ВА из-за ограниченной термической стабильности.

Кроме того, для улучшения свойств термоклеев используются дополнительные компоненты: воски, пластификаторы, наполнители и антиоксиданты.

Основная функция восков в уменьшении вязкости расплава термопластичной смеси. Воски являются не такими дорогостоящими как, сополимеры или модификаторы, поэтому их часто используют для улучшения экономических показателей термопластичной системы. Также воски значительно снижают температуру плавления. Воски, используемые в расплавах адгезива, могут быть классифицированы по следующим четырем категориям:

*Парафиновые воски*, которые являются полной очищенной фракцией сырой нефти, представляют в основном линейную цепь и несколько ответвленных углеводородных цепей с включением циклических групп. Низкие силы когезии воска отражаются на плохих адгезионных и когезионных свойствах термопластичных клеев, содержащих этот воск. Как результат, эти воски в большей мере используются в покрывающих расплавах из-за их отличных гидрофобных свойств, которые способствовали кристаллизации структуры и находили только ограниченное использование в термопластичных клеях.

*Микрокристаллические воски* — очищенная фракция сырой нефти, которая благодаря расположению линейных, разветвленных и циклических групп образует только маленькие кристаллические зоны. Это происходит, в основном, благодаря тому факту, что они имеют намного меньше линейных цепей и намного больше разветвленных и циклических групп, чем

парафиновые воски. Эти воски поэтому более гибкие и пластичные, чем парафиновые с той же температурой плавления.

*Органические воски* вырабатываются из растительных и животных масел. Несколько подходящих органических восков используется в покрывающих расплавах и адгезивах. Однако высокая стоимость, по сравнению с микрокристаллическими восками, ограничивает их использование исключительно для особых работ, где цена не является подавляющим фактором. Некоторые органические воски показывают лучшую гибкость и адгезию, чем парафиновые и микрокристаллические.

*Синтетические воски* используются в меньшем количестве для контроля специфических свойств таких как температура слипания, температура плавления, степень сшивания, плотность. Этот класс включает синтетические углеводородные воски, такие как гидроксильные, диамидные и полиамидные воски.

Жидкие пластификаторы могут быть использованы в расплавах адгезива для улучшения гибкости и адгезии (посредством улучшения смачиваемости подложки) и для снижения вязкости расплава.

Неорганические наполнители и пигменты редко используются в термопластичных клеях на основе сополимера этилена. Главная их способность: низкая цена, контроль цвета и улучшение сил когезии. Увеличение вязкости, оседание расплава и уменьшение липкости являются негативными свойствами использования наполнителей в расплавах.

Антиоксиданты используются для улучшения термической стабильности расплава. Конструкция клевого аппарата такова, что объем рабочей клеевой ванны рассчитан на 1,5-2 часа работы. Следовательно, основная задача антиоксидантов оттягивать процесс окисления, которое ухудшает прочность КБС в течение этого времени. Несмотря на то, что деструкция не ликвидируется полностью с их использованием, окисление минимизируется [2,3,4,7,13].

Проведенный обзор позволяет выбрать направление модификации клеев-расплавов для получения композиций разного состава с широким диапазоном свойств.

Кафедрой «Технология полиграфического производства» в середине 90-х годов совместно с ОАО «Омскхимпром» был разработан и внедрен клей КР-П, промышленные испытания которого проводились в Омске, Тюмени и Москве. Однако экономический кризис 1994 года не позволил выйти на рынок в полном объеме.

Как показали ранее проведенные исследования, оптимальным режимом нанесения клея КР-П является температура плавления  $180^{\circ}\text{C}$  и толщина клевого слоя  $0,9\text{ мм}$ . Прочностные показатели клевого бесшвейного скрепления для различных видов бумаг, при указанном режиме нанесения, приведены в таблице 1 [6].

Как видно из полученных данных, прочность скрепления бумаг, за исключением мелованной, соответствует требованиям технологических инструкций, которые устанавливают нижний предел прочности скрепления  $0,4\text{ кН/м}$ .

В настоящее время в Омском государственном техническом университете на кафедре «Дизайн, реклама и технология полиграфического производства» начаты работы по модификации этой композиции с целью повышения ее прочностных показателей, расширения области ее применения для новых бумаг и новой продукции. Необходимость модификации вызвана тем, что изменились свойства исходных компонентов, введены новые ГОСТ и ТУ.

Таблица 1  
Прочность клевого бесшвейного скрепления клеем КР-П для различных видов бумаг

№ п/п	Тип бумаги	Масса $1\text{ м}^2$ , г	Прочность КБС, $\text{кН/м}$
1	Газетная	60	0,54
2	Офсетная	65	0,51
3	Офсетная	10	0,58
4	мелованная	110	0,31

В ходе работы нами были проанализированы сополимеры этилена и винилацетата Казанского ОАО «Сэвилен». Данные приведены в таблице 2. [12].

Нами были определены, марки сэвилена наиболее полно отвечающие требованиям, предъявляемым к клеям-расплавам. На основе этих марок были разработаны композиции, получившие условное название КР-П-1 и КР-П-2. Клей КР-П-2 имеет хорошую прочность КБС ( $P = 0,51\text{ кН/м}$ ), однако при работе он нетехнологичен, так как модифицирующая добавка имеет высокую температуру плавления и при нанесении клей образует нити. Поэтому дальнейшие работы с клеем КР-П-2 не проводились.

Как следует из приведенных экспериментальных данных (рис.1, рис.2) оптимальной рабочей температурой клея КР-П-1 является температура  $180^{\circ}\text{C}$ , толщина клевого слоя  $0,7\text{ мм}$ .

Испытания проводились на испытательной машине ИП5158 Ивановского ООО «Точприбор маркетинг», позволяющей проводить широкий спектр испытаний с расчетом прочностных показателей, с записью кривых расслаивания и математической обработкой результатов испытаний. Прочность КБС оценивалась по усилию вырыва листа из модельного блока. Прочность КБС для клея КР-П-1 с использованием различного вида бумаги приведены в таблице 3.

Как известно, клеи-расплавы окисляются при высоких температурах и длительном времени нагрева. Для предотвращения этого процесса в клей вводят антиоксиданты, которые задерживают окисление в течение определенного времени, называемого периодом индукции. Нами были проведены эксперименты по определению периода индукции клея КР-П-1. На рисунке 3 представлены кривые влияния длительности нагрева клеев КР-П и КР-П-1 на прочность КБС.

Из полученных данных можно сделать вывод, что клей КР-П-1 обладает большим периодом индукции в два раза, чем клей КР-П.

Следует также отметить, что клей КР-П-1 обладает более высокой прочностью скрепления для иллюстрационной мелованной бумаги массой  $93\text{ г/м}^2$ , которая широко применяется для популярных иллюстрированных журналов.

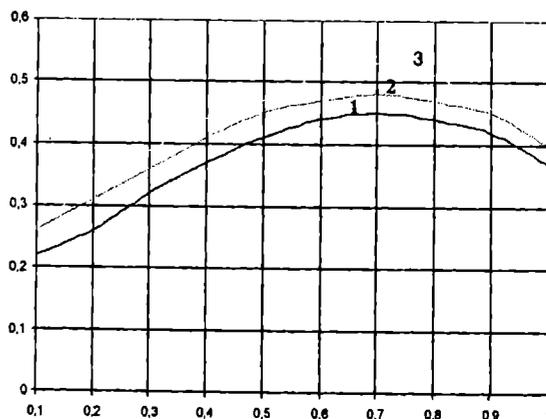


Рис.1. Зависимость прочности КБС от температуры расплавленного клея: 1 - газетная, 2 - офсетная, 3 - мелованная бумага.

Качественные показатели марок сэйилена (ТУ 6-05-1636-97)

Наименование показателей	Марки сэйилена					
	11607-040	11507-070	11908-125	12508-150	11708-210	11808-340
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,942 ± 0,003	0,945 + 0,005	0,947 ± 0,005	0,950 ± 0,005	0,950 ± 0,005	0,950 ± 0,005
Показатель текучести расплава, г/10 мин, в пределах: при t=125°С при t=190°С	3,0-5,5 --	4,5-10 --	10,0-15,0 --	-- 12,0-18,0	15,0-27,0 --	28,0-40,0 --
Разброс показателя текучести расплава в пределах партии, %	±15	±10	±15	±15	±10	±10
Массовая доля винилацетата, %, в пределах	17-21	21-24	24-26	26-30	26-30	26-30
Кол-во включений, шт. не более	15	15	15	15	15	15
Прочность при разрыве, МПа. (кгс/см <sup>2</sup> ), не менее	5,9 (60)	4,9 (50)	не нормир.	9,0 (92)	не нормируют	
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	650	650	600	600	не нормируют	
Адгезионная прочность, Н/мм (кгс/см) не менее	3,92 (4,0)	-	-	-	-	-
Стойкость к термоокислительному старению, ч, не менее для рецептур 02, 03, 06 для рецептур 05, 07	6	6	6	6	6	6
	не нормируют		не нормируют		не нормируют	
Метод переработки	экструзия	литье, компаундирование	компаундирование	Экструзия литье	компаундирование	

ОМСКИЙ НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК № 2 (23) 2003

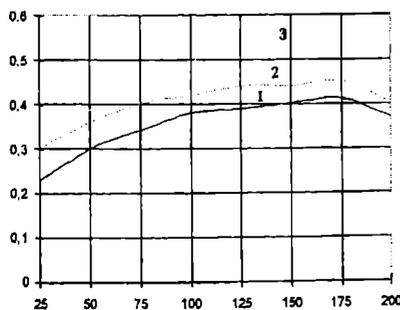


Рис.2. Зависимость прочности КБС от толщины клеевого слоя:  
1 - газетная, 2 - офсетная, 3 - мелованная бумага.

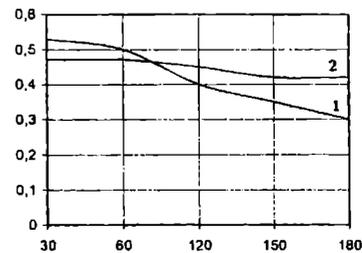


Рис.3. Влияние длительности нагрева на прочность КБС:  
1 - клей КР-П, 2 - клей КР-П-1.

Таблица 3  
Прочность КБС клея КР-П-1 для различных видов бумаги

Состав	Бумага	Масса 1м <sup>2</sup>	Прочность КБС, кгс/мм
КР-П-1	газетная	50	0,45
	офсетная	62	0,55
	офсетная	101	0,32
	мелованная	93	0,48
	мелованная	114	0,40

ИЗДАТЕЛЬСТВО АБАО И ПОЛИГРАФИЯ

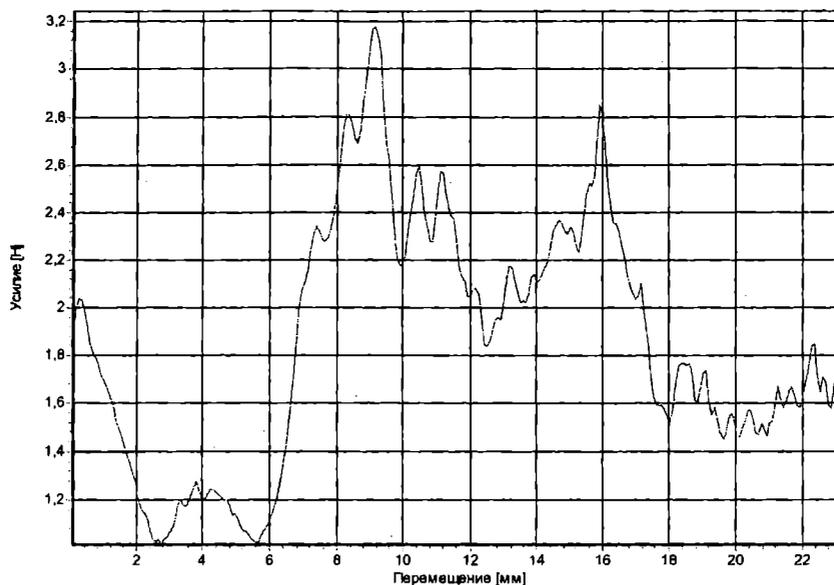


Рис.4. Кривая расслаивания мелованной бумаги

Исследование усилия на расслаивание показали, что данный клей имеет высокую адгезию к поверхностной проклейке бумаги. На рисунке 4 приведена кривая расслаивания мелованной бумаги.

Другие испытанные нами бумаги показали прочность несколько ниже, чем при промышленных испытаниях клея КР-П, что связано, как указано выше, с изменениями свойств исходных компонентов.

Для того, чтобы выйти на рынок клеев, необходимо повысить прочность скрепления как минимум на 20-25%. Поэтому дальнейший научный поиск предполагает оптимизацию состава, позволяющего решить эту задачу.

#### Литература

- Кардашов Д.А. Синтетические клеи. — М.: Химия, 1976. С. 11-12.
- Тагер А.А. Физикохимия полимеров. — М.: Химия, 1978. - 544 с.
- J.D. Domine, R.H. Schaufelberger. Handbook of adhesives//Ethylene Copolymer Based Hot Melt Adhesives, Union Carbide Corp., New Jersey,-1977.- с.495-505.-Англ.
- W.A. Zisman Influence of Constitution on Adhesion.- Naval Research Laboratory, Washington,- 1977.- с.33-69.- Англ.
- Матвеев В.С. Получение и свойства растворов и расплавов полимеров.-М.: Химия, 1994.-320с.
- Полиграфия в современной России: Материалы Международной научно-практической конференции. — Омск: Изд-во ОмГТУ, 2001. — С.104-109.
- Совместимость [компонентов] и адгезионные свойства клеев-расплавов на основе сополимеров этилена и винилацетата// Химия: Р. Ж. — 2002. - №24. J. Appl. Polym. Sci. 2002. 83, № 4, с. 719-725. Англ.
- Клеи-расплавы// Химия: Р. Ж. — 2002.- №23. Пат.6340236 США. Англ.
- Полиуретановый клей // Издательское дело и поли-графия: Р.Ж. — 1997.- №9. PUR-Leime bei Umbruch in Wuppertal / Eutencue Gunter // Bindereport.- 1997. №2. — С.102-103. — Нем.
- Полиуретановый клей // Издательское дело и полиграфия: Р.Ж. — 1991.- №2. Aualitatsmabstabe bei der Klebebindung / Kunkel dieter // Bindereport. -1990.- №8.- С.27-28.- Нем.
- Бесшвейное скрепление // Издательское дело и полиграфия: Р.Ж. — 1999.- №4. Hardcover-Produktion rationalisiert // Bindereport. — 1998.- №9. — С.46-48. — Нем.
- www.sevilen.ru
- Анализ полимеров. Characterizing polymers. Nature Biotechnol. 2001. 19, №11, с. 1083. Англ.
- Клеи. Giving glue its best shot. Howard John. Adhes. Technol. 2002, March, с. 16-18. Англ.
- Клей-расплав, содержащий ПАВ. Hot melt adhesive composition including surfactant: Пат.6288149 США, МПК<sup>7</sup> С 08 К 5/13, С 08 К 5/05. Н.В. Fuller Licensing & Financing, Inc., Kroll Mark S. №09/415430; Заявл. 08.10.1999; Оpubл. 11.09.2001; НПК 524/81. Англ.
- Клеи-расплавы и их использование. Hot melt composition and use thereof: Пат. 6303684 США, МПК<sup>7</sup> С 08 L 25/10. Заявл. 15.03.1999; Оpubл. 16.10.2001; Приор. 17.03.1998, № 10-067253 (Япония); НПК 524/502. Англ.

**АНДРИНСКАЯ Юлия Александровна**, аспирант кафедры «Дизайн, реклама и технология полиграфического производства».

**КОЛБИНА Елена Леонидовна**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Дизайн, реклама и технология полиграфического производства».

## К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ ТРИАДЫ ОПТИМАЛЬНЫХ ЦВЕТОВЫХ СТИМУЛОВ

Рассматриваются вопросы, относящиеся к определению охвата цветов нефлуоресцирующих объектов (предметов), в частности к выбору оптимальных цветовых стимулов для построения тела охвата цветов предметов, получаемых триадой основных.

Оптимальные цветовые стимулы имеют место, когда значения спектрального коэффициента отражения в некоторых участках спектра имеют нулевые значения и равняются единице — в остальных при наличии не более двух переходов от нуля к единице [1]. Объекты (предметы) с таким спектральным распределением представляют собой теоретический предел цветов нефлуоресцирующих объектов, в частности, применительно к полиграфии — это идеальные печатные краски.

Предметы с максимальным коэффициентом отражения на спектральном интервале  $\Delta\lambda \rightarrow 0$  имеют максимально чистые цвета, приближающиеся к спектральным, но эти цвета очень темные. Яркость увеличивается с увеличением спектрального интервала максимального отражения, хотя при этом уменьшается насыщенность. Кроме того, с увеличением спектрального интервала происходит также изменение цветового тона. Поэтому изменение спектрального интервала для увеличения яркости при выборе оптимального стимула не должно изменять его цветовой тон.

Оптимальными цветовыми стимулами можно считать цвета предметов максимально яркие из максимально насыщенных, т.е. чистых.

Методика определения оптимальных цветовых стимулов, таким образом, заключается в расчете координат цвета стимула с различными спектральными интервалами максимального ( $\rho_{\text{зон}} = 1$ ) и минимального ( $\rho_{\text{зон}} = 0$ ) отражения и выбора среди них, т.е. среди максимально насыщенных, максимально ярких цветов при условии неизменности цветового тона. В конечном счете речь идет о выборе спектрального интервала максимального отражения, который определяет оптимальный цветовой стимул.

Здесь отметим, что речь идет о выборе триады оптимальных стимулов, посредством (сложения) которых получают все иные цвета предметов.

По данным Л. Ф. Артюшина [2], спектральные интервалы соответственно синего, зеленого и красного из триады оптимальных стимулов составляют соответственно 380-490, 490-575, 575-780 нм.

Нами было решено осуществить проверку этих данных, но не в силу того, что они вызывают сомнения, а в силу задач собственных исследований, посвященных изучению возможностей методики определения цветового тона и насыщенности в колориметрической системе  $CIE L^*a^*b^*-1976$ . Нам необходимо было получить тело охвата цветов предметов, образованных триадой оптимальных цветовых стимулов, для чего, следовательно, — осуществить выбор оптимальных цветовых стимулов.

Использование системы  $CIE XYZ-1931$  для выбора оптимальных цветовых стимулов по показателям на-

сыщенности и яркости, на наш взгляд, не является целесообразным в связи с тем, что:

- график цветности  $xu$  имеет неудобный масштаб;
- точки цветов на графике цветности  $xu$  получены в результате двух последовательных проекций (на плоскость единичных цветов и затем на плоскость  $xu$ );
- система неравноконтрастна: необходимо рассчитывать колориметрическую чистоту для определения насыщенности.

Таким образом, для выбора оптимальных цветовых стимулов была использована система  $CIE L^*a^*b^*-1976$  и производная от нее система  $CIE Lch$ . Равноконтрастность указанных колориметрических систем позволяет достаточно просто определить максимально насыщенные цвета. В данном случае показателем насыщенности будет показатель  $c$  —  $croma$  ( $Lch$ ), рассчитываемый из системы  $CIE L^*a^*b^*$ , а показателем яркости — координата  $L^*$ .

Однако для определения цветового тона оптимальных стимулов  $CIE L^*a^*b^*$  не пригодна, поэтому необходимо было воспользоваться графиком цветности  $xu$  для получения представления о цветовом тоне оптимальных цветовых стимулов.

Исследовались цветовые стимулы со спектральными интервалами максимального значения коэффициента отражения, представленными в табл. 1.

Таблица 1  
Спектральные интервалы (нм) максимального отражения ( $\rho_{\text{зон}} = 1$ ) исследуемых цветовых стимулов

Цветовые стимулы				
Синий	Зеленый			Красный
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	
380-460	450-570	490-540	450-610	550-780
380-470	460-570	490-550	460-600	560-780
380-480	470-570	490-560	470-590	570-780
380-490	480-570	490-570	480-580	580-780
380-500	480-570	490-580	490-570	590-780
380-510	490-570	490-590	500-560	600-780
380-520	500-570	490-600	510-550	610-780
380-530	510-570	490-610		620-780
	520-570	490-620		630-780
		490-630		

Поскольку цветовые параметры оптимальных цветовых стимулов определяются только спектральными интервалами максимального отражения, то при выборе оптимальных стимулов можно использовать любое из стандартных излучений. Иными словами, нефлуоресцирующий физический объект с предельно возможным чистым цветом при любом возможном освещении будет иметь самый чистый цвет среди прочих нефлуоресцирующих объектов, равно как и источник освещения — самый белый.

В настоящих расчетах в качестве такого источника применялось стандартное излучение  $D_{65}$ , поскольку оно рекомендовано МКО для колориметрической оценки цвета.

Расчетные данные приведены в табл. 2, 3, 4 и на рис. 1. Расчетные данные в системе  $CIE XYZ$  приведены в

Таблица 2

Координаты цвета  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  и  $c$  ( $Lch$ ) исследуемых цветовых стимулов по отношению к стандартному излучению  $D_{65}$  при выборе синего оптимального цветового стимула

Интервал длин волн максимального отражения $\rho_{\text{зон}} = 1$	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$c$
$\Delta\lambda$ , нм				
380-460	7	148	-121	189
380-470	12	145	-128	193
380-480	18	134	-129	186
<b>380-490</b>	<b>24</b>	<b>114</b>	<b>-125</b>	<b>169</b>
380-500	30	90	-117	148
380-510	37	59	-107	122
380-520	45	24	-94	97
380-530	54	-9	-79	80

Таблица 3

Координаты цвета  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  и  $c$  ( $Lch$ ) исследуемых цветовых стимулов по отношению к стандартному излучению  $D_{65}$  при выборе зеленого оптимального цветового стимула

Интервал длин волн максимального отражения $\rho_{\text{зон}} = 1$	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$c$
$\Delta\lambda$ , нм				
450-570	81	-95	-7	95
460-570	81	-111	10	111
470-570	81	-125	31	129
480-570	80	-134	52	144
<b>490-570</b>	<b>79</b>	<b>-136</b>	<b>71</b>	<b>154</b>
500-570	78	-133	86	158
510-570	76	-124	97	158
520-570	73	-111	104	152
490-540	58	-167	37	171
490-550	66	-160	50	168
490-560	73	-149	62	162
<b>490-570</b>	<b>79</b>	<b>-136</b>	<b>71</b>	<b>154</b>
490-580	84	-121	80	145
490-590	88	-104	86	135
490-600	91	-87	91	126
490-610	93	-71	96	119
490-620	95	-57	99	114
490-630	96	-46	101	111
450-610	95	-52	17	54
460-600	92	-74	30	80
470-590	89	-98	46	108
480-580	85	-120	60	134
<b>490-570</b>	<b>79</b>	<b>-136</b>	<b>71</b>	<b>154</b>
500-560	72	-146	76	164
510-550	62	-145	74	163

Таблица 4

Координаты цвета  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  и  $c$  ( $Lch$ ) исследуемых цветовых стимулов по отношению к стандартному излучению  $D_{65}$  при выборе красного оптимального цветового стимула

Интервал длин волн максимального отражения $\rho_{\text{зон}} = 1$	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$c$
$\Delta\lambda$ , нм				
550-780	82	33	145	149
560-780	76	48	140	148
570-780	70	62	133	146
580-780	64	73	123	144
590-780	57	82	113	140
<b>600-780</b>	<b>50</b>	<b>86</b>	<b>103</b>	<b>134</b>
610-780	42	85	93	126
620-780	35	81	82	115
630-780	27	73	75	104

табл. 5, 6, 7 и на рис. 2.

Анализ полученных данных позволяет сделать выводы, что оптимальными стимулами, соответствующими заданным критериям, являются цветовые стимулы с максимальным отражением ( $\rho_{\text{зон}} = 1$ ) на следующих спектральных интервалах  $\Delta\lambda$  (нм):

Таблица 5

Координаты цветности  $x$ ,  $y$ ,  $z$  исследуемых цветовых стимулов при выборе синего оптимального цветового стимула (стандартный источник излучения  $D_{65}$ )

Интервал длин волн максимального отражения $\rho_{\text{зон}} = 1$	$x$	$y$	$z$
$\Delta\lambda$ , нм			
380-460	0,1637	0,0116	0,8247
380-470	0,1588	0,0161	0,8251
380-480	0,1533	0,0227	0,8240
<b>380-490</b>	<b>0,1474</b>	<b>0,0332</b>	<b>0,8194</b>
380-500	0,1415	0,0482	0,8103
380-510	0,1353	0,0711	0,7936
380-520	0,1294	0,1043	0,7664
380-530	0,1262	0,1458	0,7280

Таблица 6

Координаты цветности  $x$ ,  $y$ ,  $z$  исследуемых цветовых стимулов при выборе зеленого оптимального цветового стимула (стандартный источник излучения  $D_{65}$ )

Интервал длин волн максимального отражения $\rho_{\text{зон}} = 1$	$x$	$y$	$z$
$\Delta\lambda$ , нм			
450-570	0,1644	0,3755	0,4601
460-570	0,1658	0,4397	0,3945
470-570	0,1702	0,5237	0,3061
480-570	0,1787	0,6095	0,2118
<b>490-570</b>	<b>0,1911</b>	<b>0,6768</b>	<b>0,1321</b>
500-570	0,2054	0,7142	0,0804
510-570	0,2234	0,7303	0,0463
520-570	0,2469	0,7281	0,0251
490-540	0,0703	0,6668	0,2629
490-550	0,1085	0,6877	0,2038
490-560	0,1497	0,6887	0,1616
<b>490-570</b>	<b>0,1911</b>	<b>0,6768</b>	<b>0,1321</b>
490-580	0,2319	0,6571	0,1110
490-590	0,2720	0,6327	0,0952
490-600	0,3075	0,6084	0,0842
490-610	0,3398	0,5845	0,0757
490-620	0,3666	0,5639	0,0695
490-630	0,3867	0,5481	0,0652
450-610	0,2694	0,3998	0,3307
460-600	0,2556	0,4527	0,2917
470-590	0,2398	0,5229	0,2376
480-580	0,2170	0,6016	0,1814
<b>490-570</b>	<b>0,1911</b>	<b>0,6768</b>	<b>0,1321</b>
500-560	0,1625	0,7372	0,1003
510-550	0,1364	0,7855	0,0781

Таблица 7

Координаты цветности  $x$ ,  $y$ ,  $z$  исследуемых цветовых стимулов при выборе красного оптимального цветового стимула (стандартный источник излучения  $D_{65}$ )

Интервал длин волн максимального отражения $\rho_{\text{зон}} = 1$	$x$	$y$	$z$
$\Delta\lambda$ , нм			
550-780	0,5431	0,4555	0,0013
560-780	0,5721	0,4271	0,0008
570-780	0,6013	0,3982	0,0005
580-780	0,6285	0,3701	0,0004
590-780	0,6562	0,3435	0,0003
<b>600-780</b>	<b>0,6779</b>	<b>0,3219</b>	<b>0,0002</b>
610-780	0,6955	0,3043	0,0001
620-780	0,7088	0,2912	0,0001
630-780	0,7183	0,2817	0,0000

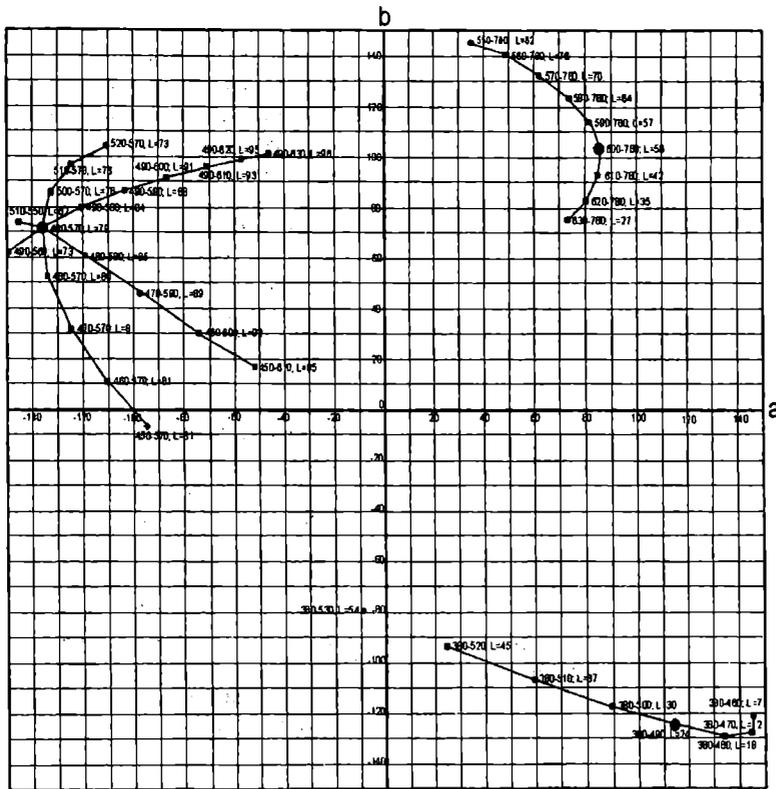


Рис. 1. Диаграмма цветности  $ab$  с точками цветов цветowych стимулов с различными спектральными интервалами максимального ( $\rho_{\max}=1$ ) и минимального ( $\rho_{\max}=0$ ) отражения по отношению к стандартному излучению  $D_{65}$ :

- 380-450; L=7 - исследуемые цвета цветowych стимулов;
- 380-480; L=24 - цвета оптимальных цветowych стимулов;

числами указаны спектральные интервалы максимального отражения ( $\rho_{\max}=1$ ) и координата  $L^*$ .

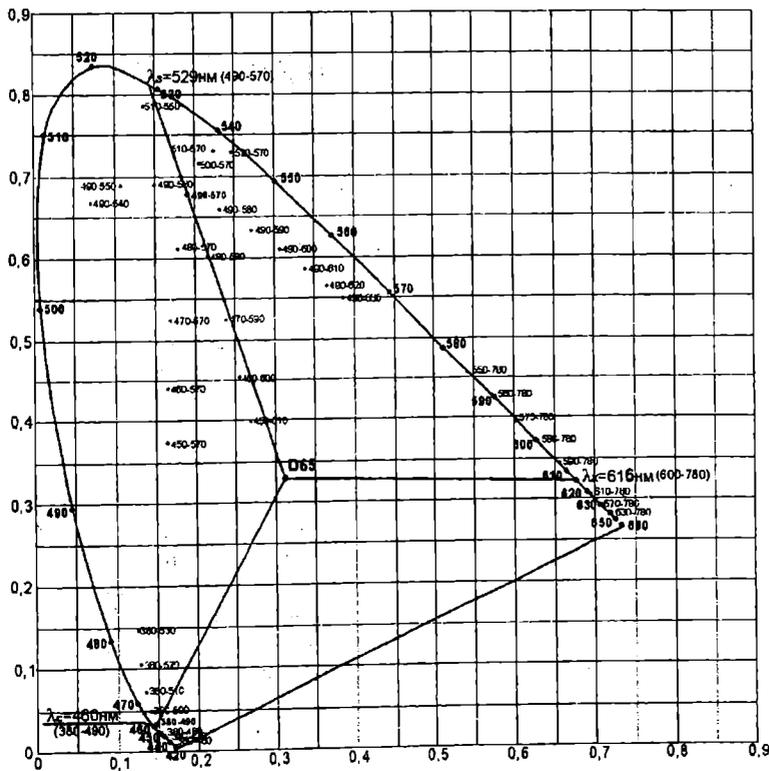


Рис. 2. Диаграмма цветности  $xu$  с точками цветов цветowych стимулов с различными спектральными интервалами максимального ( $\rho_{\max}=1$ ) и минимального ( $\rho_{\max}=0$ ) отражения по отношению к стандартному излучению  $D_{65}$ :

- 380-450 - исследуемые цвета цветowych стимулов;
- 380-480 - цвета оптимальных цветowych стимулов;

числами указаны спектральные интервалы максимального отражения ( $\rho_{\max}=1$ );  
 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_K$  - доминирующие длины волн оптимальных цветowych стимулов.

синий - 380-490  
 зеленый - 490-570  
 красный - 600-780.

Указанные оптимальные стимулы являются самыми яркими из самых насыщенных, при этом соответствуют заданному цветовому тону — доминирующие длины волн соответственно:  $\lambda_c = 460$  (синий),  $\lambda_z = 529$  (зеленый),  $\lambda_k = 616$  нм (красный).

Что касается спектральных интервалов максимального отражения для синего и зеленого оптимальных стимулов, то они соответствуют данным [2]. Однако для красного оптимального стимула наши исследования дают несколько иные данные, так как третьим критерием выбора оптимального цветового стимула была выбрана неизменность (заданность) цветового тона. Цвет же стимула с интервалом максимального отражения 575-780 нм — оранжевый (доминирующая длина волны  $\lambda \approx 600$  нм, рис. 2).

Кроме того, нами были получены данные о цветности оптимальных стимулов по отношению к стандартным излучениям  $A, B, C, D_{50}, D_{55}, D_{65}, D_{75}$ . Анализ данных указывает, что цветность красного оптимального цветового стимула не зависит от источника освещения. Цветность синего — зависит в незначительной степени: при увеличении коррелированной цветовой температуры от 2856 К (стандартное излуче-

ние  $A$ ) до 7500 К (стандартное излучение  $D_{75}$ ) доминирующая длина волны изменяется от 462 до 460 нм.

В наибольшей степени изменяется цветовой тон зеленого оптимального цветового стимула. При изменении цветности источника освещения от  $A$  до  $D_{75}$  (в последовательности увеличения цветовой температуры) доминирующая длина волны изменяется от 523 до 530 нм.

Полученные результаты подлежат обсуждению, в частности при рассмотрении вопроса о выборе триады оптимальных цветовых стимулов, посредством (сложения) которых возможно получить максимальное по объему тело охвата цветов предметов.

#### Литература

1. Джадд Д., Вышецки Г. Цвет в науке и технике. — М.: Мир, 1977. — С. 370-374.
2. Артюшин Л.Ф., Артюшина Е.А. Цветоведение для полиграфистов. — М.: Книга, 1977. — С. 75-78.

**ПОЖАРСКИЙ** Артем Олегович, студент гр. ПТ-518, химико-полиграфический факультета.

**СЫСУЕВ** Игорь Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры "Дизайн, реклама и технология полиграфического производства".

УДК 535.64

**А. О. ПОЖАРСКИЙ**  
**И. А. СЫСУЕВ**

Омский государственный  
 технический университет

## ВОЗМОЖНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦВЕТОВОГО ТОНА И НАСЫЩЕННОСТИ ЦВЕТОВ В КОЛОРИМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ CIE $L^*a^*b^*$ -1976

Рассматривается возможность и методика определения цветового тона и насыщенности цветов по двухчастным диаграммам цветности  $ab$ .

Колориметрическая система  $CIE L^*a^*b^*$ -1976 не предназначена для колориметрических операций. Она разрабатывалась с целью сделать цветовое пространство равноконтрастным, т.е. изотропным, с точки зрения визуального восприятия цветов, так, чтобы было возможным определять цветовые различия. В равноконтрастном пространстве одинаковым цветовым различиям соответствуют одинаковые расстояния между точками сравниваемых цветов. Используемые до этого в колориметрии системы  $CIE RGB$ -1931 и  $CIE XYZ$ -1931 не соответствовали этим требованиям в силу того, что изотропны с точки зрения физики цвета.

В настоящее время система  $CIE L^*a^*b^*$ -1976 стала фактически международным стандартом описания цвета в программном обеспечении для обработки и воспроизведения изображений, в том числе и в поли-

графии. Достаточно часто при воспроизведении цветов триадными красками возникает необходимость определения цветового тона и «физической» насыщенности. Однако оперируя параметрами  $L^*$ ,  $a^*$  и  $b^*$ , сделать это сложно. Равноконтрастная система повторяет особенности зрения, а именно неравномерность зрительных ощущений: по цветовому тону — в зависимости от участка спектра, и насыщенности — в зависимости от цветового тона. Иными словами, зрительная система человека способна различать разные количества цветовых тонов (оттенков) красного, оранжевого, синего и т.д., с одной стороны, а с другой — различное количество градаций насыщенности того или иного цветового тона.

В системах  $RGB$  и  $XYZ$  цвета одинакового цветового тона расположены на диаграммах цветности на отрезках прямых, соединяющих точку белого (точку цвет-

ности источника освещения) и точку спектрального цвета с определенной (доминирующей) длиной волны или точку чистого пурпурного. В цветовых пространствах  $RGB$  и  $XYZ$  цвета одинакового цветового тона расположены на плоскостях, проходящих через указанные прямые линии и ахроматическую ось. Одинаково насыщенные (чистые) цвета расположены на концентрических линиях в форме гладких кривых, повторяющих форму локуса — для насыщенных цветов, и близкую к треугольной, вытянутую в сторону фиолетовых — для малонасыщенных (см., например, [1]).

В системе  $L^*a^*b^*$ , рассчитанной из системы  $XYZ$ , описанные выше плоскости равного цветового тона превращаются в сложной формы криволинейные поверхности, которые не могут быть однозначно отображены на диаграмме цветности.

В этой связи определение цветового тона на диаграмме цветности  $ab$  (равно как и в цветовом пространстве  $L^*a^*b^*$ ) представляется весьма проблематичным.

Напротив, насыщенность в пространстве  $L^*a^*b^*$  и на диаграмме цветности  $ab$  упорядочена. Если принять заявляемую равноконтрастность системы  $L^*a^*b^*$ , то одинаково визуально отличающиеся по насыщенности цвета обозначаются на диаграмме  $ab$  точками, одинаково удаленными друг от друга. То обстоятельство, что максимально чистые цвета (некоторой воспроизводящей системы) удалены от ахроматической оси на разные расстояния, подчеркивает особенность зрительной системы воспринимать для разных цветовых тонов разные количества ступеней (градаций) насыщенности. Однако при анализе процесса воспроизведения цветов некоторой воспроизводящей системой бывает необходимо оперировать не визуальной насыщенностью, а «физической», определяемой как количество данного цветообразующего компонента, например из числа триадных, в составе воспроизводимого цвета, причем как абсолютное, так и относительное (т. е. из максимального возможного).

На основании вышесказанного следует, что весьма актуальной является задача разработки методики (возможно оперативного) определения цветового тона и «физической» насыщенности в колориметрической системе  $L^*a^*b^*$ , поскольку чаще всего, в настоящее время, именно она используется при определении параметров цвета.

Оптимальным решением явилось бы построение ряда подробных номограмм, каждая из которых представляет собой сечение тела охвата цветов предметов, образованных оптимальными цветовыми стимулами, плоскостями, перпендикулярными ахроматической оси  $L^*$ . На таких номограммах должны содержаться помимо границы тела охвата цветов предметов также и линии равных цветовых тонов, образованных пересечением плоскости  $L^* = \text{const}$  с криволинейными поверхностями равных цветовых тонов. Совершенно очевидно, что точность определения цветового тона по описанным номограммам будет определяться количеством  $L^* = \text{const}$ -сечений тела охвата.

Подобным образом могут быть построены номограммы с линиями равной «физической» насыщенности, соответствующими цветовым оттенкам с градациями по насыщенности, например в процентах от возможной.

Решение такой задачи, безусловно, является трудоемким.

В этой связи нами разработана и предлагается методика оперативного (хотя и менее точного) определения цветового тона и «физической» насыщенности по двухчастным номограммам.

Диаграммы  $ab$  типа 1 и типа 2 (рис. 1) предназначены для определения цветового тона, диаграммы типа 3 и типа 4 (рис. 2) предназначены для определения «физической» насыщенности. Номограммы всех четырех типов получены для семи стандартных излучений МКО: А, В, С,  $D_{50}$ ,  $D_{55}$ ,  $D_{65}$ ,  $D_{75}$ .

Алгоритм получения и характер полученных диаграмм поясняется рис. 3 и заключается в следующем.

Внешней границей тела охвата цветов предметов, образованных оптимальными цветовыми стимулами (триадой оптимальных цветовых стимулов) в направлении плоскости  $ab$  является линия чистых тонов.

Оптимальные цветовые стимулы определяются простыми соотношениями зональных коэффициентов отражения  $\rho_C, \rho_Z, \rho_K$ , а именно:

синий	—	1:0:0
зеленый	—	0:1:0
красный	—	0:0:1

Зоны спектра с максимальным значением ( $\rho_{зон} = 1$ ) были определены в [2] и, исходя из выбора оптимальных цветовых стимулов, эти зоны составляют (нм):

синяя	380-490
зеленая	490-570
красная	600-780

Базовые чистые цветовые тона образованы сложением оптимальных цветовых стимулов и задаются их соотношением, а, следовательно и соотношением зональных коэффициентов отражения, в соответствии с законами аддитивного синтеза цвета. Таким образом, каждый цвет описывается тремя координатами ( $\rho_C, \rho_Z, \rho_K$ ).

Определенные нами в соответствии с законами аддитивного синтеза цвета соотношения зональных коэффициентов отражения чистых тонов указаны в табл. 1.

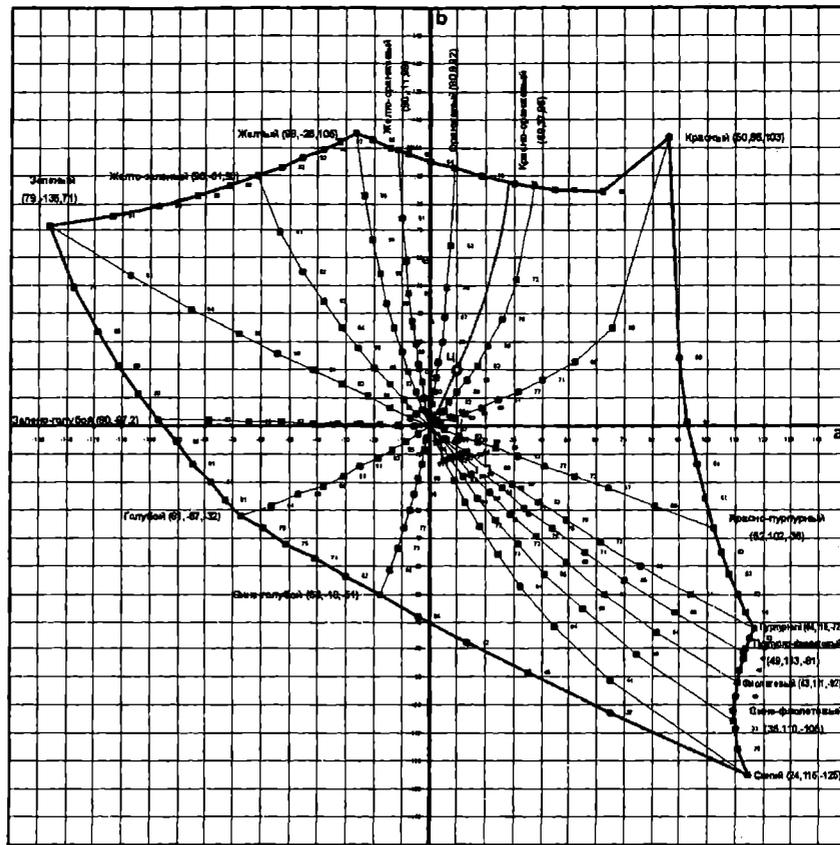
Таблица 1

Соотношения зональных коэффициентов отражения  $\rho_C, \rho_Z, \rho_K$  для чистых цветов 16 основных тонов

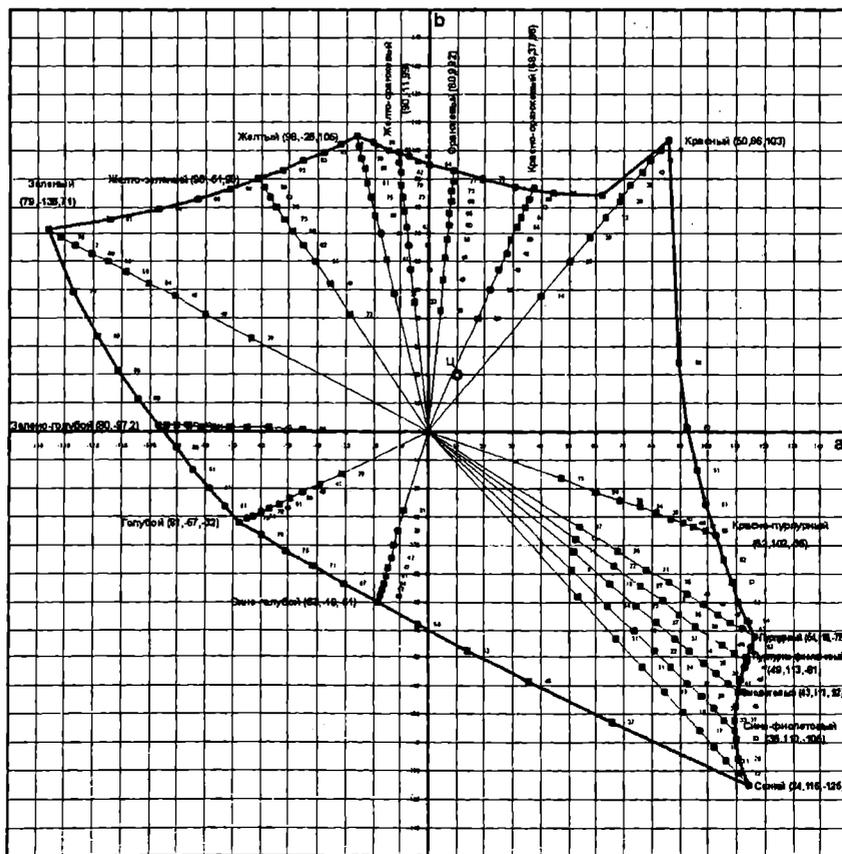
№ п/п	Цветовой тон	Зональные коэффициенты отражения		
		$\rho_C$	$\rho_Z$	$\rho_K$
1	Синий	1	0	0
2	Сине-голубой	1	0,5	0
3	Голубой	1	1	0
4	Зелено-голубой	0,5	1	0
5	Зеленый	0	1	0
6	Желто-зеленый	0	1	0,5
7	Желтый	0	1	1
8	Желто-оранжевый	0	0,75	1
9	Оранжевый	0	0,5	1
10	Оранжево-красный	0	0,25	1
11	Красный	0	0	1
12	Красно-пурпурный	0,5	0	1
13	Пурпурный	1	0	1
14	Пурпурно-фиолетовый	1	0	0,75
15	Фиолетовый	1	0	0,5
16	Сине-фиолетовый	1	0	0,25

Линия чистых цветовых тонов построена по координатам цвета в пространстве  $L^*a^*b^*$  и проходит крайне неравномерно в направлении яркости: очень низко в области оптимального синего ( $L^* = 12$  — темные цвета) и очень высоко в области оптимального желтого ( $L^* = 99$  — светлые цвета). Она делит тело охвата на две части. Верхняя содержит цвета с изменяющейся насыщенностью от чистых тонов до белого, а нижняя — до черного.

Внешними границами тела охвата цветов предметов, образованных оптимальными цветовыми стимулами, в направлении плоскостей  $L^*a^*$  и  $L^*b^*$  являются линии равного цветового тона при изменении насыщенности

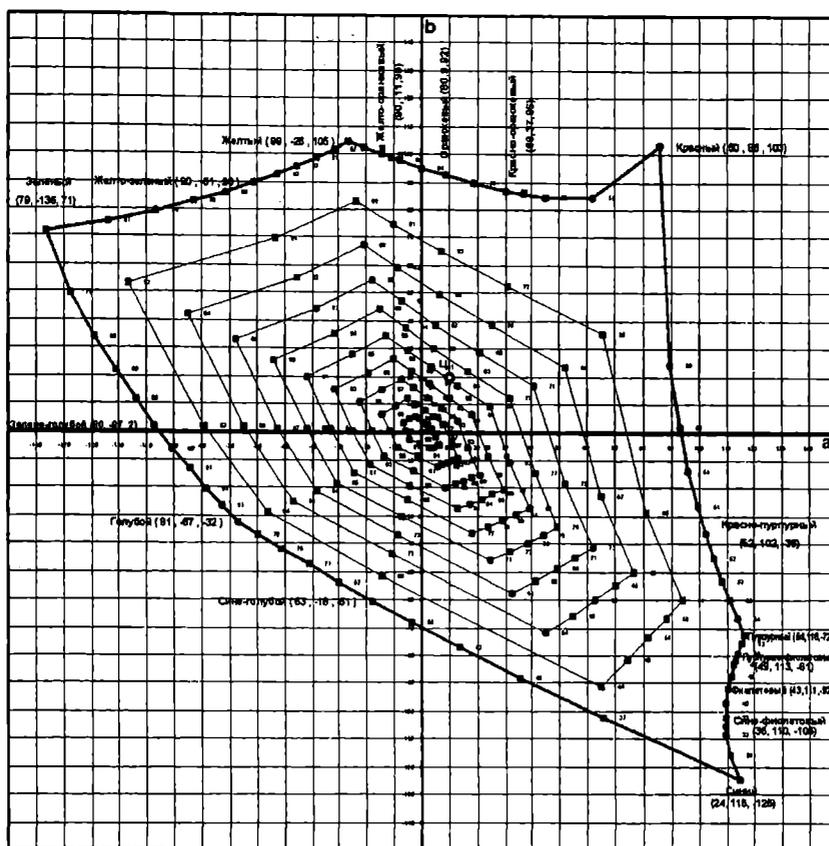


а

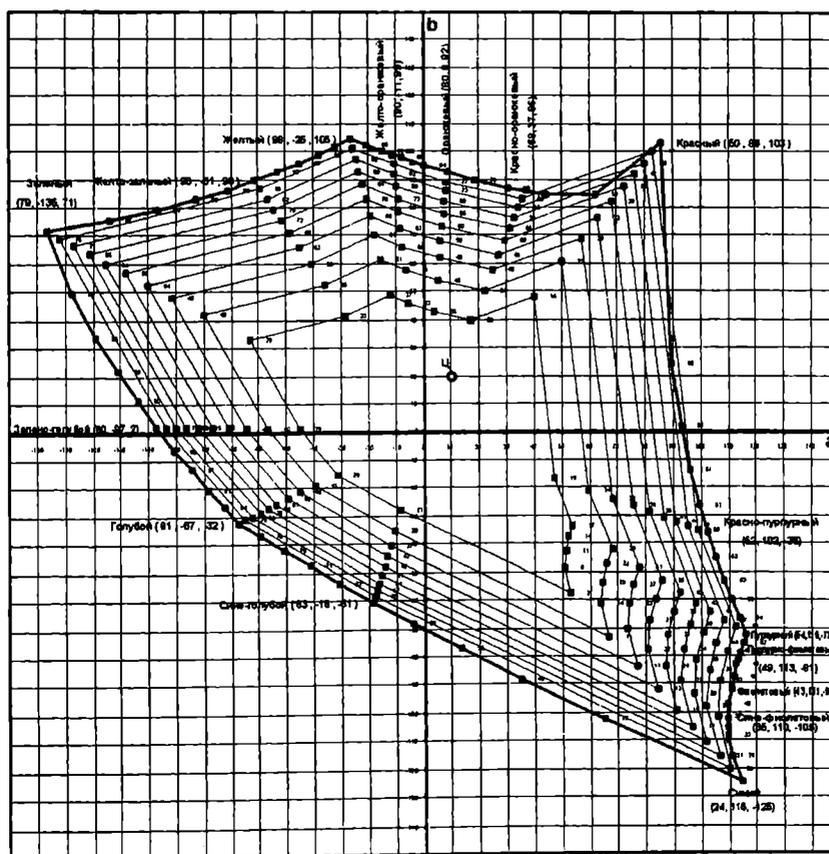


б

Рис. 1. Отображения тела охвата цветов предметов, образованных оптимальными цветовыми стимулами, на диаграмме цветности  $ab$  по отношению к стандартному излучению  $D_{55}$ :  
 а - при изменении «физической» насыщенности от чистого тона до белого (диаграмма типа 1),  
 б - при изменении «физической» насыщенности от чистого тона до черного (диаграмма типа 2);  
 — 50 - линии равного цветового тона,  
 — 50 - линия чистых тонов;  
 для базовых цветовых тонов в скобках указаны соответственно координаты цвета  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  
 для прочих цветов числами указана координата  $L^*$ .



а



б

Рис. 2. Отображения тела охвата цветов предметов, образованных оптимальными цветовыми стимулами, на диаграмме цветности  $ab$  по отношению к стандартному излучению  $D_{55}$ :  
 а – при изменении «физической» насыщенности от чистого тона до белого (диаграмма типа 3),  
 б – при изменении «физической» насыщенности от чистого тона до черного (диаграмма типа 4);  
 —●— 50 - линии равной «физической» насыщенности,  
 —●— 50 - линия чистых тонов,  
 для базовых цветовых тонов в скобках указаны соответственно координаты цвета  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  
 для прочих цветов числами указана координата  $L^*$ .

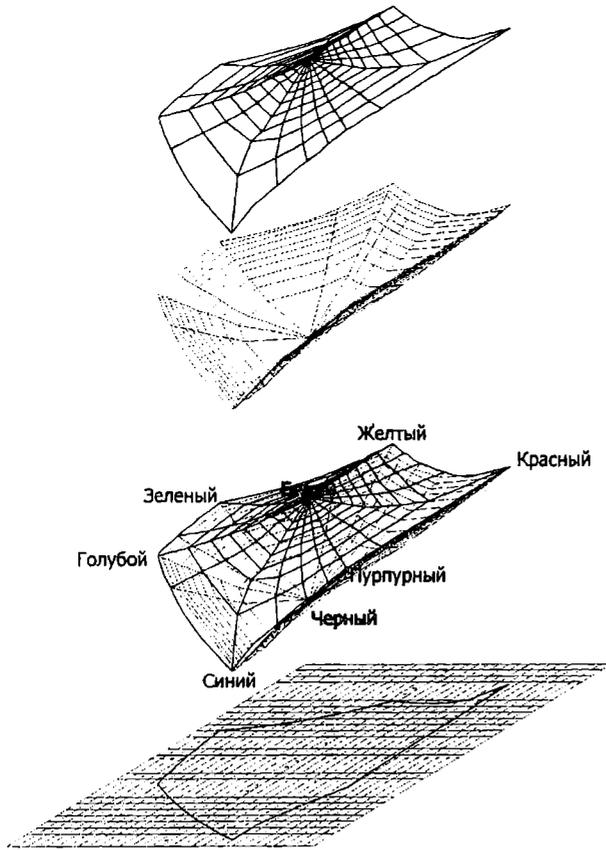


Рис. 3. Отображение тела охвата цветов предметов, образованных оптимальными цветовыми стимулами, по отношению к стандартному излучению А на диаграмму цветности *ab*.

от чистого до белого — в верхней части тела, и от чистого до черного — в нижней.

Координаты цветов с изменяющейся «физической» насыщенностью от чистых тонов до белого и до черного рассчитывались, исходя из представления, согласно которому менее насыщенный цвет образуется из чистого добавлением к нему соответствующего количества белого или черного, в настоящем исследовании с шагом 10 %.

Примечательно, что для окончательного варианта номограмм необходимо не менее 20 ступеней изменения насыщенности. Так как для различных цветовых тонов средний наблюдатель различает 15-20 градаций насыщенности. Следовательно, ряд исследуемых цветов одинакового цветового тона является рядом цветов с равномерно изменяющейся «физической» насыщенностью, что, конечно же, не означает истинной равномерности изменения насыщенности.

Чистый цвет имеет 100% насыщенность. При добавлении 10% белого получается цвет 90% насыщенности и т. д.

Поскольку оптимальные цветовые стимулы и основные цветовые тона представлены координатами  $\rho_C, \rho_3, \rho_K$ , то уравнение цвета:

$$C = \rho_C C + \rho_3 Z + \rho_K K,$$

где  $\rho_C, \rho_3, \rho_K$  - зональные коэффициенты отражения;  $C, Z, K$  - оптимальные цветовые стимулы.

При добавлении к чистому цвету ахроматического белого суммарный менее насыщенный цвет описывается уравнением:

$$C_n = nC_c + (1-n)B,$$

где  $n$  - «физическая» насыщенность, %;  $C_n$  - цвет  $n$ -%-ной «физической» насыщенности;  $C_c$  - чистый цвет;  $B$  - белый, или

$$C_n = n(\rho_C C + \rho_3 Z + \rho_K K) + (1-n)(1C + 1Z + 1K),$$

$$C_n = (1-n + n\rho_C)C + (1-n + n\rho_3)Z + (1-n + n\rho_K)K.$$

При добавлении к чистому цвету ахроматического черного суммарный менее насыщенный цвет описывается уравнением:

$$C_n = nC_c + (1-n)Ч = nC_c.$$

Рассчитанные по описанной методике соотношения значений зональных коэффициентов отражения рядов цветов основных цветовых тонов с уменьшением насыщенности от чистого тона до белого и до черного с шагом 0,1 (10%) приведены в табл. 2 и 3 соответственно.

Для расчета координат цвета в системе *CIE L\*a\*b\*-1976* была написана программа на языке программирования Borland C++ Builder для автоматизированного расчета координат цвета через заданные значения зональных коэффициентов отражения.

Исходными данными для вычислений являлись:

- значения зональных коэффициентов отражения цветов основных цветовых тонов при изменении «физической» насыщенности от чистого тона до белого и до черного (табл. 2 и 3 соответственно);

- произведения кривых сложения *CIE 1931*  $\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$  на относительные спектральные распределения  $s(\lambda)$  стандартных излучений МКО: А, В, С, D<sub>50</sub>, D<sub>55</sub>, D<sub>65</sub>, D<sub>75</sub> [3];

- интервалы максимального отражения оптимальных цветовых стимулов.

Линии равных цветовых тонов в верхней части тела охвата цветов предметов (т.е. при изменении насы-

Таблица 2

Соотношения зональных коэффициентов отражения ( $\rho_C, \rho_3, \rho_K$ ) цветов основных цветовых тонов при изменении «физической» насыщенности от чистого тона до белого

№ п/п	Основные тона	«Физическая» насыщенность										
		100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%	0%
1	Синий	1,00,00,0	1,00,10,1	1,00,20,2	1,00,30,3	1,00,40,4	1,00,50,5	1,00,60,6	1,00,70,7	1,00,80,8	1,00,90,9	1,01,01,0
2	Сине-голубой	1,00,50,0	1,00,55,0,1	1,00,60,2	1,00,65,0,3	1,00,70,4	1,00,75,0,5	1,00,80,6	1,00,85,0,7	1,00,90,8	1,00,95,0,9	1,01,01,0
3	Голубой	1,01,00,0	1,01,00,1	1,01,00,2	1,01,00,3	1,01,00,4	1,01,00,5	1,01,00,6	1,01,00,7	1,01,00,8	1,01,00,9	1,01,01,0
4	Зелено-голубой	0,51,00,0	0,55,1,00,1	0,61,00,2	0,65,1,00,3	0,71,00,4	0,75,1,00,5	0,81,00,6	0,85,1,00,7	0,91,00,8	0,95,1,00,9	1,01,01,0
5	Зеленый	0,01,00,0	0,11,00,1	0,21,00,2	0,31,00,3	0,41,00,4	0,51,00,5	0,61,00,6	0,71,00,7	0,81,00,8	0,91,00,9	1,01,01,0
6	Желто-зеленый	0,01,00,5	0,11,00,55	0,21,00,6	0,31,00,65	0,41,00,7	0,51,00,75	0,61,00,8	0,71,00,85	0,81,00,9	0,91,00,95	1,01,01,0
7	Желтый	0,01,01,0	0,11,01,0	0,21,01,0	0,31,01,0	0,41,01,0	0,51,01,0	0,61,01,0	0,71,01,0	0,81,01,0	0,91,01,0	1,01,01,0
8	Желто-оранжевый	0,00,75,1,0	0,10,775,1,0	0,20,81,0	0,30,825,1,0	0,40,85,1,0	0,50,875,1,0	0,60,91,0	0,70,925,1,0	0,80,95,1,0	0,90,975,1,0	1,01,01,0
9	Оранжевый	0,00,51,0	0,10,55,1,0	0,20,61,0	0,30,65,1,0	0,40,71,0	0,50,75,1,0	0,60,81,0	0,70,85,1,0	0,80,91,0	0,90,95,1,0	1,01,01,0
10	Красно-оранжевый	0,00,25,1,0	0,10,325,1,0	0,20,41,0	0,30,475,1,0	0,40,55,1,0	0,50,625,1,0	0,60,71,0	0,70,775,1,0	0,80,85,1,0	0,90,925,1,0	1,01,01,0
11	Красный	0,00,01,0	0,10,11,0	0,20,21,0	0,30,31,0	0,40,41,0	0,50,51,0	0,60,61,0	0,70,71,0	0,80,81,0	0,90,91,0	1,01,01,0
12	Красно-пурпурный	0,50,01,0	0,55,0,11,0	0,60,21,0	0,65,0,31,0	0,70,41,0	0,75,0,51,0	0,80,61,0	0,85,0,71,0	0,90,81,0	0,95,0,91,0	1,01,01,0
13	Пурпурный	1,00,01,0	1,00,11,0	1,00,21,0	1,00,31,0	1,00,41,0	1,00,51,0	1,00,61,0	1,00,71,0	1,00,81,0	1,00,91,0	1,01,01,0
14	Пурпурно-фиолетовый	1,00,00,75	1,00,10,775	1,00,20,6	1,00,30,825	1,00,40,85	1,00,50,875	1,00,60,9	1,00,70,925	1,00,80,95	1,00,90,975	1,01,01,0
15	Фиолетовый	1,00,00,5	1,00,10,55	1,00,20,6	1,00,30,65	1,00,40,7	1,00,50,75	1,00,60,8	1,00,70,85	1,00,80,9	1,00,90,95	1,01,01,0
16	Сине-фиолетовый	1,00,00,25	1,00,10,325	1,00,20,4	1,00,30,475	1,00,40,55	1,00,50,625	1,00,60,7	1,00,70,775	1,00,80,85	1,00,90,925	1,01,01,0

Соотношения зональных коэффициентов отражения ( $\rho_c, \rho_j, \rho_k$ ) цветов основных цветовых тонов при изменении «физической» насыщенности от чистого тона до черного

№ п/п	Основные тона	"Физическая" насыщенность										
		100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%	0%
1	Синий	1,00,00,0	0,90,00,0	0,80,00,0	0,70,00,0	0,60,00,0	0,50,00,0	0,40,00,0	0,30,00,0	0,20,00,0	0,10,00,0	0,00,00,0
2	Сине-голубой	1,00,50,0	0,90,45,0	0,80,40,0	0,70,35,0	0,60,30,0	0,50,25,0	0,40,20,0	0,30,15,0	0,20,10,0	0,10,05,0	0,00,00,0
3	Голубой	1,01,00,0	0,90,90,0	0,80,80,0	0,70,70,0	0,60,60,0	0,50,50,0	0,40,40,0	0,30,30,0	0,20,20,0	0,10,10,0	0,00,00,0
4	Зелено-голубой	0,91,00,0	0,45,0,90,0	0,40,80,0	0,35,0,70,0	0,30,80,0	0,25,0,50,0	0,20,40,0	0,15,0,30,0	0,10,20,0	0,05,0,10,0	0,00,00,0
5	Зеленый	0,01,00,0	0,00,90,0	0,00,80,0	0,00,70,0	0,00,60,0	0,00,50,0	0,00,40,0	0,00,30,0	0,00,20,0	0,00,10,0	0,00,00,0
6	Желто-зеленый	0,01,00,5	0,00,90,45	0,00,80,4	0,00,70,35	0,00,60,3	0,00,50,25	0,00,40,2	0,00,30,15	0,00,20,1	0,00,10,05	0,00,00,0
7	Желтый	0,01,01,0	0,00,90,9	0,00,80,8	0,00,70,7	0,00,60,6	0,00,50,5	0,00,40,4	0,00,30,3	0,00,20,2	0,00,10,1	0,00,00,0
8	Желто-оранжевый	0,00,75/1,0	0,00,875/0,9	0,00,80,8	0,00,525/0,7	0,00,450/6	0,00,375/0,5	0,00,30,4	0,00,225/0,3	0,00,150,2	0,00,075/0,1	0,00,00,0
9	Оранжевый	0,00,5/1,0	0,00,45/0,9	0,00,40,8	0,00,35/0,7	0,00,30,6	0,00,25/0,5	0,00,20,4	0,00,15/0,3	0,00,10,2	0,00,05/0,1	0,00,00,0
10	Красно-оранжевый	0,00,25/1,0	0,00,225/0,9	0,00,20,8	0,00,175/0,7	0,00,150,6	0,00,125/0,5	0,00,10,4	0,00,075/0,3	0,00,050,2	0,00,025/0,1	0,00,00,0
11	Красный	0,00,01,0	0,00,00,9	0,00,00,8	0,00,00,7	0,00,00,6	0,00,00,5	0,00,00,4	0,00,00,3	0,00,00,2	0,00,00,1	0,00,00,0
12	Красно-пурпурный	0,00,0/1,0	0,45/0,00,9	0,40/0,0,8	0,35/0,0,7	0,30/0,0,6	0,25/0,0,5	0,20/0,0,4	0,15/0,0,3	0,10/0,0,2	0,05/0,0,1	0,00/0,0,0
13	Пурпурный	1,00,0/1,0	0,90/0,0,9	0,80/0,0,8	0,70/0,0,7	0,60/0,0,6	0,50/0,0,5	0,40/0,0,4	0,30/0,0,3	0,20/0,0,2	0,10/0,0,1	0,00/0,0,0
14	Пурпурно-фиолетовый	1,00,00,75	0,80,00,875	0,80,00,6	0,70,00,525	0,60,00,45	0,50,00,375	0,40,00,3	0,30,00,225	0,20,00,15	0,10,00,075	0,00,00,0
15	Фиолетовый	1,00,00,5	0,90,00,45	0,80,00,4	0,70,00,35	0,60,00,3	0,50,00,25	0,40,00,2	0,30,00,15	0,20,00,1	0,10,00,05	0,00,00,0
16	Сине-фиолетовый	1,00,00,25	0,90,00,225	0,80,00,2	0,70,00,175	0,60,00,15	0,50,00,125	0,40,00,1	0,30,00,075	0,20,00,05	0,10,00,025	0,00,00,0

ценности от чистых тонов до белого) в общем случае криволинейны. Линии некоторых чистых тонов в верхней части тела охвата (желтый, зеленый, сине-голубой, пурпурный) отображаются на диаграмме **ab** практически как прямые линии, причем эта особенность характерна для тел охвата по отношению ко всем исследованным стандартным излучениям (из-за ограниченного объема публикации мы не имеем возможности привести все номограммы).

Причем линии равных цветовых тонов желтого, зеленого, пурпурного цвета на отображении тела охвата по отношению к стандартному излучению  $A$  являются практически прямыми, на отображении тела охвата по отношению к стандартному излучению  $D_{75}$  отображаются с большей кривизной. И напротив, линии равных цветовых тонов голубого, сине-голубого, оранжевого, зелено-голубого цвета на отображении тела охвата по отношению к стандартному излучению  $D_{75}$  являются практически прямыми, на отображении тела охвата по отношению к стандартному излучению  $A$  отображаются с большей кривизной.

Линии равных цветовых тонов в нижней части тела охвата цветов предметов (т.е. при изменении насыщенности от чистых тонов до черного) на диаграмме **ab** отображаются как прямые.

Линии равных «физических» насыщенностей построены на диаграммах типа 3 и 4 (рис. 2) по тем же расчетным данным, что и линии равных цветовых тонов, с той лишь разницей, что в линию соединялись точки, соответствующие различным по тону цветам, с одинаковой «физической» насыщенностью.

Линии равных «физических» насыщенностей в верхней части тела охвата в общем случае криволинейны, однако на интервалах между шестью основными тонами отображаются практически в виде прямых и, таким образом имеют форму прямолинейных шестиугольников с вершинами в точках, находящихся на линиях равного цветового тона шести основных цветовых тонов. При этом наибольшая плотность сосредоточения линий равной насыщенности в верхней части тела охвата наблюдается ближе к точке белого и резкий скачок при переходе от 100% «физической» насыщенности к 90%. Из этого следует, что небольшое уменьшение «физической» насыщенности чистых тонов в сторону белого приводит к значительным визуальным отличиям цветов.

Линии равных «физических» насыщенностей в нижней части тела охвата представляют собой шестиугольники, стороны которых в общем случае и преимущественно криволинейны, причем криволинейность очень похожа на криволинейность линии чистых тонов цветов предметов. При этом линии равных

«физических» насыщенностей более плотно расположены ближе к линии чистых тонов. Выход линий равных «физических» насыщенностей за границы линии чистых тонов (в области красного цвета) обуславливается параметрами построения линий и не имеет место при более точном построении линий чистых тонов и равных «физических» насыщенностей.

Полученные и описанные диаграммы представляют собой номограммы для оперативного (но приблизительного) определения цветового тона и физической насыщенности по диаграммам цветности **ab**.

Координаты измеряемого цвета  $L_c^*$ ,  $a_c^*$ ,  $b_c^*$  определяются в системе  $CIE L^*a^*b^*-1976$ . Это выполняется, например, при непосредственном измерении.

Для определения цветового тона используют одну из двух диаграмм (**тип 1** или **тип 2**):

а) **тип 1**, содержащая линии равного цветового тона базовых цветов при изменении насыщенности от чистого тона до белого;

б) **тип 2**, содержащая линии равного цветового тона базовых цветов при изменении насыщенности от чистого тона до черного.

Для выбора диаграммы необходимо осуществить следующие действия.

На обеих диаграммах (**тип 1** и **тип 2**) по координатам  $a_c^*$  и  $b_c^*$  строится точка исследуемого цвета и находится линия равного цветового тона, наиболее близкие к точке цвета. Сравнивая значения координаты  $L_c^*$  со значением координаты  $L^*$  цветов с изменяющейся с постоянным шагом «физической» насыщенностью, точки которых расположены на линиях равного цветового тона, выбирают диаграмму, на которой координата  $L_c^*$  исследуемого цвета наиболее близка к значению координаты  $L^*$  на диаграмме.

Этот выбор определяет одну из двух диаграмм (**тип 1** или **тип 2**), по которой следует далее определять цветовой тон.

После выбора типа диаграммы в дальнейшем определение цветового тона сводится к определению точки пересечения условной линии равного цветового тона, проходящей через точку исследуемого цвета на диаграмме **ab** с линией чистых тонов. Условная линия равного цветового тона образуется аналогично методам определения координат по простым номограммам.

Для определения «физической» насыщенности используют одну из двух диаграмм (**тип 3** или **тип 4**):

а) **тип 3**, содержащая линии равной «физической» насыщенности базовых цветов при изменении насыщенности от чистого тона до белого;

б) **тип 4**, содержащая линии равной «физической» насыщенности базовых цветов при изменении насыщенности от чистого тона до черного.

Для выбора диаграммы необходимо осуществить следующие действия.

На обеих диаграммах (**тип 3** и **тип 4**) по координатам  $a_c^*$  и  $b_c^*$  строится точка исследуемого цвета и находятся линии равной «физической» насыщенности, наиболее близкие к точке цвета. Сравнивая значения координаты  $L_c^*$  со значением координаты  $L^*$  цветов с изменяющейся с постоянным шагом «физической» насыщенностью, выбирают диаграмму, на которой координата  $L_c^*$  исследуемого цвета наиболее близка к значению координаты  $L^*$  на диаграмме.

Этот выбор определяет одну из двух диаграмм (**тип 3** или **тип 4**), по которой следует далее определять «физическую» насыщенность.

После выбора типа диаграммы в дальнейшем определение «физической» насыщенности сводится к определению зоны между двумя линиями равной «физической» насыщенности, каждая из которых соответствует 10-процентному шагу «физической» насыщенности.

Число порогов различения от ахроматического цвета до исследуемого определяется как

$$n_{\text{пор}} = \frac{c}{\Delta E_{\text{пор}}},$$

где  $n_{\text{пор}}$  — число порогов различения между исследуемым цветом и его яркостным аналогом;  $c$  — показатель насыщенности в системе ( $Lch$ );  $\Delta E_{\text{пор}}$  — максимальное значение цветового различия  $\Delta E_{L^*a^*b^*}$ , неулавливаемого человеческим глазом (порог цвето-различения).

Таким образом,

$$P_{L^*a^*b^*} = \frac{c_c}{c_{\text{цч}}} \cdot 100\%,$$

где  $P_{L^*a^*b^*}$  — показатель насыщенности, %;  $c_{\text{цч}}$  — показатель  $c$  ( $Lch$ ) для чистого тона исследуемого цвета;  $c_c$  — показатель  $c$  ( $Lch$ ) для исследуемого цвета.

Рассмотрим пример, иллюстрирующий описанную методику.

Допустим, координаты цвета при измерении объектом спектрофотометром составили:  $L_c^* = 70$ ,  $a_c^* = 10$ ,  $b_c^* = 20$  (стандартное излучение  $D_{65}$ ) (рис. 1, 2).

Отмечаем точку цвета на номограммах **ab** для указанного источника.

Определяем линии равного цветового тона, ближайшие к точке цвета и ближайшие точки на них с указанными координатами  $L^*$ :

– на номограмме **тип 1** — линия равного тона для красно-оранжевого цвета; ближайшая точка ( $L^* = 89$ );

– на номограмме **тип 2** — линия равного тона для красно-оранжевого цвета; ближайшая точка ( $L^* = 23$ );

Выбираем тип номограммы, по которой далее необходимо определить цветовой тон. Это номограмма **типа 1** (ближайшая точка с координатой  $L^* = 89$ ).

На номограмме **тип 1** проводим линию равного цветового тона через точку  $a_c^* = 10$ ,  $b_c^* = 20$ . Определяем точку пересечения линии равного цветового тона исследуемого цвета с линией чистых тонов.

Чистый тон исследуемого цвета имеет координаты цвета  $L_{\text{цч}}^* = 70$ ,  $a_{\text{цч}}^* = 27$ ,  $b_{\text{цч}}^* = 87$ . Этот тон находится между оранжевым и красно-оранжевыми цветовыми тонами, ближе к красно-оранжевому, т.е. красновато-оранжевым.

Определение «физической» насыщенности осуществляется аналогично определению цветового тона, с той лишь разницей, что вместо линий равного цветового тона используются линии равной насыщенности и, соответственно, номограммы **тип 3** и **тип 4**.

Значение «физической» насыщенности, определенной для данного цвета по этой методике примерно равняется 52.

Для определения насыщенности рассчитаем координату  $c$  для точки исследуемого цвета и точки чистого тона исследуемого цвета:

$$c_c = \sqrt{10^2 + 20^2} \approx 22,$$

$$c_{\text{цч}} = \sqrt{27^2 + 87^2} \approx 91.$$

Показатель насыщенности:

$$P_{L^*a^*b^*} = \frac{c_c}{c_{\text{цч}}} \cdot 100\% = \frac{22}{91} \cdot 100\% = 24\%.$$

#### Литература

1. Гуревич М. М. Цвет и его измерение. — М. — Лен.: Изд-во Академии наук СССР, 1950. — С. 111-127.
2. Пожарский А. О., Сысуев И. А. К вопросу о выборе оптимальных цветовых стимулов // Омский научный вестник. — 2003. — №2(23). — С. 137-140.
3. Сысуев И. А. Справочные материалы для выполнения лабораторных и практических работ по дисциплинам «Основы светотехники» и «Техническое цветоведение». — Омск: Изд-во ОмГТУ. — 2002.

**ПОЖАРСКИЙ Артем Олегович**, студент гр. ПТ-518, химико-полиграфического факультета.

**СЫСУЕВ Игорь Александрович**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Дизайн, реклама и технология полиграфического производства».

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ГРАДАЦИЙ ИЗОБРАЖЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФОТОПОЛИМЕРНЫХ ФЛЕКСОГРАФСКИХ ПЕЧАТНЫХ ФОРМ ПО ТЕХНОЛОГИЯМ *COMPUTER-TO-FILM* И *COMPUTER-TO-PLATE*

Рассматриваются вопросы изменения размеров растровых элементов в процессах изготовления флексографских печатных форм по технологиям *Computer-to-Film* и *Computer-to-Plate*.

В настоящее время *Computer-to-Plate (CTP)*-технология изготовления флексографских печатных форм получила широкое распространение на передовых производствах флексографской печати и стала, фактически, стандартом создания высококачественной печатной продукции. Реализация этой технологии стала возможной с предложением ведущими производителями материалов для флексографии (*DuPont, BASF, Polyfibron, Asahi*) так называемых маскированных фотополимеров, а также с появлением лазерного экспонирующего оборудования для работы с этими материалами.

В качестве основы маскированных фотополимеров производителями используются традиционные хорошо отработанные фотополимерные композиции, зарекомендовавшие себя как с точки зрения печати, так и с точки зрения надежности при изготовлении печатных форм. Главной же отличительной особенностью этих материалов является наличие тонкого (несколько микрон) черного масочного покрытия, имеющего высокую оптическую плотность, который может быть удален с помощью сфокусированного пучка инфракрасного лазера. Таким образом, минуя этап изготовления пленочных фотоформ, можно прямо на фотополимере создать негативное изображение, необходимое для последующего экспонирования и обработки фотополимерной пластины. За счет этого появляется возможность достичь оптимальных характеристик печатной формы, обеспечивающих стабильную правильную передачу градаций и цветов воспроизводимых изображений.

Поскольку маскированные фотополимеры разработаны на основе традиционных материалов, используемых для флексографской печати, при изготовлении печатной формы нет существенных отличий в процессах экспонирования и последующей обработки. Поэтому «цифровая» технология может быть легко интегрирована в уже существующие линии подготовки форм, обеспечив существенное повышение качества печатной продукции, и внедрена на разворачивающихся производствах флексографской печати.

Сокращение числа стадий технологического цикла изготовления флексографских печатных форм является другим достоинством «цифровой» технологии, безусловно, важным для любого печатного произ-

водства. Действительно, отсутствие этапа изготовления фотоформ позволяет не только упростить допечатный процесс, но и избежать тех причин снижения качества печатных форм, которые напрямую связаны с использованием фотоформ [1].

Тем не менее, равно как и в любом формном процессе, в процессе изготовления флексографских печатных форм по «цифровой» технологии имеют место искажения (изменения) передачи градаций в светах изображения, а именно уменьшение размера растрового элемента. Это преимущественно связано с окислением участков полимера после удаления маскирующего слоя. Следовательно, процесс изготовления флексографских печатных форм нуждается в калибровке.

На сегодняшний день процесс калибровки печатных форм не основывается на реальных изменениях размеров растрового элемента, отражающих поведение полимера: при калибровке применяются профили, основанные лишь на обобщенных теоретических данных, которые, как показывает практика, зачастую расходятся с реальными.

Настоящая работа направлена на получение компенсационной зависимости изменения размеров растровых элементов, а следовательно, воспроизведения градаций изображения по «цифровой» технологии, то есть калибровки процесса изготовления флексографских печатных форм на основе реальных значений изменения размера растровой точки для конкретного фотополимера.

Для сравнения процесс калибровки целесообразно рассмотреть и для флексографских печатных форм полученных по технологии *Computer-to-Film* («аналоговой» технологии). Здесь также наблюдаются искажения передачи градаций изображения, но на всем интервале оптических плотностей изображения, а искажения более значительны. Это явление преимущественно связано с эффектом светорассеивания при копировании.

В качестве исследуемых были выбраны фотополимерные флексографские пластины *Asahi HD* («аналоговая» технология) и *DHD* («цифровая» технология) толщиной 1,7 мм.

Воспроизведение градаций в формном процессе может быть оценено исключительно по характеру

воспроизведения размеров растровых элементов, причем как их абсолютных изменений, так и относительных. Оптимальным следует считать такой формный процесс, в котором программно заданные (при создании изображения) или программно определенные (при обработке изображения) размеры растровых элементов воспроизводились бы на изготовленной печатной форме без искажений.

Здесь следует сразу же отметить, что в реальном формном процессе всегда следует учитывать растривание, причем как его физический компонент, значение которого существенно именно в способе высокой печати, так и оптический (светорассеивание в процессе восприятия печатного оттиска – по Ю.Нильсену). В настоящем исследовании этот аспект воспроизведения изображения не рассматривался.

### Тест-объект

Для оценки изменений размеров растровых элементов в процессе изготовления фотополимерных флексографских печатных форм по технологиям *Computer-to-Film* и *Computer-to-Plate* применялся тест-объект, полученный в программе *Adobe Illustrator*, сохраненный и использовавшийся в виде *PostScript*-файла.

Оригинал-макет представляет собой изображение шириной 330 мм и высотой 304,8 мм, и содержит в себе таблицы с грациями черного цвета в следующем порядке: поля от 1 до 10 – грация цвета через один процент, поля от 10 до 90 – грация через пять процентов, и поля от 90 до 100 – грация через один процент. Такие грациентные растяжки были выполнены для следующих линиатур 100, 120, 130, 150 и 170 lpi. Эти линиатуры наиболее часто используются во флексографской печати, и поэтому имеет смысл рассматривать именно их. В первой части нашего исследования было решено ограничиться только одним углом поворота раstra 45°, который используется при воспроизведении одноцветного, например черного изображения. Конечно же, для более корректного изучения формного процесса следует выполнить все тесты для углов поворота раstra 0, 15, 75, а также 7,5; 67,5; 82,5 и 37,5 градусов, которые применяются при воспроизведении многоцветных изображений во флексографской печати. Оригинал изображения был выполнен без учета коэффициента дисторсии, так как нас интересовал реальный размер растрового элемента.

Электронный тест-объект использовался для изготовления фотоформ (технология *Computer-to-Film*) и для изготовления масочного изображения на фотополимерной пластине (технология *Computer-to-Plate*).

### Изготовление фотополимерных флексографских печатных форм Asahi по технологиям *Computer-to-Film* и *Computer-to-Plate*

Фотоформы (технология *Computer-to-Film*) изготавливались на калиброванном фотонаборном автомате *Agfa Avantara 25S* с *on-line* проявкой. При изготовлении фотоформ применялась пленка *Agfa Alliance Recording*. Растривание изображения производилось с применением растрового процессора *Agfa Cristal Raster*. Для получения линейаризованного изображения на фотоформе растривание было выполнено без компенсации, применялась технология рационального растривания, а разрешение записи составляло 2450 dpi.

При изготовлении масочного изображения (технология *Computer-to-Plate*) на фотополимерной

пластине *Asahi DHD* для растривания изображения применялся растровый процессор *FlexoWorks* (компания «Альфа»). Для получения линейаризованного изображения на маске растривание было выполнено, так же как и в первом случае, без компенсации, то есть параметры растривания были приняты по умолчанию и использована техника рационального растривания.

По завершении процесса растривания изображение пересылалось на сервер, обслуживающий универсальный аппарат для «цифровых» допечатных технологий *LaserGraver 4000 DS*, где на барабане экспонирующего устройства производилась непосредственная запись изображения на фотополимерную пластину *Asahi DHD*, при следующих технических условиях: скорость вращения барабана - 19 об/с, фокус - 46 ед., мощность лазера - 24 Вт, разрешение - 2450 dpi.

Перед изготовлением фотополимерных печатных форм проверялась их линейаризация, а для измерений применялся денситометр *X-Rite 361T*. По результатам измерений был сделан вывод, что изображение на носителе (маске и фотоформе) линейаризовано, а значит, эти носители можно использовать в дальнейшем эксперименте.

Процесс обработки фотополимерных пластин *Asahi HD* и *DHD* производился в процессоре *Basf Nyloflex Combi F III* при следующих нормализованных технологических условиях: время экспонирования и обратного экспонирования - 31 с, время основного экспонирования - 20 мин, скорость вымывания - 125 мм/мин, время сушки - 2 ч, температура сушки - 60 °С, время стабилизации - 7 ч; время засветки *UVC* - 7 мин, время засветки *UVA* - 5 мин, вымывной раствор - *Nylosolv-R*.

### Оценка воспроизведения размеров растровых элементов на различных этапах изготовления печатных форм

Для исследования изменения размеров растровых элементов на всех этапах изготовления печатных форм применялась система технического зрения *Flexo-Meter* (компания «Альфа»), находящаяся на тестировании в компании «Тампомеханика» (г. Москва), где и производились измерения.

Измерения производились на полях грациентной растяжки «до момента слипания растровых элементов», то есть фактически в светах и полутонах изображения. Таким образом, были сделаны измерения растровых элементов на фотоформе, масочном слое, печатных формах, изготовленных по «аналоговой» и «цифровой» технологиям (рис. 1,2). Полученные измерения систематизировались и фиксировались в специально подготовленных электронных таблицах *Microsoft Excel*.

Для каждой из линиатур и для каждой из относительных площадей грациентной заливки диаметр программно заданного растрового элемента рассчитывался по формуле для круглого раstra:

$$d = \frac{2866 \times \sqrt{S}}{L},$$

где  $d$  - диаметр растрового элемента, мкм;  $S$  - площадь растрового элемента, %;  $L$  - линиатура раstra, lpi.

На каждом этапе изготовления фотополимерных флексографских печатных форм рассчитывалось абсолютное и относительное изменение диаметра растрового элемента по формулам:

$$\Delta d_{abs} = d_2 - d_1,$$

где  $\Delta d_{абс}$  - абсолютное изменение диаметра растрового элемента,  $d_1$  - диаметр растрового элемента на предшествующем этапе,  $d_2$  - диаметр растрового элемента на данном этапе;

$$\Delta d_{отн} = \frac{\Delta d_{абс}}{d_1},$$

где  $\Delta d_{отн}$  - относительное изменение диаметра растрового элемента,  $\Delta d_{абс}$  - абсолютное изменение диаметра растрового элемента,  $d_1$  - диаметр растрового элемента на предшествующем данному этапу изготовления флексографских печатных форм.

Реальная относительная площадь растрового элемента на различных этапах изготовления печатных форм рассчитывалась по формуле для круглого раstra:

$$S_{отн} = \left( d \frac{L}{2866} \right)^2,$$

где  $d$  - диаметр растрового элемента, мкм;  $S_{отн}$  - относительная площадь растрового элемента, %;  $L$  - линиятура раstra, lpi.

### Полученные результаты

На основании экспериментальных данных были получены зависимости абсолютного и относительно-го изменения размера растрового элемента от его диа-

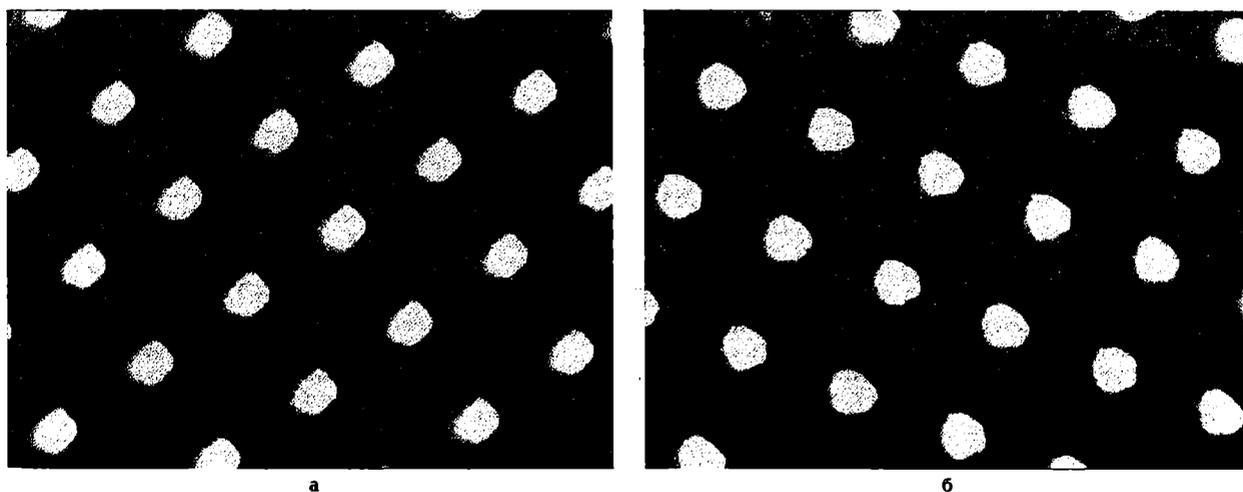
метра на различных этапах изготовления печатных форм. Однако в силу ограниченности объема публикации здесь мы приводим только итоговые графики «программно заданные значения – печатная форма» (рис. 3, 4, 7, 8).

Кроме того, были получены градационные графики, показывающие характер изменения относительной площади на каждом из этапов изготовления печатных форм (рис. 5, 6, 9, 10).

Анализ полученных зависимостей показывает следующее.

Для технологии *Computer-to-Film* характерно увеличение размеров растрового элемента на печатной форме по отношению к программно заданным. Причем абсолютные и относительные изменения существенны для малых по размерам (вплоть до 50 мкм) растровых элементов. С увеличением размеров растровых элементов абсолютные изменения стабилизируются и примерно одинаковы: 20-25 мкм.

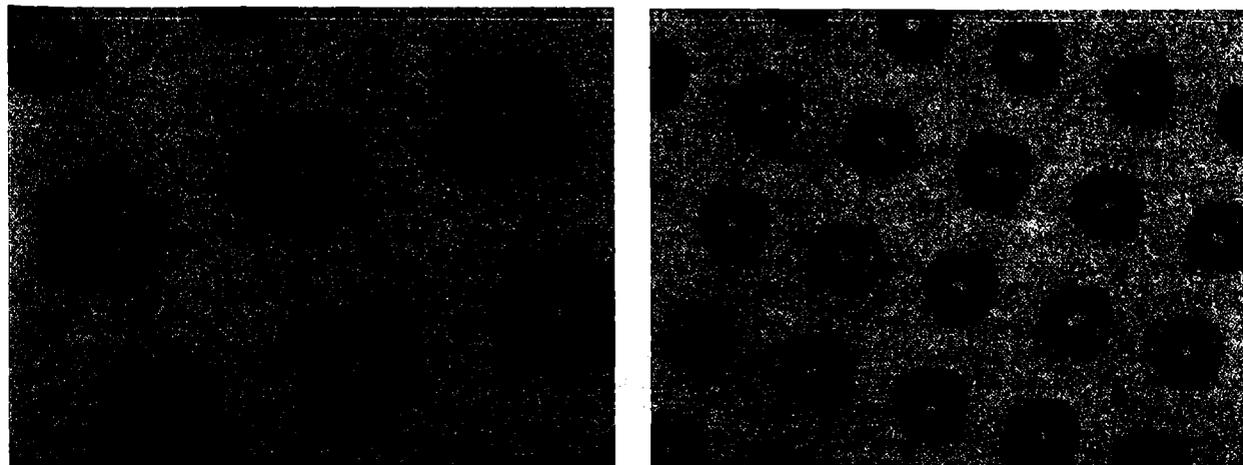
Воспроизведение растровых элементов на фотоформе характеризуется очень высоким качеством. До величины относительной площади 20 % градационные характеристики линейны, а с увеличением относительной площади приращение составляет 2-5 % (рис. 5). Наиболее критичным является процесс копирования растрового изображения с фотоформы на печатную форму. Увеличение относительной площади



а

б

Рис. 1. Растровые элементы на фотоформе (а) и маске (б): изображение на мониторе компьютера (система технического зрения FlexoMeter, увеличение  $\times 200$ ), программно заданная относительная площадь 5%, линиятура 120 lpi, угол поворота  $45^\circ$ , разрешение записи 2450 dpi.



а

б

Рис. 2. Растровые элементы на фотополимерных флексографских печатных формах Asahi, изготовленные по «аналоговой» (а) и «цифровой» (б) технологиям: изображение на мониторе компьютера (система технического зрения FlexoMeter, увеличение  $\times 200$ ), программно заданная относительная площадь 5%, линиятура 120 lpi, угол поворота  $45^\circ$ , разрешение записи 2450 dpi.

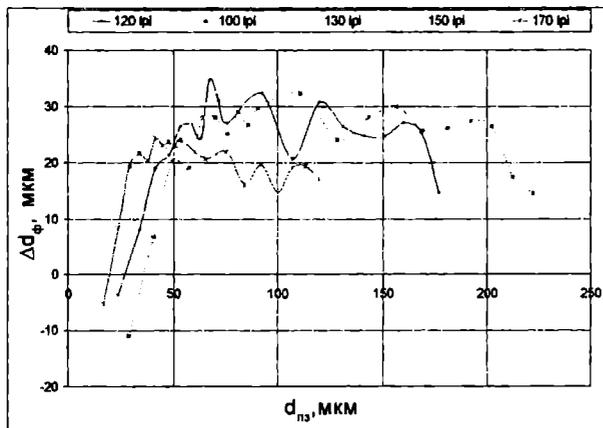


Рис. 3. Абсолютное изменение  $\Delta d_\phi$  диаметра растрового элемента на печатной форме в зависимости от программно заданного размера  $d_{пз}$  (технология Computer-to-Film).

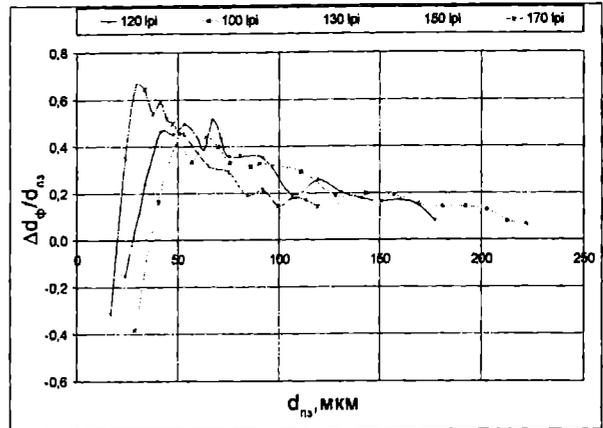


Рис. 4. Относительное изменение  $\Delta d_\phi/d_{пз}$  диаметра растрового элемента на печатной форме в зависимости от программно заданного размера  $d_{пз}$  (технология Computer-to-Film).

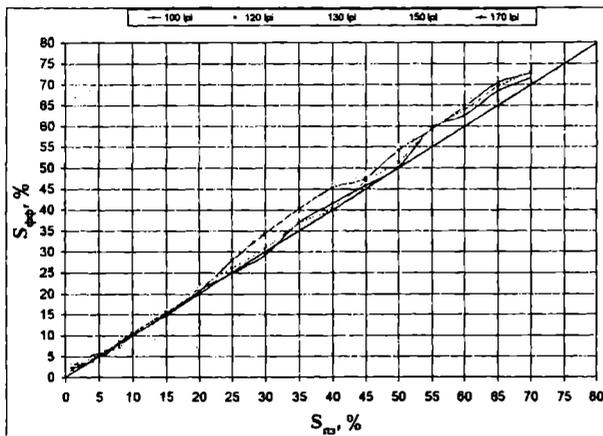


Рис. 5. График зависимости относительной площади  $S_{\phi\phi}$  растрового элемента на фотоформе от программно заданной площади  $S_{пз}$  (технология Computer-to-Film).

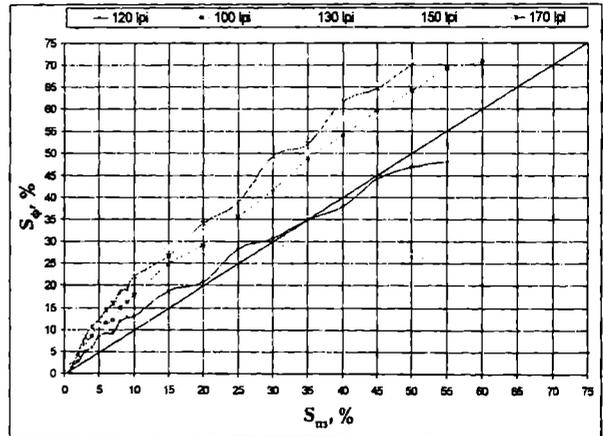


Рис. 6. График зависимости относительной площади  $S_\phi$  растрового элемента на печатной форме от программно заданной площади  $S_{пз}$  (технология Computer-to-Film).

растрового элемента на печатной форме по отношению к программно заданному имеет место на всем интервале градационного графика. И если для малых по размерам растровых элементов оно составляет 2-5%, то для более крупных растровых элементов достигает 15-20%.

Для технологии *Computer-to-Plate* характерно уменьшение размеров растровых элементов на печатной форме по отношению к программно заданным, причем наиболее существенно оно для малых по размерам растровых элементов (до 85 мкм) и составляет 25-30 мкм.

Воспроизведение растровых элементов на маске характеризуется высоким качеством: градационные характеристики практически линейны, а изменение относительных площадей несколько увеличивается (до 5%) с увеличением размера растрового элемента. Как и в первом случае, наиболее критичной стадией является копировальный процесс. Здесь характерно уменьшение относительной площади растрового элемента относительно программно заданной, причем в наибольшей степени оно характерно для малых (до 7-8%) по размерам растровых элементов.

Анализ графиков зависимости размера растрового элемента на печатной форме от программно заданного (или определенного) (рис. 11, 12) показывает:

1. Диаметр растрового элемента на печатной форме, изготовленной по технологии *Computer-to-Plate* значительно отклоняется от программно заданного только до значения около 85 мкм (рис. 12). Далее полимер ведет себя достаточно стабильно, то есть отклонения от программно заданных параметров минимальны, что говорит о высоком качестве фотополимера и нормализации процесса изготовления фотополимерной флексографской печатной формы.

2. Что же касается технологии *Computer-to-Film*, то здесь приращение размеров растровых элементов имеет место на всем интервале. Приращение увеличивается с увеличением размера растрового элемента, а затем (после 80 мкм) становится постоянным, но значительным по своей абсолютной величине.

3. Очевидно, что на обоих графиках кривые зависимости для различных линиатур практически слились в одну. Так как различий в графиках зависимости размера растрового элемента на печатной форме от программно заданного размера для каждой из линиатур нет, то можно сделать вывод о том, что изменения размеров растрового элемента в процессе изготовления флексографских печатных форм не зависят от заданной линиатуры. Следовательно, для получения компенсационных зависимостей можно использовать

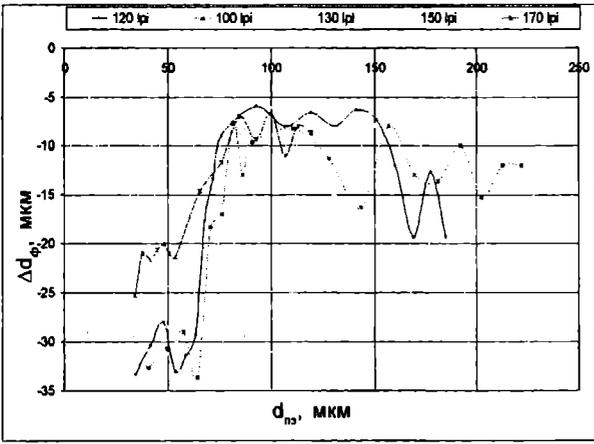


Рис. 7. Абсолютное изменение  $\Delta d_\phi$  диаметра растрового элемента на печатной форме в зависимости от программно заданного размера  $d_{пр}$  (технология Computer-to-Plate).

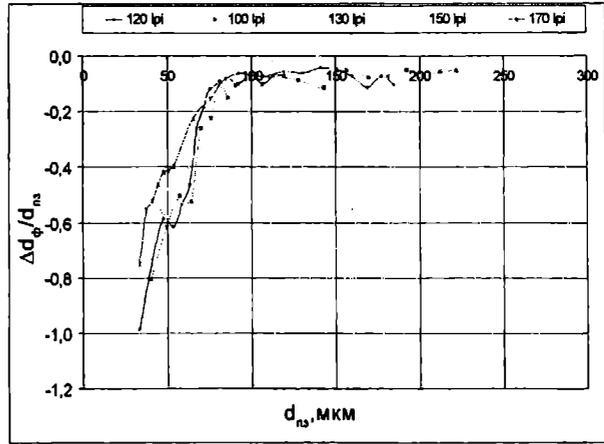


Рис. 8. Относительное изменение диаметра  $\Delta d_\phi/d_{пр}$  растрового элемента на печатной форме в зависимости от программно заданного размера  $d_{пр}$  (технология Computer-to-Plate).

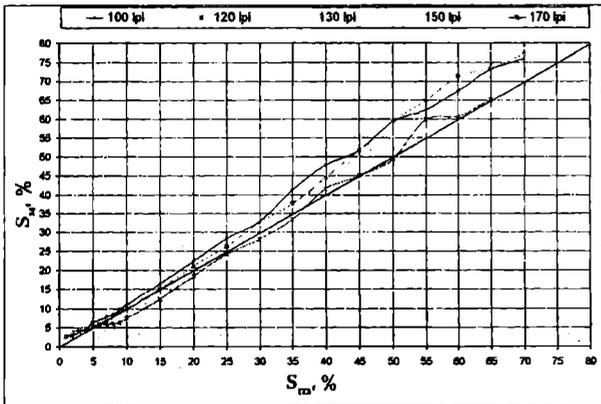


Рис. 9. График зависимости относительной площади  $S_\phi$  растрового элемента на маске фотополимера от программно заданной площади  $S_{пр}$  (технология Computer-to-Plate).

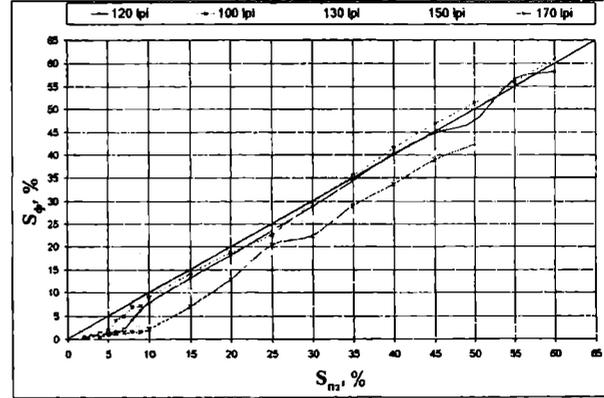


Рис. 10. График зависимости относительной площади  $S_\phi$  растрового элемента на печатной форме от программно заданной площади  $S_{пр}$  (технология Computer-to-Plate).

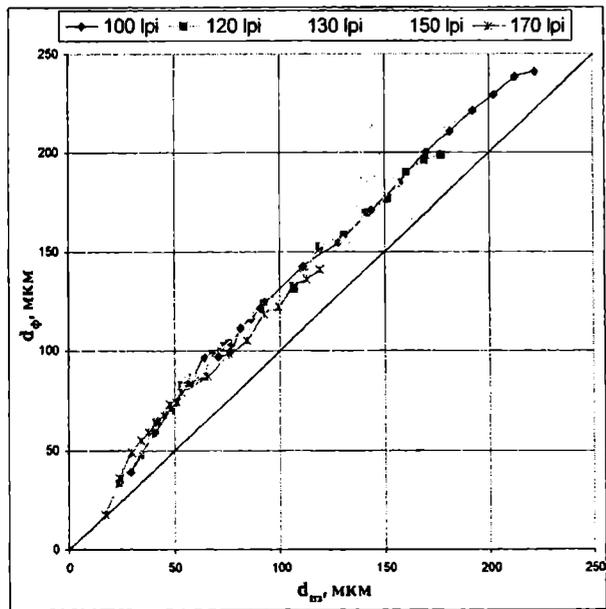


Рис. 11. Зависимость диаметра  $d_\phi$  растрового элемента на печатной форме от программно заданного  $d_{пр}$  (технология Computer-to-Film).

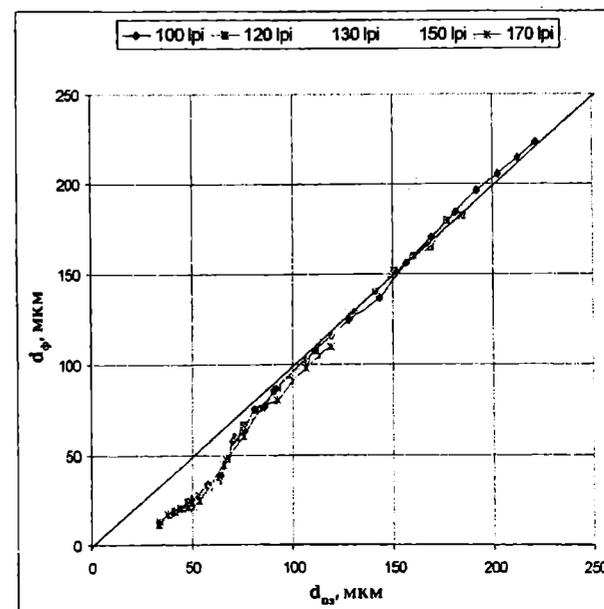


Рис. 12. Зависимость диаметра  $d_\phi$  растрового элемента на печатной форме от программно заданного  $d_{пр}$  (технология Computer-to-Plate).

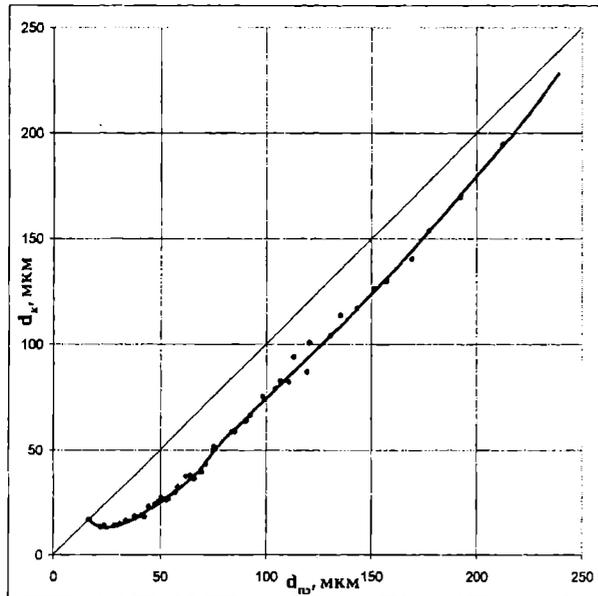


Рис. 13. Компенсационный график: зависимость компенсационного значения  $d_k$  от программно заданного (определенного) диаметра  $d_m$  растрового элемента (технология Computer-to-Film).

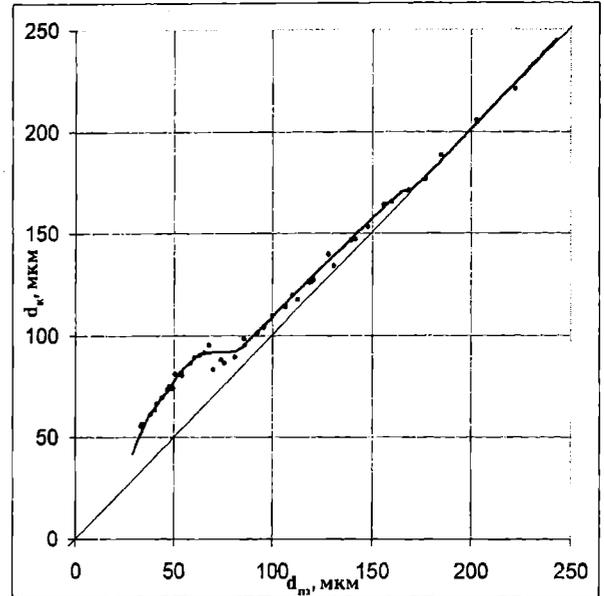


Рис. 14. Компенсационный график: зависимость компенсационного значения  $d_k$  от программно заданного (определенного) диаметра  $d_m$  растрового элемента (технология Computer-to-Plate).

данные, полученные для каждой из линиатур, несегментировано.

Для профилирования (калибровки) процесса изготовления флексографских печатных форм необходимо знать компенсационное значение для программно заданных (определенных) параметров, которые в последствии должны учитываться в процессе растривания изображения. Компенсационное значение  $d_k$  рассчитывалось:

$$d_k = d_m - \Delta d_{acc}$$

где  $d_m$  — программно заданное (определенное) значение диаметра растрового элемента,  $\Delta d_{acc}$  — абсолютное изменение диаметра растрового элемента.

Профиль (калибровочный график) процесса изготовления флексографских печатных форм в виде зависимости компенсационного значения  $d_k$  от программно заданного (определенного) диаметра растрового элемента  $d_m$  приведены на рис. 13, 14.

#### Выводы

В результате проведенных исследований работы получены компенсационные зависимости для про-

цесса изготовления флексографских печатных форм на примере фотополимерных пластин Asahi толщиной 1,7 мм.

Применяя полученные компенсационные зависимости для процесса изготовления флексографских печатных форм, можно добиться изготовления печатной формы с высокой степенью соответствия программно заданным (или определенным в процессе обработки изображения) параметрам.

#### Литература

1. Ласкин А.В., Минин П.В., Маик В.З., Сорокин Б.А. Computer-to-plate для флексографии. М: Издательство «Курсив», 2001.

**ДОРОХИН Игорь Владимирович**, студент гр. ПТ-518, химико-полиграфического факультета.

**СЫСУЕВ Игорь Александрович**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Дизайн, реклама и технология полиграфического производства».

УДК 616.711-007.55-07-053.3

**М. Е. РОЖДЕСТВЕНСКИЙ  
А. Ю. ГОЛДЫРЕВ  
О. В. КРЯЖЕВА  
Л. Б. ПАВЛОВА  
Н. А. СМИРНОВА**

Омская государственная  
медицинская академия

## **ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ДИСПЛАСТИЧЕСКИХ И НЕЙРОГЕННЫХ СКОЛИОЗОВ**

**В статье рассматриваются дифференциальная диагностика фронтальных искривлений позвоночника и прогноз развития заболевания.**

Проблема нарушения осанки и сколиоза в настоящее время приобретает особую актуальность, неуклонно растет количество детей страдающих указанной патологией (до 30% всего детского населения) [1]. Врачами вертебрологами решаются две задачи: дифференциальная диагностика фронтальных искривлений позвоночника и прогноз развития заболевания.

Существуют различные первопричины фронтальных искривлений позвоночника. К ним относятся: дисплазия соединительной ткани [2, 3, 4], нейрогенные сколиозы на фоне синдромов периферической цервикальной недостаточности и миотонического син-

дрома (субкомпенсированная недостаточность кровообращения в вертебро-базиллярном бассейне) [1], школьные сколиозы на фоне гиподинамии, статические сколиозы [3], сколиозы, вызванные неправильным выбором толчковой и опорной ноги и не оптимально сформированным профилем асимметрии [5], генетической патологией (синдром Марфана, Элерса - Данло и др.) [4], детским церебральным параличом, полиомиелитом [1], рахитические сколиозы, сколиозы на фоне ожогов грудной клетки [3], вызванные другими причинами.

В настоящем исследовании сделана попытка определить дифференциально-диагностические признаки

Сравнительная оценка признаков диспластического и нейрогенного сколиозов по ОСГ

Признак	Диспластический сколиоз	Нейрогенный сколиоз
Средний угол в градусах***	11,68 ± 2,64 (3-7лет) - 15,70 ± 3,66 (13-17лет)	3,51 ± 1,10 (3-7лет) - 7,70 ± 3,08 (13-17лет)
Максимальный угол в градусах***	16,14 ± 4,17 (3-7лет) - 23,65 ± 5,3 (13-17лет)	5,0 ± 0,74 (3-7лет) - 11,80 ± 5,12 (13-17лет)
Отношение максимального угла к среднему	1,40 ± 0,11(3-7лет) - 1,40 ± 0,08 (13-17лет)	1,40 ± 0,27 (3-7лет) - 1,50 ± 0,13 (13-17лет)
ТГММГД в максимальной кривизне***	4,20 ± 2,40 (3-7лет) - 2,11 ± 0,89 (13-17лет)	0,50 ± 0,81 (3-7лет) - 0,80 ± 0,23 (13-17лет)
Значение СФУ	4,26 ± 1,39 (3-7лет) - 8,56 ± 2,36 (13-17лет)	5,75 ± 3,038 (3-7лет) - 7,50 ± 2,55 (13-17лет)
ТГММГД в кривизне 0°	1,16 ± 0,66 (3-7лет) - 0,50 ± 1,63 (13-17лет)	0,47 ± 0,80 (3-7лет) - 0,70 ± 0,78 (13-17лет)
ТГММГД в кривизне 1°	1,56 ± 1,14 (3-7лет) - 1,81 ± 0,74 (13-17лет)	0,54 ± 0,85 (3-7лет) - 0,60 ± 0,25 (13-17лет)
ТГММГД в кривизне 2°	2,10 ± 1,18 (3-7лет) - 3,61 ± 1,83 (13-17лет)	0,76 ± 0,72 (3-7лет) - 0,80 ± 0,50 (13-17лет)
ТГММГД в кривизне 3°	3,71 ± 3,55 (3-7лет) - 1,70 ± 0,96 (13-17лет)	0,40 ± 0,85 (3-7лет) - 0,80 ± 0,72 (13-17лет)
ТГММГД в кривизне 4°	1,22 ± 1,51 (3-7лет) - 1,70 ± 1,26 (13-17лет)	0,33 ± 0,67 (3-7лет) - 0,50 ± 0,89 (13-17лет)

**Примечания:**

- \*, \*\*, \*\*\* - средние значения соответствующих показателей для диспластического сколиоза больше, чем для нейрогенного при  $p < 0,05$ ;  $p < 0,01$ ;  $p < 0,0001$ ;

• интервальные оценки указаны для 95% доверительного интервала.

двух наиболее часто встречающихся видов фронтальных искривлений позвоночника: диспластические (до 8 % детского населения) и нейрогенные сколиозы (до 20 % детского населения). С этой целью было обследовано 109 детей в возрасте от 3 до 17 лет. Для постановки диагноза использовались следующие методики: определение значимости фенотипических признаков дисплазии соединительной ткани (ДСТ) в баллах по В.М. Яковлеву, Г.И. Нечаевой [4], неврологический осмотр [6], реоэнцефалография с функциональными пробами [7], рентгенография шейного отдела позвоночника с функциональными пробами [8, 9]. Для определения всех существующих искривлений, а также их качественного состава (преобладание клиновидности тел или клиновидности дисков в искривлении) всем больным производилась прямая специальная ортоспондилограмма (ОСГ) по В.А. Ишалу [5], в нашей модификации (формализация критериев определения и введение дополнительных параметров ОСГ, компьютерная обработка данных [10]).

У 54 пациентов первой группы фенотипически выставлен диагноз ДСТ, причем у всех выявлена легкая и умеренная степень (от 18 до 23 баллов диагностического коэффициента (ДК) [4]). Как видно из таблицы 1, средний угол (отношение суммы всех углов искривлений к их количеству) у больных с диспластическим сколиозом колебался от 11,68° (3-7 лет) до 15,70° (13-17 лет), максимальный угол искривления - от 16,14° (3-7) до 23,65° (13-17), отношение максимального угла к среднему - от 1,42 (3-7) до 1,48 (13-17), отношение деформации тел к деформации дисков в максимальной кривизне - от 4,39 (3-7) до 2,13 (13-17), значение «статического фактора укорочения» (СФУ) - от 4,26 (3-7) до 8,56 мм (13-17). У всех больных данной группы по ОСГ до 5 доступных для обследования искривлений, причем в искривлении 0 (начальное от крестца противоискривление, при котором направление кривизны не соот-

ветствует стороне «укороченной» ноги) соотношение клиновидности тел к клиновидности дисков (ТП/МГД) с возрастом изменялось от 1,16 (3-7 лет) до 0,5 (13-17 лет), в искривлении 1 величина этого соотношения нарастала от 1,56 (3-7 лет) до 1,81 (13-17 лет), далее в искривлении 2 наблюдался рост от 2,1 (3-7 лет) до 3,66 (11-12 лет) с последующим снижением до 2,04 (13-17 лет), в кривизне 3 прослеживалось постепенное снижение отношения клиновидности с 3,71 (3-7 лет) до 1,7 (13-17 лет), кривизна 4 от 1,2 (3-7 лет) до 1,7 (13-17 лет). Рассматривая динамику изменения клиновидностей, можно сказать, что клиновидность тел больше клиновидности дисков во всех искривлениях кроме нулевого противоискривления, величина самого соотношения нарастает к 3-й кривизне с последующим снижением в 4-й.

У 55 человек второй группы, имеющих фронтальные нарушения осанки, выявлено до 18 баллов ДК, что укладывалось в вариант нормы. Как видно из таблицы 1, средний угол искривления по ОСГ колебался от 3,5° (3-7 лет) до 7,7° (13-17 лет), максимальный угол - от 5,0° (3-7) до 11,8° (13-17), отношение максимального к среднему углу - от 1,4 (3-7) до 1,5 (13-17), ТП/МГД в максимальной кривизне от 0,5 (3-7) до 0,8 (13-17), СФУ от 5,75 (3-7) до 7,5 мм (13-17). В данной группе также чаще выявлялось 5 доступных для исследования искривлений: в искривлении 0 ТП/МГД возрастало от 0,47 (3-7) до 0,79 (13-17), в искривлении 1 - от 0,54 (3-7) до 0,60 (13-17), в искривлении 2 - от 0,76 (3-7) до 0,8 (13-17), искривление 3 - от 0,4 (3-7) до 0,8 (13-17), в искривлении 4 - от 0,33 (3-7) до 0,5 (13-17). Анализируя динамику соотношения клиновидности у данной группы больных, следует отметить, что клиновидность во всех искривлениях преобладала в межпозвоночных дисках по сравнению с телами позвонков, с некоторым нарастанием величины соотношения к 3-й кривизне.

При клиническом обследовании первой группы больных с диагнозом ДСТ у 51 пациента явной невро-

Оценка клинических данных в зависимости от типа сколиоза

Признаки	Диспластический сколиоз (54 человека)				Нейрогенный сколиоз (55 человек)			
	ДСТ (51 человек)		ДСТ + СПЦН (3 человека)		СПЦН (35 человек)		Миотонический (20 человек)	
Кривошея	0	0	3	100%	35	100%	18	90%
Крыловидное состояние лопаток	0	0	3	100%	35	100%	18	90%
Асимметрия стояния плечевого пояса	50	98%	3	100%	35	100%	20	100%
Гипотония мышц плеча	45	88%	3	100%	35	100%	19	95%
Гипотония мышц предплечья	40	78%	2	67%	32	91%	15	75%
Рекурвация в локтевых суставах	47	92%	3	100%	35	100%	19	95%
Защитное напряжение шейно-затылочных мышц	0	0%	1	33%	33	94%	17	85%
Болезненность шейных паравerteбральных точек	0	0%	1	33%	31	89%	16	80%
Болезненность остистых отростков шейных позвонков	0	0%	1	33%	30	86%	15	75%
Рекурвация в коленных суставах	46	90%	0	0%	0	0%	20	100%
Рекурвация в голеностопных суставах	34	67%	0	0%	0	0%	19	95%
Поза "лягушки"	20	39%	0	0%	0	0%	20	100%
Симптом "складывания"	15	29%	0	0%	0	0%	19	95%
Гиперлордоз	42	82%	0	0%	0	0%	20	100%
Проприоцептивные рефлексы	Норма		Повышенные		Повышенные		Повышенные	

логической симптоматики не было выявлено, у 3 детей дополнительно выявлен синдром периферической цервикальной недостаточности (СПЦН) (таблица 2).

У всех 55 человек во второй группе выявлена неврологическая патология, характеризующая субкомпенсированную недостаточность кровообращения в вертебробазилярном бассейне, который, как известно, отвечает за кровоснабжение структур мозга, регулирующих мышечный тонус (таламус, красные ядра, ретикулярная формация, мозжечок и др.) [11]. У тридцати пяти больных определен СПЦН, а у 20 — миотонический синдром (с распространением мышечной гипотонии на нижние конечности). Как видно из таблицы 2, у больных СПЦН обнаружена гипотония мышц верхней половины туловища (плеча, предплечья), а также кривошея, крыловидное состояние лопаток, асимметрия стояния плечевого пояса, рекурвация в локтевых суставах, защитное напряжение шейно-затылочных мышц, болезненность шейных паравerteбральных точек и остистых отростков шейных позвонков. У 20 больных с миотоническим синдромом, обнаружены те же симптомы, но в меньшей степени проявления и гипотония нижних конечностей. У всех больных с нейрогенными сколиозами выявлено повышение проприоцептивных рефлексов, в зависимости от зоны поражения. Следует отметить, что в отличие от больных с нейрогенными сколиозами, у больных с ДСТ отмечаются признаки гипотонии без яркой неврологической симптоматики.

По данным РЭГ с функциональными пробами и рентгенографии шейного отдела позвоночника с функциональными пробами у 51 пациента первой группы патологии не обнаружено, а у 3 больных с СПЦН отмечалось снижение вертебральных РЭГ и нестабильность в шейном отделе на уровне  $C_3 - C_5$ .

У 51 пациента второй группы по данным РЭГ с функциональными пробами отмечалось снижение амплитуды вертебральных РЭГ, на рентгенографии шейного отдела с функциональными пробами в 49 слу-

чаях выявлена нестабильность шейного отдела позвоночника, преимущественно в среднешейном отделе  $C_4 - C_6$ , что в совокупности с трактовкой данных ОСГ и неврологическим обследованием верифицирует диагноз нейрогенного сколиоза.

Таким образом, наиболее существенно отличными для диспластического и нейрогенного сколиозов параметрами ОСГ являются: средний угол (отношение суммы модулей углов искривлений к их числу) ( $p < 0,0001$ ), максимальный угол в градусах ( $p < 0,0001$ ), отношение ТП/МПД в максимальной кривизне ( $p < 0,0001$ ), а также значения ТП/МПД во всех существующих кривизнах ( $p < 0,05$  для искривлений 0, 1, 2;  $p < 0,01$  для искривлений 3, 4), для диспластического сколиоза эти значения больше, чем для нейрогенного.

### Выводы

1. Дифференциальная диагностика нейрогенного и диспластического сколиозов должна основываться на совокупности значимых методов обследования: вертебро-неврологический осмотр, выявление фенотипических признаков дисплазии, прямая специальная ОСГ, РЭГ с функциональными пробами, рентгенография шейного отдела позвоночника с функциональными пробами.

2. Выявлены статистически достоверные параметры отличия диспластических и нейрогенных сколиозов по данным ОСГ: средний угол, максимальный угол, значение ТП/МПД в максимальной кривизне и во всех существующих кривизнах.

3. Метод производства ОСГ, в нашей модификации с компьютерным анализом данных, является ключевым критерием дифференциальной диагностики диспластических и нейрогенных сколиозов.

### Литература

1. Рагнер А.Ю. Поздние осложнения родовых повреждений нервной системы. - Казань, 1990. - С. 20-34.

2. Казьмин А.И., Кон И.И., Беленький В.Е. Сколиоз - М. «Медицина», 1981. - С. 133 - 135.
3. Шулутко Л.И. Боковое искривление позвоночника у детей. - Казань, 1968. - С. 19 - 37.
4. Яковлев В.М., Нечаева Г.И. Кардио-респираторные синдромы при дисплазии соединительной ткани. - Омск, 1994. - С. 186 - 189.
5. Голдырев А.Ю., Ишал В.А., Рождественский М.Е. Физиология асимметрии, фронтальные нарушения осанки, сколиоз и сколиотическая болезнь // Вестник новых медицинских технологий. - 2000, № 1. - С. 88 - 90.
6. Савченко А.Ю., Потемкин И.М., Иванова Н.В. Методическое пособие для подготовки к практическим занятиям и экзаменам по неврологии. - Омск, 1998. - С. 6 - 30.
7. Широкова С.А. Возможности электрофизиологических методов исследования в неврологии детского возраста. - Казань, 1986. - С. 18 - 22.
8. Михайлов М.К. Нейрорентгенология детского возраста. - Казань, 1986. С. 167 - 178.
9. Тагер И.Л., Дьяченко В.А. Рентгенодиагностика заболеваний позвоночника. - М: Медицина, 1971.
10. Голдырев А.Ю., Ишал В.А., Панов С.А., Прохоров О.В., Рождественский М.Е. Информативность

измерений при диагностике искривлений позвоночника // Информационные технологии и радиосети. Инфоррадио 2000: сборник научных трудов международных конференций. - С. 62 - 67.

11. Скоромец А.А. Топическая диагностика заболеваний нервной системы: руководство для врачей. - 1989. Л.: Медицина, - С. 65-85.

**РОЖДЕСТВЕНСКИЙ Михаил Евгеньевич**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой врачебного контроля, лечебной физкультуры и традиционной медицины.

**ГОЛДЫРЕВ Андрей Юрьевич**, ассистент кафедры врачебного контроля, лечебной физкультуры и традиционной медицины.

**КРЯЖЕВА Ольга Викторовна**, врач-педиатр специализированного детского сада "Буровичок" ОАО Сургутнефтегаз".

**ПАВЛОВА Людмила Борисовна**, начальник медицинского отдела ОАО "Сургутнефтегаз".

**СМИРНОВА Нина Аркадьевна**, заведующая детской поликлиникой № 1 городской больницы № 1, г. Сургут.

УДК 616.711-007.55-07-053.3+518

**М. Е. РОЖДЕСТВЕНСКИЙ**  
**А. Ю. ГОЛДЫРЕВ**  
**О. В. КРЯЖЕВА**  
**Л. Б. ПАВЛОВА**  
**Н. А. СМЕРНОВА**

Омская государственная  
медицинская академия

## ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ВЫРАЖЕННОСТИ ДИСПЛАСТИЧЕСКИХ СКОЛИОЗОВ

**В современных условиях практически ни одно обследование позвоночника не считается законченным без углубленного изучения рентгенологической картины [1]. Окончательный диагноз сколиоза возможен лишь тогда, когда клинические данные подтверждаются рентгенологическими исследованиями.**

В настоящее время в практике ортопедии (вертебрологии) наиболее распространены два графических метода анализа спондилограмм: метод Фергюссона и метод Кобба, являющиеся неточными, так как пациент обследуется в нелимитируемом положении, что допускает погрешность повторных исследований, также оба метода не отражают пространственную ориентацию каждого отдельного позвонка и межпозвоночного диска, что препятствует дифференциальной диагностике. Методика В.А. Ишала, предложенная им в 1974 году, в нашей модификации (формализация критериев определения и введение новых параметров прямой специальной ортослон-диограммы (ОСГ), компьютерная обработка данных), предполагает определение суммы клиновидно деформиро-

ванных тел позвонков и межпозвоночных дисков в градусах, подсчитанных по разнице наклонов линий, проведенных через верхние и нижние площадкител позвонков, к вертикальной тени отвеса-струны (рис. 1). Высчитываются торсио-ротационные смещения позвонков на линию, определяющую направление нижней площадки позвонка, опускаются три перпендикуляра — два от "тали" тела позвонка, третий - из середины тени основания остистого отростка. Разница в расстояниях между этими линиями показывает направление и степень торсио-ротационных смещений в миллиметрах. Исследования проводятся в положении больного стоя, в строго лимитируемых условиях, что дает возможность воспроизводимости позы больного.

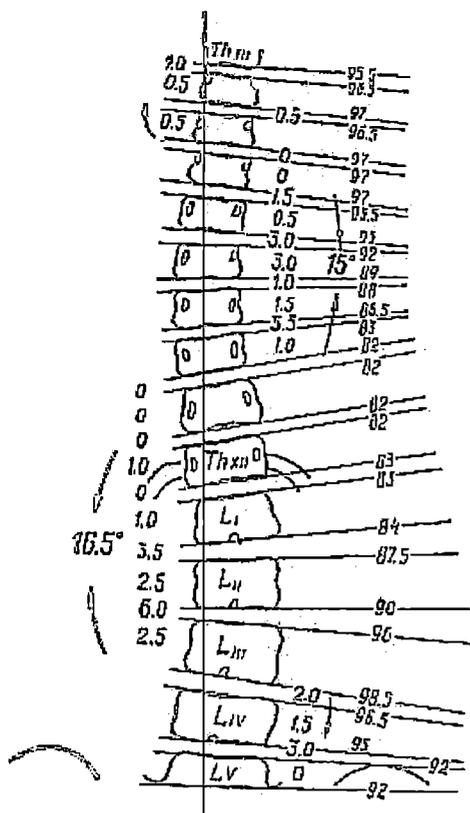


Рис. 1. Методика графического анализа ОСГ.

С целью более точного определения разных по этиологии искривлений позвоночника и при помощи данной методики появилась возможность дифференциальной диагностики диспластических и недиспластических сколиозов.

Для этого была произведена экспертная оценка врачом-экспертом 100 больных, из них у 50 была выявлена легкая и умеренная степень выраженности дисплазии соединительной ткани (до 23 баллов диагностического коэффициента (ДК) по Яковлеву В.М., Нечаевой Г.И. [2]), при анализе ОСГ: наблюдались большие величины углов искривлений от 16 до 23 градусов, величины максимальной торсии более 8 мм, и соотношение клиновидно-деформированных тел к клиновидно-деформированным дискам всегда было в пользу первых; во 2-й группе 50 больных с нарушениями осанки и сколиозом клинически выявлены наиболее часто встречающиеся недиспластические сколиозы: до 18 баллов ДК у каждого больного, на ОСГ величина углов не превышала в среднем 15 градусов, максимальная величина торсион-ротационных смещений не превышала в среднем 8 мм, а соотношение клиновидности в большинстве случаев имело тенденцию к преобладанию клиновидно-деформированным дискам.

С целью диагностики неясных случаев, где врач не может клинически и инструментально (по ОСГ) однозначно отнести пациента к той или иной группе, а также для возможности определения существующей тенденции развития деформации позвоночника в зависимости от его этиологии, необходимо создание соответствующей (адекватной) математической модели.

В качестве таковой предложена статистическая модель, получаемая использованием средств множественного регрессионного и корреляционного анализа данных. Регрессия предлагается для вычисления индекса дисплазии, характеризующего текущую сте-

пень диспластических проявлений, и дифференциальной диагностики диспластических и недиспластических сколиозов. Она же дает возможность прогноза развития заболевания. Для хранения, обработки и анализа ОСГ был разработан компьютерный пакет средств для OS Windows, включающий в себя как информационный банк данных ОСГ, так и средства статистического анализа данных, экспертную систему.

Проведен анализ линейной корреляции зависимости исследуемых существенных параметров ОСГ и диагноза. Для возможности проведения корреляционного анализа в качестве формального выражения диагноза (недисплазия, неяркая дисплазия, яркая дисплазия) были приведены в соответствие следующие интуитивные численные уровни индекса дисплазии (1, 2, 3). Из исследуемых факторов при помощи парного корреляционного линейного анализа были определены 3 наиболее значимых параметра ОСГ (таблица 1).

Таблица 1  
Парная корреляция  
существенных параметров ОСГ и диагноза

Фактор/параметр ОСГ	Значение парного коэффициента корреляции	P
Максимальный угол	0.602626	0.001
Тп/мпд в максимальном угле	0.406276	0.001
Максимальная торсия	0.203857	0.05

В соответствие с этими оценками были матричным методом построены 2 линейных уравнения множественной регрессии [6]: первое с учетом всех 3 параметров (максимальный угол деформации, торсия, соотношение клиновидности тел и дисков (ТП/МПД)) и второе без учета торсии. Необходимость определения последнего обусловлена тем, что определение максимальной торсии не всегда возможно из-за динамической смазанности изображения на снимке.

С учетом построенных уравнений регрессии и для проверки их адекватности эмпирическим данным были определены их множественные коэффициенты корреляции по формуле:

$$y_1 = b_{01} + b_{11} \cdot x_1 + b_{21} \cdot x_2 + b_{31} \cdot x_3 \text{ (три параметра)}$$

$$y_2 = b_{02} + b_{12} \cdot x_1 + b_{22} \cdot x_2 \text{ (2 параметра без торсии),}$$

где - остаточная дисперсия, - дисперсия среднего.

Стоит обратить внимание на то, что значение вычисляемого коэффициента корреляции напрямую зависит от соотношения между возможными численными представлениями индекса дисплазии - множеством возможных опытных значений индекса (дисплазия = 1, неяркая дисплазия = 2, яркая дисплазия = 3), неоднозначно определяемых в численной форме (заданных в языковой). Так первоначально эти значения были определены случайным образом (равномерно), исходя из предпосылок, что в данном случае (диагнозе) это значение должно быть больше или меньше, чем при других диагнозах. Это не определяет реальные пропорции между численными представлениями диагноза (индекса дисплазии), а определяет лишь их приоритет по отношению друг к другу.

Таким образом, можно предположить, что при выборе иного соотношения между возможными численными

ми значениями индекса дисплазии, например (1, 2,5, 3) значение коэффициента корреляции изменится по сравнению с первоначально определенным значением коэффициента корреляции (при выборе 1, 2, 3). Так как это приведет к изменению вектора  $Y$  - вектора опытных численных значений индекса дисплазии и определению иного решения уравнения регрессии с иной степенью корреляции. Очевидно, чтобы определить численные соотношения между явлениями, выраженными в терминах естественного языка (в данном случае диагноза), необходимо найти такую пропорцию элементов множества возможных опытных значений индекса дисплазии, при которой значение коэффициента корреляции было бы максимальным по сравнению со всеми иными возможными пропорциями.

Следовательно, необходимо определение максимальной функции  $R(Y)$ , где  $R$  - коэффициент корреляции множественного уравнения регрессии, а  $Y$  - вектор опытных значений функции отклика, составленный из элементов множества значений индекса дисплазии.

Максимум функции  $R(Y)$  определялся методом перебора: зафиксировав граничные значения (недисплазия и яркая дисплазия) как (1 и 3), варьировалось промежуточное значение (неяркая дисплазия) индекса дисплазии в пределах от 1 до 3 с шагом одна сотая. Производилась корректировка значений вектора  $Y$  в соответствии с новым численным значением неяркой дисплазии. Находились решения уравнений множественной регрессии, вычислялось суммарное значение коэффициентов множественной корреляции для уравнений с учетом и без учета торсии -  $R_1(Y) + R_2(Y)$ .

Выбор именно такого критерия оптимизации (сумма коэффициентов корреляции) обусловлен необходимостью единой шкалы индекса дисплазии для обеих методик, что позволяло бы сопоставлять индексы дисплазии, определенные как с учетом, так и без учета торсии, что вызвано не всегда должным качеством производства рентгеновских снимков.

После оптимизации (максимизации) величины суммы коэффициентов множественной корреляции этих регрессионных уравнений численное значение диагноза, соответствующее неяркой дисплазии, было определено как 1.74 вместо 2, при этом значение суммы коэффициентов множественной корреляции максимальна (таблица 2).

Соответственно уравнения регрессии были найдены как:

$$y_1 = 0.589447 + 0.045533 \cdot x_1 + 1.263477 \cdot x_2$$

$$y_2 = 0.568427 + 0.055944 \cdot x_1 + 1.303155 \cdot x_2 - 0.027296 \cdot x_3$$

где  $x_1$  - значение максимального угла ОСГ,  $x_2$  - тп/мпд в максимальном угле,  $x_3$  - максимальной торсии.

Методика расчета индекса дисплазии:

1. На ОСГ определяются 3 параметра:

а) Величина максимального угла кривизны (в градусах);

б) соотношение клиновидности в максимальной кривизне по формуле  $\frac{\text{соотношение клиновидности}}{\text{модуль величины искривления тел позвонков (ТП)}}$ , деленный на сумму модуля величины искривления тел позвонков (ТП) и модуля величины искривления межпозвоночных дисков (МПД));

в) величина максимальной торсии (в мм).

2. Значения параметров (величина максимального угла, соотношение клиновидности, величина макси-

Таблица 2  
Множественная корреляция параметров ОСГ и диагноза

Уравнение	Значение коэффициента корреляции множественного уравнения регрессии	P
3 факторное	0.777268	0.001
2 факторное	0.728285	0.001

мальной торсии) подставляются в уравнения  $y_1, y_2$  как  $x_1, x_2, x_3$  соответственно.

3. Трактовка результата, значения индекса дисплазии:

В силу линейного характера установленной зависимости можно предложить следующую трактовку:

а) индекс дисплазии < 1

диагноз - недисплазия, условная норма.

б)  $1 \leq$  индекс дисплазии < 1.74 (диагноз между недисплазией и неяркой дисплазией).

В этом интервале диагноз определяется следующими вероятностными характеристиками:

вероятность диагноза неяркая дисплазия -

вероятность диагноза недисплазия - ,

где  $x$  - значение индекса дисплазии;

в)  $1.74 \leq$  индекс дисплазии < 3 (диагноз между неяркой дисплазией и яркой дисплазией).

В этом интервале диагноз определяется следующими вероятностными характеристиками:

вероятность диагноза яркая дисплазия -

вероятность диагноза недисплазия - ,

где  $x$  - значение индекса дисплазии;

г) индекс дисплазии  $\geq$  3

диагноз - очень яркая дисплазия;

Таким образом, при значении индекса дисплазии менее 1,37 более вероятен диагноз недисплазия, от 1,37 до 2,37 - неяркая дисплазия, более 2,37 - яркая дисплазия, (вероятность рассчитывается по формулам, указанным выше).

**Пример 1.**

Девочка О. 12 лет. Диагноз: левосторонний грудно-поясничный недиспластический (нейрогенный) сколиоз II степени.

Данные ОСГ:

наблюдается максимальная грудно-поясничная кривизна от  $L_4$  до  $D_{11}$  - 12°, качественный состав - клиновидность тел - 2°, клиновидность дисков - 10°, максимальная торсия - 6 мм.

Индекс дисплазии по 3-х факторному уравнению = 1.22, что соответствует недиспластическому сколиозу. По 2-факторному уравнению (без учета торсии) = 1.33.

**Пример 2.**

Девочка Р. 13 лет. Диагноз: правосторонний грудно-поясничный диспластический сколиоз II степени.

Данные ОСГ:

наблюдается максимальная правосторонняя грудно-поясничная кривизна - 11°, качественный состав - клиновидность тел - 9°, клиновидность дисков - 2°, максимальная торсия - 7 мм.

Индекс дисплазии по 3-х факторному уравнению = 2,03, что соответствует диспластическому сколиозу с неярко выраженной дисплазией соединительной ткани. По 2-факторному уравнению (без учета торсии) = 2.10.

**Пример 3.**

Мальчик Ж. 11 лет. Диагноз: левосторонний ниже-грудной диспластический сколиоз II степени.

Данные ОСГ:

наблюдается максимальная левосторонняя грудная кривизна - 20°, качественный состав - клиновидность тел - 18°, клиновидность дисков - 2°, максимальная торсия - 9 мм.

Индекс дисплазии по 3-х факторному уравнению = 2,6, что соответствует диспластическому сколиозу с ярко выраженной дисплазией соединительной ткани. По 2-х факторному уравнению (без учета торсии) = 2.62.

**Пример 4.**

Девочка К., 14 лет. Диагноз: левосторонний грудно-поясничный сколиоз II - III степени.

Данные ОСГ:

наблюдается максимальная левосторонняя грудно-поясничная кривизна - 30°, качественный состав - клиновидность тел - 28°, клиновидность дисков - 2°, максимальная торсия - 10 мм.

Индекс дисплазии по 3-факторному уравнению = 3,16, что соответствует диспластическому сколиозу с очень яркой дисплазией соединительной ткани. По 2-факторному уравнению (без учета торсии) = 3.11.

**Выводы:**

1. Для оптимизации дифференциальной диагностики диспластических и других по этиологии сколиозов построена статистическая модель, использующая множественную линейную регрессию.

2. С высокой степенью вероятности по индексу дисплазии можно предполагать как минимум 4 варианта диагноза: недисплазия, неяркая, яркая, очень яркая дисплазия.

3. Результаты исследования предоставляют возможности анализа, прогноза, и выбора методов лечения различных по первопрочине патологических состояний позвоночника.

**Литература**

1. Голдырев А.Ю., Ишал В.А., Рождественский М.Е. Физиология асимметрии, фронтальные нарушения осанки, сколиоз и сколиотическая болезнь // Вестник новых медицинских технологий. - 2000. Т. 7, № 1. - С. 88 - 90.
2. Яковлев В.М., Нечаева Г.И. Кардио-респираторные синдромы при дисплазии соединительной ткани. - Омск, 1994. - С. 186 - 189.
3. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул. М: Высшая школа, 1988. - С. 64 - 73.

**РОЖДЕСТВЕНСКИЙ Михаил Евгеньевич**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой врачебного контроля, лечебной физкультуры и традиционной медицины.

**ГОЛДЫРЕВ Андрей Юрьевич**, ассистент кафедры врачебного контроля, лечебной физкультуры и традиционной медицины.

**КРЯЖЕВА Ольга Викторовна**, врач-педиатр специализированного детского сада "Буровичок" ОАО Сургутнефтегаз".

**ПАВЛОВА Людмила Борисовна**, начальник медицинского отдела ОАО "Сургутнефтегаз".

**СМИРНОВА Нина Аркадьевна**, заведующая детской поликлиникой № 1 городской больницы № 1, г. Сургут.

**Книжная полка**

Смирнов В.М.

Физиология сенсорных систем и высшая нервная деятельность: Учеб. пособие / В.М. Смирнов, С.М. Бudyлина. — М.: ИЦ "Академия", 2003. — 304 с.: с ил.

Подробно описаны механизмы возбуждения и торможения нейронов, общая и частная физиология анализаторов, современные представления о ВНС человека, типологические особенности ВНС, механизмы формирования поведенческих реакций, системогенез.

Для студентов высших учебных заведений.

Физиология человека. В 3-х т.: Пер. с англ. / Под ред. Р. Шмидта, Г. Тевса. — 3-е изд. — М.: Мир, 2003. — с ил.

Получивший международное признание учебник физиологии, написанный немецкими авторами. Том 1 посвящен вопросам общей физиологии клетки, интегративной функции нервной системы, физиологии мышц, а также сенсорной физиологии. В том 2 вошли главы по нервной и гуморальной регуляции, физиологии кровообращения и дыхания. В томе 3 рассматриваются энергетический обмен и терморегуляция, питание, пищеварение и выделение, репродукция и старение.

Для студентов — биологов и медиков, а также физиологов и врачей.

## РОЛЬ НАСЛЕДСТВЕННОЙ ПАТОЛОГИИ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ В РАЗВИТИИ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ БОЛЬНЫХ ПЕРЕЛОМАМИ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ

В работе проводится сравнительная оценка посттравматических изменений в зоне перелома и височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) у лиц с фенотипическими признаками дисплазии соединительной ткани (ДСТ) и без таковых в течение 1 месяца после перелома нижней челюсти (по 20 больных в каждой группе) и спустя 3 года после травмы (по 30 человек соответственно). Приведенные данные свидетельствуют, что выявление признаков ДСТ у пострадавших с переломами нижней челюсти является прогностическим критерием, свидетельствующим о высоком риске развития посттравматических осложнений.

### Введение

В структуре травм челюстно-лицевой области переломы нижней челюсти занимают ведущее место. Несмотря на успехи в их лечении, частота посттравматических осложнений сохраняется высокой и имеет тенденцию к росту.

Наиболее частыми осложнениями при переломах нижней челюсти являются гнойно-септические осложнения, в виде нагноения костной раны, развитие травматического остеомиелита, формирование ложного сустава [2,5,8].

На долю травматического остеомиелита нижней челюсти приходится 7-35%. Частота развития травматического остеомиелита зависит от особенностей анатомического строения нижней челюсти, т.е. от морфотипа, и окружающих ее мягких тканей, а так же от характера травмы.

Так, при разрыве слизистой оболочки альвеолярного отростка возникает высокий риск инфицирования костной раны микрофлорой полости рта, а при повреждении нервно-сосудистого пучка развиваются нейродистрофические процессы, приводящие к нарушению процессов репаративной регенерации кости.

Вместе с тем при детальном обследовании пострадавших, а также при контроле за состоянием зубочелюстного аппарата в отдаленные сроки обращает на себя внимание высокая частота осложнений со стороны ВНЧС. Уже в день травмы в значительной части случаев выявляются признаки травматического артрита различной степени выраженности, которые, как правило, маскируются симптоматикой перелома нижней челюсти и выпадают из поля зрения челюстно-лицевых хирургов и, следовательно, остаются без адекватного лечения. В дальнейшем, даже после нормальной консолидации перелома челюсти и купирования явлений острого артрита, в ряде случаев развиваются дегенеративные изменения в суставе, частота которых тем выше, чем дальше от средней линии челюсти проходила линия перелома [1]. В большинстве

случаев пациенты не обращаются за медицинской помощью в связи с возникшей симптоматикой, расценивая ее как должное и неизбежное последствие травмы.

В этой связи представляется актуальным изучение факторов, способствующих развитию посттравматических осложнений и в частности возникновению патологических изменений в ВНЧС при переломах нижней челюсти, с целью выбора оптимальной тактики лечения пострадавших.

В последние годы возрос интерес к наследственному дефекту коллагеновых структур — дисплазии соединительной ткани — как к предиктору патологии различных органов и систем [7,9]. Структурно неполноценная и функционально несостоятельная, соединительная ткань при мезенхимальных дисплазиях формирует своеобразный, отличный от обычного, ответ на повреждение [3,4,6].

Приведенные факты побудили нас исследовать особенности посттравматических осложнений со стороны перелома и изменений височно-нижнечелюстного сустава, их течение и исходы при переломах нижней челюсти у пострадавших с признаками дисплазии соединительной ткани.

Целью нашей работы была разработка клинических критериев оценки риска развития посттравматических осложнений, в том числе суставной патологии при травмах нижней челюсти.

### Материал и методы

Для оценки роли ДСТ в развитии ранних осложнений травмы нижней челюсти в том числе травматического артрита нами обследованы пациенты, находящиеся на лечении в отделении ЧЛХ и кабинете реабилитации ГКБ-11 г. Омска.: 20 человек с признаками ДСТ и 20 — без таковых (группы 1 и 2). Наблюдение проводилось в течение 1 месяца с момента получения травмы.

С целью выявления частоты развития артрозов и внутренних нарушений ВНЧС после переломов ниж-

Сравнительная частота и тяжесть травматического артрита ВНЧС у лиц с дисплазией соединительной ткани и без таковой

	Без признаков ДСТ (группа 1)	С признаками ДСТ (группа 2)
Всего больных	20	20
Развился травматический артрит: больных %	6 30,0*	13 65,0*
Продолжительность болевого синдрома (дней)	6,67±0,42**	10,69±0,54**
Интенсивность болевого синдрома (баллов)	1,67±0,35	1,69±0,21

\* - различия достоверны (P &lt; 0,05)

\*\* - P &lt; 0,01

ней челюсти нами обследованы 30 человек с ДСТ и 30 человек без фенотипических признаков мезенхимальной дисплазии спустя 3 года после перенесенной травмы (группы 3 и 4).

Все больные — мужчины 20 — 40 лет с двусторонними переломами в области углов и тела нижней челюсти без выраженного смещения костных отломков. Всем проводилась иммобилизация челюстей бимаксиллярными шинами продолжительностью 4-5 недель, антибактериальная терапия. В обследование не включались лица, отмечавшие те или иные симптомы со стороны ВНЧС до травмы.

Клиническая часть обследования включала: сбор анамнеза с целью выявления жалоб со стороны ВНЧС, зубо-челюстного, опорно-двигательного аппаратов и внутренних органов, для выяснения динамики симптомов. При физическом обследовании особое внимание уделялось обнаружению и оценке признаков ДСТ (астенический тип конституции, деформации грудной клетки, долихостеномелия, арахнодактилия, сколиоз, плоскостопие, гипермобильность суставов, миопия, вегетативная дисфункция, спланхноптоз, пролапсы клапанов сердца и др.). Стоматологический статус оценивали на основании осмотра лица, полости рта, зубных рядов, выявляя при этом аномалии прикуса, формы неба, укорочение уздечек губ и языка, дефекты зубных рядов.

Оценка состояния области перелома осуществлялась пальпаторно. Определялось напряжение мягких тканей, наличие и степень выраженности отека прилежащих к перелому мягких тканей, наличие инфильтрата, стабильность фиксации отломков. Консолидацию перелома определяли бимануально по наличию нарастающей тугоподвижности в зоне перелома.

Состояние ВНЧС определяли на основании пальпации сустава и жевательных мышц, анализа суставных шумов и движений нижней челюсти, объема открывания рта по межрезцовому расстоянию.

Всем больным выполнялась рентгенография костей лицевого скелета для определения локализации переломов и характера смещения костных отломков. В острый период травмы рентгенологическое исследование ВНЧС было малоинформативным. Наличие выпота и крови в суставной полости, а также дислокаций суставного диска устанавливали при помощи магнитно-резонансной томографии. МРТ выполнялась на аппарате Magnetom open (Siemens) с напряженностью магнитного поля в 0,2 Т.

Для оценки состояния суставных поверхностей нижней челюсти и височной кости в отдаленные сроки выполняли линейную томографию ВНЧС в сагитальной проекции (глубина среза — 1,5-2,5 см).

## Результаты и обсуждение

Оценка состояния ВНЧС сразу после травмы представляла определенные сложности. Функция сустава не могла служить критерием повреждения сустава, т.к. больным осуществляли лечебную иммобилизацию нижней челюсти. Наиболее показательными признаками травмы ВНЧС были самопроизвольные боли и боли при пальпации головки нижней челюсти спереди от козелка уха и со стороны наружного слухового прохода, отек периартикулярных тканей, на МРТ-томограммах - признаки выпота в суставную полость. Для сравнения интенсивности болевого синдрома у лиц с травматическим артритом нами были выбраны следующие критерии оценки: 1 балл — незначительные боли при пальпации периартикулярных тканей; 2 балла — выраженные боли при пальпации сустава при отсутствии самопроизвольных болей; 3 балла — самопроизвольные боли в области сустава в покое. Оценка интенсивности артрита по результатам лабораторных исследований представляется нам нецелесообразной в виду наличия выраженной воспалительной реакции мягких тканей в зоне перелома.

При обследовании пострадавших с двусторонними переломами нижней челюсти нами было установлено, что в группе больных с признаками ДСТ частота развития травматического артрита была достоверно выше, чем у лиц без ДСТ (табл. 1). Отмечено, что травматические артриты у пострадавших с ДСТ протекают длительнее. Интенсивность болевого синдрома в обеих группах была примерно равной.

Следует отметить, что у пострадавших с врожденной патологией соединительной ткани травма сопровождалась выраженным отеком мягких тканей, нередко образованием гематомы в зоне перелома.

У 5 больных (n=20) с переломами нижней челюсти с признаками ДСТ зарегистрированы осложнения воспалительной природы. Нагноение костной раны было отмечено у 2 пациентов. Травматический остеомиелит — 1. Замедленная консолидация отломков у — 3 пациентов.

Отдаленные последствия переломов нижней челюсти оценивали по результатам обследования больных спустя 3 года после травмы. Все они активно вызывались для осмотра и составили 3 и 4 группы наблюдений. Несмотря на ряд жалоб со стороны ВНЧС, никто из них самостоятельно за медицинской помощью не обращался, расценивая вновь появившиеся симптомы как «естественные последствия травмы».

У всех обследуемых отмечалась консолидация переломов нижней челюсти, рентгенологические исследования не выявили деформаций челюстей, а также

Таблица 2

Сравнительная частота посттравматических осложнений со стороны ВНЧС в отдаленные сроки наблюдения

	3 группа, n=30		4 группа, n=30	
	больных	%	больных	%
Остеоартроз	6	20,0**	1	3,33**
Внутренние нарушения	6	20,0**	1	3,33**
ВН + остеоартроз	1	3,33	0	0
Все осложнения	13	43,33**	2	6,67**

\*\* - различия математически значимы ( $P < 0,01$ )

различий костной структуры между зонами бывших переломов и соседними участками кости как у лиц с ДСТ, так и у здоровых. При изучении стоматологического статуса во всех случаях были выявлены дефекты зубных рядов (включенные и / или концевые). Зубы удалялись как в связи с травмой (из линии перелома), так и по поводу одонтогенных воспалительных процессов.

Ряд больных предъявлял различные жалобы со стороны ВНЧС. Среди них наиболее частыми были дискомфорт, усталость, иногда – ноющие боли в области височно-нижнечелюстных суставов после приема пищи, других нагрузок на жевательный аппарат, ощущение «песка в ухе». Пальпаторно у таких больных выявлялась крепитация в области суставов при движениях нижней челюсти, реже – болезненность периартикулярных тканей. Отмечались боли при пальпации жевательных мышц (г.о. латеральной крыловидной). Обнаружение на линейных томограммах ВНЧС в сагиттальной проекции склеротических или деформирующих изменений суставных поверхностей подтверждало диагноз остеоартроза.

Установлено, что клинические и рентгенологические признаки артроза в 3-й группе (лица с ДСТ) встречались достоверно чаще, чем в 4-й (таблица 2).

Появление реципрокных щелчков в области сустава во время движений нижней челюсти при отсутствии рентгенологических изменений суставных поверхностей мы расценивали как внутренние нарушения ВНЧС. Данное заключение подтверждалось выявлением дислокаций и деформаций суставного диска на МР – томограммах. Как правило, других жалоб со стороны ВНЧС такие больные не предъявляли. Боли же, возникающие у части из них, были обусловлены присоединившимся синовитом или гипертонусом жевательных мышц. Частота зарегистрированных внутренних нарушений ВНЧС у лиц с ДСТ оказалась значительно выше, нежели у здоровых, что соответствует литературным данным [6]. Высокая частота внутренних нарушений на фоне ДСТ объясняется, на наш взгляд, несостоятельностью капсулярно-связочного аппарата ВНЧС, построенного из атипичного коллагена. В 3 случаях среди обследованных третьей группы и в 1 – четвертой – имело место сочетание внутренних нарушений и остеоартроза ВНЧС.

Приведенные факты свидетельствуют о высокой частоте развития суставной патологии среди лиц с ДСТ, перенесших травму нижней челюсти, непосредственно не затрагивающую ВНЧС. Очевидно, причина этого явления кроется как в снижении механической прочности капсулярно-связочного аппарата, покрытых хрящей и суставных поверхностей, так и в особенностях течения воспалительных и регенераторных процессов у лиц с ДСТ.

При травмах нижней челюсти во всех случаях в большей или меньшей степени происходит повреждение элементов ВНЧС; как показывают данное исследование и ряд публикаций, для этого не требуется прямой травмы сустава или мышечного отростка. В острый период травмы в ответ на растяжение связок, повреждение суставных поверхностей и капсулы ткани сустава реагируют асептическим воспалением той или иной интенсивности и продолжительности. В большей мере эти явления были выражены у лиц с ДСТ.

После консолидации переломов и восстановления функции суставные элементы попадают в новые условия, к которым вынуждены адаптироваться. Изменения биомеханики сустава связаны даже с незначительными с точки зрения хирурга, не препятствующими консолидации перелома смещениями отломков, выраженность которых возрастает с увеличением количества линий переломов и с удалением их от средней линии нижней челюсти по направлению к мышечковому отростку [1]. В большинстве случаев сустав адаптируется к новым условиям (появлению зон повышенного напряжения связок, давления на суставные поверхности и диск, к нарушениям функциональной окклюзии и – как следствие – к мышечным дисгармониям). Сустав же изначально структурно неполноценный оказывается не в состоянии адекватно ответить на последствия травмы и претерпевает патологические изменения, выражающиеся развитием внутренних нарушений и остеоартроза.

## Выводы

1. Основными осложнениями у лиц, имеющих внешние фенотипические признаки дисплазии соединительной ткани (астеническое телосложение, деформации грудной клетки, сколиозы и т.д.) явились гнойно-септические (нагноение костной раны, травматический остеомиелит).

2. Главной особенностью течения регенераторного процесса у пострадавших с переломами нижней челюсти с признаками ДСТ является длительность течения репаративной регенерации кости превышающей таковую у соматически здоровых лиц.

3. Травма нижней челюсти в значительной части случаев сопровождается развитием травматического артрита височно-нижнечелюстного сустава, частота которого у лиц с дисплазией соединительной ткани вдвое превышает таковую у пострадавших без признаков ДСТ.

4. В отдаленные сроки после травмы изменения в суставах могут носить дегенеративный характер, вплоть до развития остеоартроза, преимущественно у больных с врожденной патологией соединительной ткани.

5. Вероятность развития внутренних нарушений ВНЧС после перенесенной травмы нижней челюсти у лиц с мезенхимальной дисплазией значительно выше, чем у здоровых.

6. Результаты проведенного исследования свидетельствуют, что выявленные фенотипические признаки дисплазии соединительной ткани у пострадавших с переломами нижней челюсти могут служить важным прогностическим критерием, свидетельствующим о высоком риске развития посттравматических осложнений и осложнений со стороны височно-нижнечелюстного сустава, возникающих как непосредственно после травмы (артриты), так и в отдаленные сроки (остеоартроз, внутренние нарушения).

### Литература

1. Ворнадириян А.Б. Клинико-рентгенологическая оценка состояния височно-нижнечелюстного сустава при переломах нижней челюсти: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — М., 1975. — 17 с.

2. Ивасенко П.И., Сулимов А.Ф. Регенерация костной ткани в условиях одонтогенной инфекции // Стоматология, спец. выпуск. Материалы 3 съезда стоматологической ассоциации (общероссийской). - М., 1996. - С. 79.

3. Ивасенко П.И., Яковлев В.М., Савченко Р.К., Игнатъев Ю.Т., Кожихова Н.П. Диспластикозависимая патология височно-нижнечелюстного сустава // Стоматология. - 2001. - №4. - С. 43-46.

4. Куприянов И.А. Внутренние нарушения височно-нижнечелюстного сустава при дисплазии соединительной ткани (клинико-морфологическое исследование): Дис. ... канд. мед. наук. - Новосибирск, 2000. - 152 с.

5. Нимаев Б.Ц. Пути оптимизации лечения больных с переломами нижней челюсти на фоне дисплазии соединительной ткани: Дисс. ... канд. мед. наук. - Омск, 2000. - 116 с.

6. Савченко Р.К. Синдром соединительнотканной дисплазии височно-нижнечелюстного сустава (этиология, патогенез, клиника, прогнозирование): Дис. ... канд. мед. наук. - Омск, 2001. — 162 с.

7. Самойлов К.О. Морфофункциональные особенности хронического воспалительного процесса пародонта у больных с дисплазией соединительной ткани до и после комплексной терапии: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. - Новосибирск, 2000. - 28 с.

8. Сулимов А.Ф., Ивасенко П.И., Нимаев Б.Ц., Конев В.П. Нарушение формообразования у больных с переломами нижней челюсти и способы их коррекции // Сб. науч. трудов кафедры госпитальной хирургии ММСИ. - М., 1997. - С. 17.

9. Яковлев В.М., Нечаева Г.И. Кардиореспираторные синдромы при дисплазии соединительной ткани (патогенез, клиника, диагностика и лечение). - Омск, 1994. - 217 с.

10. Avrahami E., Rabin A., Mejdani M. Unilateral medial dislocation of the temporomandibular joint // Neuro-radiology, 1997 Aug.; 39(8): 602-4.

11. Miller V.J., Bodner L. The long-term effect of oromaxillofacial trauma on the function of the temporomandibular joint // J. Oral Rehabil 1999 Sep; 26(9): 749-51.

12. ENeff A., Kolk A., Horch H.H. Position and mobility of the articular disk after surgical management of discaputular and high condylar dislocation fractures of the temporomandibular joint // Mund Kiefer Gesichtschir 2000 Mar; 4(2): 111-7.

13. Thoren H., Iizuka T., Hallikainen D., Lindqvist C. Radiologic changes of the temporomandibular joint after condylar fractures in childhood // Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod. 1998 Dec; 86(6): 738-45.

14. Wu X.G., Hong M., Sum K.H. Severe osteoarthritis after fractures of the mandibular condyle: a clinical and histologic study of seven patients // J. Oral Maxillofac. Surg. 1994 Feb; 52(2): 138-42.

15. Walker R.R., Connor P.D. Unilateral mandible fracture with bilateral TMJ dislocation // Tenn. Med. 2000 Jan; 93(1): 19-20.

**СУЛИМОВ Анатолий Филиппович**, доцент кафедры хирургической стоматологии.

**САВЧЕНКО Роман Кириллович**, ассистент кафедры хирургической стоматологии.

## Книжная полка

Смирнов В.М.

Физиология центральной нервной системы: Учеб. пособие / В.М. Смирнов, В.Н. Яковлев. — М.: ИЦ "Академия", 2002. — 352 с.: с ил.

Пособие содержит материалы о механизмах деятельности нейронов и их ансамблей; подробно описаны функции различных отделов ЦНС, механизмы и принципы управления функциями органов и систем организма, координационная и интегрирующая деятельность ЦНС. Для студентов высших учебных заведений.

Прохоров Б.Б.

Здоровье населения России в XX веке: Монография / Б.Б. Прохоров. — М.: Изд-во МНЭПУ, 2002. — 275 с.: с ил.

Научная работа посвящена очень актуальной в наши дни теме — здоровью населения России. Отправной исторической вехой в книге принята первая всероссийская перепись населения 1897 г. Более 100 лет, прошедшие после нее, составляют хронологические рамки книги. Книга представляет интерес для студентов и специалистов в области общественного здоровья, экологии человека, истории, политологии.

## МЕЛАТОНИН КАК ЭЛЕМЕНТ ПАТОГЕНЕТИЧЕСКИ ОБОСНОВАННОЙ ФАРМАКОКОРРЕКЦИИ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ ГЕМОСТАЗА

**В эксперименте на крысах установлено, что введение мелатонина снижает степень и длительность нарушений тромбоцитарного звена гемостаза при травматической болезни. Обсуждаются возможные механизмы действия гормона и перспективы его применения при тяжелой механической травме.**

До последнего времени главной проблемой терапии больных с тяжелым механическим повреждением была борьба с шоком. Несмотря на существенные успехи, достигнутые в этом направлении, летальность травмированных пациентов остается высокой, что объясняется гибелью пострадавших в позднем периоде травматической болезни (ТБ) [3]. Важнейшая причина летальности в эти сроки — тромбгеморрагические осложнения. Поскольку патогенез нарушений гемостаза при тяжелой травме является многоконтурным, а сами расстройства носят подчас противоречивый характер (например, ДВС-синдром), попытки одностороннего влияния на отдельные звенья системы регуляции агрегатного состояния крови часто оказываются несостоятельными и небезопасными. Вышесказанное подчеркивает настоятельную необходимость поиска новых лекарственных субстанций с многокомпонентным и модулирующим действием на гемостаз. С этой точки зрения привлекает внимание гормон шишковидной железы мелатонин — эндогенный компонент стресс-лимитирующих систем [1], который сегодня используется как лекарство. Перечень эффектов мелатонина, видящихся немаловажными при травме, включает обезболивающее, антиоксидантное, иммуномодулирующее действие, в то же время гормон может прямо влиять на гемостаз, а именно на его тромбоцитарное звено. Тромбоциты имеют рецепторы к мелатонину [11], последний способен снижать способность пластинок к агрегации [9], хотя есть данные, описывающие проагрегационные свойства гормона [4]. Учитывая то, что тромбоциты являются первичным звеном гемостаза, акцептором многочисленных постагрессивных расстройств, а данные, описывающие их участие в патологии гемостаза при травме, фрагментарны, представляется целесообразным установить характер нарушений тромбоцитарного звена гемостаза при ТБ и оценить эффективность мелатонина в их коррекции. Это и послужило целью нашего исследования.

### Методы исследования

Эксперимент проведен в осенне-зимний период на 141 белой половозрелой крысе-самце. Животные содержались в стандартных условиях вивария при

чередовании искусственного освещения 10 ч — "день", 14 ч — "ночь". Механическую травму ( $DL_{50}$ ) воспроизводили на наркотизированных этиламиналом натрия (5 мг/100 г) животных по Ноблу-Коллипу. Выжившим животным опытной группы мелатонин (Sigma) в дозе 1,0 мг/кг вводили внутривентриально через полчаса после травмы и в последующие 28 сут посттравматического периода каждый вечер за 20 мин до отключения света. Контрольным (травма без мелатонина) и интактным (не травмированным) животным по той же схеме и в эквивалентном объеме вводили 0,9% раствор NaCl.

Периферическую кровь выживших крыс забирали на 1-е, 3-и, 7-е, 14-е, 21-е и 28-е сут после травмы. Изучали количество тромбоцитов в крови (фазово-контрастная микроскопия), их адгезию к стекловолонку (по А.С. Щитиковой) и агрегацию (по G.V. Von) с помощью лазерного агрегометра Viola (Россия). Для изучения агрегации из стабилизированной 3,8% цитратом натрия (9:1) крови готовили богатую (центрифугирование при 1000 об/мин в течение 7 мин) и бедную (15 мин при 4000 об/мин) тромбоцитами плазму. Использовали индукторы агрегации АДФ и колаген (Россия) в конечной концентрации 2,5; 5 мкМ и 0,2 мкМ соответственно. О степени агрегации судили по увеличению светопропускания богатой тромбоцитами плазмы.

Результаты обрабатывались с помощью статистических критериев: Стьюдента (t) и Вилкоксона-Ман-Уитни (U).

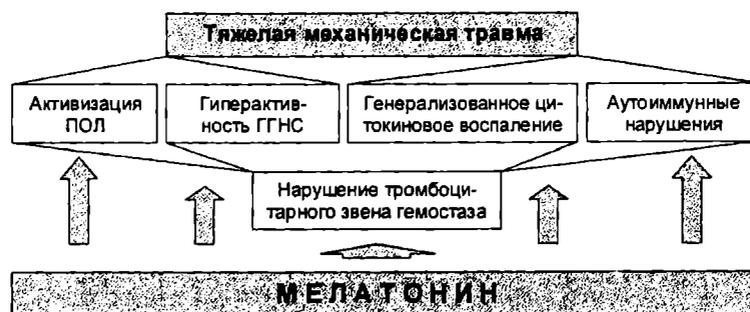
### Результаты и их обсуждение

У контрольных животных через 1 сут после травмы отмечалась тромбоцитопения ( $P_1 < 0,001$ ), на 3-и сут количество тромбоцитов достигало исходных значений, на 7-14-е — существенно ( $P_1 < 0,001$ ) превышало их и снижалось к концу 3-й нед (табл.). На 28-е сут ТБ вновь отмечался тромбоцитоз ( $P_1 < 0,05$ ). Адгезия и особенно агрегация тромбоцитов у отдельных животных на 1 — 3-и сут изменялись разнонаправленно: у 60% отмечалась гипер-, а у 40% — гипоагрегация ( $P_0 \leq 0,05$  в отличие от интактных). В период с 7-х по 14-е сут ТБ у всех крыс отмечалась выраженная активация тромбоцитов: степень их агрегации достоверно увеличивалась,

Таблица  
**Параметры тромбоцитарного гемостаза в динамике травматической болезни (M ± m)**

Сутки после травмы	Группы и количество животных	Степень индуцированной агрегации, %			Адгезия, %	Тромбоциты, $\times 10^9/\text{л}$
		Коллаген	АДФ (5,0 мкМ)	АДФ (2,5 мкМ)		
1	травма+0,9% раствор NaCl (контроль)	33,96±13,67	21,32±8,47	13,20±6,47	57,93±10,72*	216,80±20,15*
	травма+мелатонин в дозе 1,0 мг/кг	29,70±6,65	21,17±4,67	14,29±3,27	62,78±5,69*	297,60±23,46 <sup>#</sup>
3	травма+0,9% раствор NaCl (контроль)	25,74±9,40	20,19±6,89	10,56±4,69	61,47±7,28*	411,20±25,95
	травма+мелатонин в дозе 1,0 мг/кг	29,28±6,38	19,28±3,81	11,38±3,30	63,96±7,39*	380,80±26,42
7	травма+0,9% раствор NaCl (контроль)	45,50±10,32*	36,52±2,62*	25,06±2,38*	75,08±4,68*	608,40±25,88*
	травма+мелатонин в дозе 1,0 мг/кг	44,22±5,13*	28,88±3,26 <sup>#</sup>	22,04±2,11 <sup>#</sup>	72,19±3,71*	536,00±38,15 <sup>#</sup>
14	травма+0,9% раствор NaCl (контроль)	53,84±6,65*	31,92±2,58*	21,88±3,13*	77,64±4,21*	655,20±17,01*
	травма+мелатонин в дозе 1,0 мг/кг	40,52±3,92 <sup>#</sup>	30,72±3,69*	22,88±2,54*	66,06±4,15 <sup>#</sup>	562,00±31,05 <sup>#</sup>
21	травма+0,9% раствор NaCl (контроль)	25,53±8,94	16,56±5,17	11,81±3,77	57,55±6,23*	431,60±22,80
	травма+мелатонин в дозе 1,0 мг/кг	19,92±4,73	15,77±3,73	11,48±1,96	48,16±5,21*	424,00±25,71
28	травма+0,9% раствор NaCl (контроль)	36,16±5,05*	27,10±4,21*	15,60±3,06*	56,09±4,03*	448,80±18,54*
	травма+мелатонин в дозе 1,0 мг/кг	22,32±4,54	18,88±5,79	8,66±1,75	45,54±5,16	401,20±18,01
Интakтные животные, n=15		16,63±1,97	12,25±1,18	6,24±0,85	62,40±6,48	395,20±15,12

Примечания. Различия достоверны (P<0,05) по сравнению\* - с интактными животными; <sup>#</sup> - с контрольными животными. Количество животных во всех группах (кроме интактных) равно 5



Схема

нарушалась дезагрегация, значительно ( $P_1 < 0,001$ ) возрасла доля прилипших к стеклу пластинок. К концу 3-й нед ТБ агрегационная активность тромбоцитов снижалась до исходных значений, но на 28-е сут вновь повышалась ( $P_1 < 0,05$ ). Адгезивные свойства тромбоцитов не достигали исходных значений до конца периода наблюдения.

Введение мелатонина сопровождалось менее выраженной по сравнению с контролем тромбоцитопенией на 1 сут ТБ ( $P_U < 0,05$ ), снижением адгезивных свойств пластинок на 14-е, а также снижением тромбоцитоза и агрегации тромбоцитов на 7-14-е сут ТБ ( $P_U \leq 0,05$ ). У животных, получавших мелатонин, не отмечалось гипоагрегации тромбоцитов на 1-3-е сут ТБ, что следует расценивать как положительный факт, поскольку гипоагрегация тромбоцитов в ранний период после травмы ассоциируется с ее неблагоприятным исходом [8].

По-видимому, имеются определенные критические периоды нарушений гемостаза при ТБ: ранний - до 3-х сут - с опасностью кровотечений, обусловленных снижением количества и функции тромбоцитов у значительной части животных, и период с 7-х по 14-е сут, когда одновременный рост количества и активности кровяных пластинок сопровождается риском тромбозов. Мелатонин при регулярном введении позволяет снизить остроту названных периодов, а также общую продолжительность посттравматических гемостазиологических нарушений.

Возможные компоненты действия мелатонина на тромбоцитарное звено гемостаза при ТБ представлены на схеме.

Эффективность мелатонина, очевидно, обусловлена не только прямым действием на тромбоциты, но и опосредованным влиянием, заключающимся в нейтрализации факторов, приводящих к дестабилизации гемостаза при ТБ. Важнейшими из них являются усиление свободнорадикального окисления (СРО), вызывающего гиперактивность тромбоцитов [2], а также, вероятно, иммунные нарушения, приводящие к деструкции клеток крови с высвобождением из них активизирующих тромбоциты веществ. Ранее нашим сотрудником О.А. Мирошником в аналогичном эксперименте было установлено, что процессы СРО наиболее интенсивны на 1-е, 7-14-е сут и через месяц после травмы [5]. Как видно из таблицы, именно в эти сроки усиливались адгезия и агрегация тромбоцитов. С другой стороны, наименьшее число тромбоцитов мы обнаруживали на 1 и 21-е сут ТБ, когда в крови животных (согласно ранее полученным результатам) содержится максимальное количество антител к форменным элементам крови [6].

Вероятно, мелатонин способен также снижать интенсивность генерализованного цитокинового воспаления, лежащего в основе синдрома системного воспалительного ответа, сквозь призму представлений о котором сегодня все чаще рассматривается патогенез

различных критических состояний, в том числе тяжелой механической травмы. В пользу этого свидетельствуют данные о снижении под воздействием мелатонина продукции иммунокомпетентными клетками провоспалительных и повышении - противовоспалительных цитокинов [10]. Немаловажное значение, очевидно, играет способность мелатонина ограничивать масштабы стрессорной перестройки организма за счет снижения продукции глюкокортикоидных гормонов и катехоламинов [1], являющихся помимо прочего непосредственными индукторами агрегации тромбоцитов.

Таким образом, действие мелатонина на тромбоцитарный гемостаз при ТБ, по-видимому, является многокомпонентным, что соответствует многофакторному генезу гемостазиологических нарушений при травме. Описанный нами модулирующий характер этого действия служит весомым дополнением к полученным ранее фактам, подтверждающим антистрессорную роль мелатонина, и позволяет считать его использование с целью фармакологической коррекции посттравматических нарушений гемостаза патогенетически обоснованным.

#### Литература

1. Арушанян Э.Б., Арушанян Л.Г. // Экспер. и клин. фармакол. - 1997. - Т. 60, № 6. - С. 71-77.
2. Бышевский А.Ш., Галян С.Г. Деметьева И.А. и др. Тромбоциты. - Тюмень, 1996. - 250 с.
3. Дерябин И.И., Насонкин О.С. Травматическая болезнь. - Л.: Медицина, 1987. - 304 с.
4. Евсюкова Е.В. // Тер. архив. - 1999. - № 12. - С. 35-37.
5. Мирошник О.А. Клеточно-опосредованные механизмы повреждения и адаптации эритронов при травматической болезни. Дис. ... к.м.н. - Омск, 1992 - 154 с.
6. Редькин Ю.В., Соколова Т.Ф., Пастухов В.В. Иммунопатогенез травматической болезни. - Омск, 1993. - 250 с.
7. Фоминых С.Г. Иммунопатогенез и фармакокоррекция посттравматической анемии. Дис. к.м.н. - Омск, 1995 - 185 с.
8. Jacoby R.C., Owings J.T., Holmes J. // J. Trauma - 2001. - Vol. 51, № 4. - P. 639-647.
9. Kornblihtt L.I., Finocchiaro L., Molinas F.C. // J. Pineal Res. - 1993. - Vol. 14, № 4 - P. 184-191.
10. Lissoni P. // Neuroendocrinol. Lett. - 1999. - Vol. 20, № 6. - P. 343-349.
11. Vacas M.I., Del Zar M.M., Martinuzzo M., Cardinali D.P. // J. Pineal Res. - 1992. - Vol. 13, № 2 - P. 60-65.

**ЛЫСЕНКО Антон Сергеевич**, аспирант кафедры фармакологии.

**РЕДЬКИН Юрий Васильевич**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой фармакологии.

**ГОЛЕВЦОВА Зарета Шамиловна**, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой пропедевтики внутренних болезней.

## ГЕРПЕТИЧЕСКАЯ ИНФЕКЦИЯ: ПУТИ И ВОЗМОЖНОСТИ ФАРМАКОТЕРАПИИ

В статье рассматриваются особенности клинического течения, иммунологических нарушений и изменений показателей качества жизни при герпетической инфекции и основные направления фармакотерапии.

Особенностью вируса простого герпеса является его широкая распространенность, нейтроиммунотропное действие и тканевой пантропизм, что объясняет многообразие клинических проявлений инфекции. По данным эпидемиологических исследований, в г. Омске более 80% взрослого населения инфицировано вирусом простого герпеса 1-го (ВПГ-1) или 2-го (ВПГ-2) типа [4].

Клинические проявления в виде рецидивирующего течения герпетической инфекции наблюдаются в среднем у 9-12% населения. При этом отмечается длительное персистирующее течение инфекции, что связано с характерными иммунобиологическими свойствами возбудителя, в первую очередь со способностью герпесвирусов репродуцироваться в клетках иммунной системы и вызывать трансформацию инфицированных клеток как результат экспрессии вирусных белков, что служит причиной развития определенных иммунопатологических реакций, сопровождающихся характерными сдвигами в клеточном и гуморальном звеньях иммунитета. Длительная персистенция вируса приводит к сочетанному изменению функций вегетативной и иммунной систем со снижением функциональной активности клеток этих систем или даже способствует их гибели [8, 23, 25, 26]. Последнее приводит к развитию клинических и лабораторных признаков вторичного иммунодефицита. Иммунопатологические реакции при герпесинфекции имеют аутоагрессивный характер, что является одним из механизмов вирусиндуцированной иммуносупрессии, в основе которой лежит уникальная способность активных и реплицирующихся герпесвирусов вырабатывать белки, блокирующие рецепторы I и II классов системы HLA, что, в свою очередь, ведет к нарушению каскада передачи сигналов пролиферации и дифференцировки во всей системе иммунного ответа, включая подсистемы антителогенеза,  $\gamma$ -интерферона и цитотоксических лимфоцитов с фенотипом CD8+ [9, 11, 12, 21]. Предполагается, что существует предрасположенность к формированию рецидивирующих герпесвирусных заболеваний в связи с генетически наследуемыми ими особенностями (аномалиями), вероятно, эпителиальных клеточных рецепторов. Однако показано, что вирусиндуцированная иммуносупрессия чаще развивается при наличии какого-либо дополнительного провоцирующего фактора или их комплекса. Такими факторами могут являться: перенесенные инфекционные заболевания, острый или, особенно, хронический психологический стресс, пере-

утомление, избыточная инсоляция, воздействие экологических факторов, интоксикация, в том числе алкоголем, переохлаждение, травмы, обширные хирургические вмешательства и медицинские манипуляции, аборт, введение внутриматочных контрацептивов [27]. Ведущая роль в формировании противогерпетического иммунитета принадлежит клеточным механизмам защиты, состояние которых во многом определяет исход первичного инфицирования, а в случае развития заболевания - частоту, степень выраженности и продолжительность рецидивов инфекции. Выявлена зависимость изменений параметров иммунного и цитокинового статуса от стажа болезни, фазы заболевания, наличия сопутствующей патологии [4, 12, 24]. При этом основные изменения, касающиеся клеточного звена системы иммунитета, заключаются в снижении активности NK-клеток, пролиферативного ответа T-лимфоцитов на антигены и митогены и угнетении способности T-лимфоцитов к дифференцировке в сторону Th1-клеток [10, 13, 20]. Как правило, у пациентов, страдающих рецидивирующей герпесинфекцией, отмечается подавление интерферогенеза различной степени выраженности (снижение уровня стимулированного и спонтанного  $\gamma$ -интерферона,  $\alpha$ -интерферона, фактора некроза опухолей (ФНО- $\alpha$ )), причем степень супрессии находится в прямой зависимости от длительности заболевания. Это является следствием многих причин, среди которых выделяются повреждение макрофагального звена, способствующее значительному угнетению способности лейкоцитов к синтезу основных классов интерферонов. Кроме того, наблюдаемая функциональная недостаточность фагоцитов находит проявление в формировании синдрома накопления патогенных циркулирующих иммунных комплексов, особенно выраженного в период рецидива.

Наиболее распространенными клиническими формами герпетической инфекции являются герпес кожи, гениталий, герпетический стоматит, офтальмогерпес, герпетические поражения нервной системы, а также органов желудочно-кишечного тракта. Последнее десятилетие отмечено ростом инфицированности и заболеваемости герпетической инфекцией 2-го типа, которая становится одной из наиболее часто встречающихся и клинически значимых форм герпетической инфекции. По ориентировочным данным, обращаемость в России к врачам различных специальностей (гинекологам, урологам, дерматологам) составляет не более 15% от реальной частоты заболевания,

а общее число больных различными формами генитального герпеса в стране может составлять около 8 млн. человек [12, 18]. Клинический полиморфизм герпетической инфекции значительно затрудняет установление диагноза, которое после первичного обращения за медицинской помощью происходит в среднем через 6-8 месяцев [18, 19]. В этот период пациент зачастую подвергается длительным, малоэффективным и дорогостоящим курсам лечения у специалистов различного профиля. Указанные данные трудно переоценить, учитывая, что герпетическая инфекция (особенно вызываемая ВПГ-2) - фактор высокой степени риска в отношении невынашивания беременности и перинатальной патологии, что, в свою очередь, объясняется способностью указанных вирусов инфицировать эмбрион, плод и новорожденного с возможным последующим самопроизвольным прерыванием беременности, преждевременными родами и/или ранней инвалидизацией детей [5]. В этом отношении немаловажное значение имеет то, что герпетическая инфекция может протекать латентно, без выраженных симптомов заболевания. Такие лица служат резервуаром инфекции и представляют существенный риск для заражения окружающих, а также передачи инфекции от матери плоду.

Чаще герпесинфекция приобретает рецидивирующее течение, при этом рецидивы инфекции связаны с реактивацией латентного вируса, последовательной сменой фаз интеграции и репликации при нарушении защитных механизмов и протекают с явлениями интоксикации различной выраженности и местными признаками поражения кожи и/или слизистых. Возникновение частых рецидивов инфекции свидетельствует о существенном дефекте иммунной системы и требует комплексного обследования пациента с тщательным сбором анамнеза, использованием общеклинических методов обследования и исследованием параметров иммунного статуса. Учитывая вышесказанное, а также длительность течения заболевания, особенную актуальность приобретает и динамическое исследование качества жизни у пациентов, страдающих рецидивирующей герпетической инфекцией. С использованием стандартизованного вопросника общего типа SF-36 нами была проведена оценка качества жизни у 64 пациентов, страдающих рецидивирующей герпетической инфекцией. В результате выявлено существенное его снижение по всем шкалам, в сравнении с контролем, но особенно по показателям общего душевного состояния, социального функционирования, ролевого эмоционального функционирования и полноценности ощущения жизни, что свидетельствует о психосоциальной дезадаптации данной категории пациентов. У части больных перечисленные изменения сочетались с выраженными отклонениями по шкале общего физического состояния. Кроме того, при обследовании этой же группы пациентов с использованием специализированных вопросников для выявления признаков вегетативных изменений (Вейн, 1998) наличие синдрома вегетативной дисфункции (СВД) обнаружено у 76,9% обследованных, наиболее выраженного — в группе пациентов, страдающих сочетанной герпесинфекцией 1 и 2 типа. Для всех обследованных характерно наличие СВД смешанного типа с преобладанием симпатических (41,7%) или парасимпатических (58,3%) проявлений.

Вышеизложенные данные указывают на целесообразность комплексного подхода к лечению пациентов, страдающих рецидивирующей герпесинфекцией с применением неоднократных курсов иммуноактивной терапии с обязательным сопровождением этио-

тропной терапией. Также представляется перспективным применение у таких пациентов препаратов вегетотропного и вегетомодулирующего действия, квалифицированной рефлексотерапии и психотерапии.

Фармакотерапия при рецидивирующей герпесинфекции имеет следующие основные задачи:

- 1) ослабить выраженность или уменьшить продолжительность симптомов рецидива, а также сократить срок полного заживления очага поражения;
- 2) уменьшить продолжительность и выраженность репродукции вируса в местах поражения;
- 3) предотвратить или уменьшить частоту и степень тяжести рецидивов;
- 4) устранить или уменьшить проявления вторичного иммунодефицита и снизить частоту возникновения других инфекционных заболеваний, повысить трудоспособность пациента.

В процессе фармакотерапии пациентов, страдающих герпетической инфекцией, должны учитываться и возможные побочные эффекты лечения. Критериями оценки эффективности при этом служат: длительность и выраженность симптомов герпетической инфекции, время до заживления герпетических высыпаний и эрозий, изменение частоты рецидивирования, снижение частоты передачи ВПГ-инфекции, а также психосоциальная адаптация пациентов в результате лечения [14, 17, 18]. Конечной целью комплексного воздействия фармакотерапии с применением и других способов ведения пациента должно являться улучшение показателей качества жизни при данном заболевании. Для эффективного лечения пациентов, страдающих герпетической инфекцией, необходимо наблюдение их клиническим иммунологом и инфекционистом, при этом целесообразно придерживаться двухэтапного подхода в лечении — при тяжелых формах инфекции и, в ряде случаев, при инфекциях средней степени тяжести первоначальный курс иммунотропной фармакотерапии необходимо проводить в специализированном отделении (городская клиническая инфекционная больница №1, отделение ВИЧ-инфекции и оппортунистических заболеваний) с последующими поддерживающими курсами иммуноактивной фармакотерапии в амбулаторных условиях. Этиотропная терапия при герпетической инфекции осуществляется с использованием аномальных нуклеозидов, к которым относятся ацикловир, валацикловир и фамцикловир. В нескольких рандомизированных клинических исследованиях изучалась сравнительная эффективность валацикловира и ацикловира, в результате статистически значимых различий в эффективности приема валацикловира и ацикловира выявлено не было [22]. Эти данные имеют практическое значение с точки зрения вопросов фармакоэкономики, так как при использовании валацикловира для пациента существенно возрастает стоимость лечения. Показано также, что длительная поддерживающая терапия пероральными противовирусными препаратами снижает частоту возникновения рецидивов герпетической инфекции и интенсивность выделения ВПГ. Такая терапия может также уменьшать частоту возникновения психосоциальных отклонений.

В ряде исследований, проведенных в США в 1997-1999 гг., оценивалась эффективность поддерживающей терапии продолжительностью 1 год. В одном из этих рандомизированных клинических исследований (1479 больных герпетической инфекцией, у большинства из них в анамнезе имелись указания на частое рецидивирование - более 6 рецидивов в год) сравнивалась эффективность приема валацикловира (по 500 или

1000 мг 1 раз в сутки), валацикловира (по 250 мг 2 раза в сутки), ацикловира (по 400 мг 2 раза в сутки) и плацебо; отсутствие рецидивов было отмечено у 40—50% больных, получавших противовирусные препараты, и лишь у 5% больных, получавших плацебо. Поддерживающая терапия ацикловиром снижала частоту возникновения рецидивов (на 74—93%) и уменьшала их длительность (3,5 и 5 суток соответственно) [22]. Среди 210 больных, полностью завершивших 5-летний курс поддерживающей терапии ацикловиром (по 400 мг 2 раза в сутки в течение 5 лет), отсутствие рецидивов герпетической инфекции ежегодно отмечалось в 53—70% случаев. В течение первого года это испытание проводилось как двойное слепое плацебо-контролируемое (1146 больных); за этот период среднее число рецидивов в группе ацикловира было статистически значимо ниже, чем в группе плацебо. В другом исследовании (455 больных) медиана времени до возникновения первого рецидива составила 11 мес. на фоне приема фамцикловира (по 250 мг 2 раза в сутки) и 1,5 мес. на фоне приема плацебо.

В клиническом испытании, проведенном на 1479 пациентах, оценивалось влияние поддерживающей терапии противовирусными препаратами на показатели качества жизни, связанного с наличием герпетической инфекции. Улучшение средних показателей в группах ацикловира и валацикловира было статистически значимо большим, чем в группе плацебо.

Однако наряду с супрессирующей противовирусной терапией необходимым является применение иммуноактивных средств с целью коррекции вторичного иммунодефицита, которая должна проводиться на основании клинического и иммунологического обследования. В зависимости от его результатов выделяют две группы пациентов:

1. Имеющих клинические признаки заболевания в сочетании с выявленными с помощью иммунологических методов соответствующими изменениями параметров системы иммунитета.

2. Имеющих только клинические признаки без существенного изменения параметров системы иммунитета.

Необходимо иметь в виду, что главным критерием при назначении иммуотропных препаратов является клиническая картина. Все известные иммуномодуляторы объединены одним общим свойством — наличием «иммунологических точек действия», то есть определенных мишеней среди клеток иммунной системы, причем некоторые из них обладают выраженным антивирусным действием. Принимая участие практически во всех иммунных реакциях, они могут стимулировать фагоцитоз, усиливать цитотоксическую активность лимфоцитов, влиять на процессы синтеза антител, а также процессы реализации иммунологической памяти [3, 5, 6].

Для клинического применения иммуномодуляторов при рецидивирующей герпетической инфекции имеет значение фаза инфекционного процесса (рецидив, стихающий рецидив или ремиссия) и характер изменения параметров иммунного статуса [6, 10, 11]. Достижение наиболее выраженного и стабильного эффекта проводимой терапии возможно при использовании комбинаций иммуноактивных средств и этиотропной терапии (в фазу обострения инфекции) или проведение курса иммуноактивной терапии без привлечения этиотропных средств (в фазу неполной или полной ремиссии для стабилизации достигнутых результатов).

Среди известных иммуноактивных средств наиболее широко применяются тимические факторы, препараты, преимущественно воздействующие на клетки

моноцитарно-макрофагальной системы; препараты интерферонов и их индукторы, а также препараты метаболического типа действия.

Тимические факторы (тималин, тактивин и другие) обладают преимущественным воздействием на Т-лимфоциты, нормализуя функции различных популяций этих клеток, регулируя процессы их дифференцировки, а также способность продуцировать соответствующие ключевые цитокины (IL-1,2,3). В результате происходит усиление цитотоксической функции лимфоцитов, активация фагоцитарных клеток и дифференцировка их предшественников, что усиливает противои инфекционную защиту организма, центральным звеном которой является макрофаг [7, 10]. В связи со сказанным, также высокоэффективными в клинической практике показали себя препараты, обладающие преимущественным воздействием на клетки моноцитарно-макрофагальной системы (полиоксидоний, ликопид). Полиоксидоний оказывает иммуномодулирующий эффект, зависящий от исходного состояния этого звена иммунной системы, индуцируя синтез моноцитами ФНО- $\alpha$  и IL-1b при исходно низких или средних их уровнях. Данный препарат усиливает цитотоксичность NK-клеток, повышает фагоцитарную способность нейтрофилов и помимо иммуномодулирующего обладает детоксицирующим, антиоксидантным и мембраностабилизирующим эффектами. Имеющиеся сведения позволяют отметить, что применение полиоксидония наиболее целесообразно в фазе активности инфекции при наличии симптомов интоксикации [2, 3, 11]. Ликопид, являющийся полусинтетическим гликопротеидом, оказывает стимулирующее воздействие на нейтрофилы, макрофаги, Т- и В-лимфоциты. Препарат показал себя наиболее эффективным при вялотекущих процессах, способствуя сокращению периода рецидива и удлинению продолжительности ремиссии [1, 11].

В последние годы появилось новое поколение лекарственных средств, способных занять одно из ведущих мест в комплексной противовирусной терапии — индукторы эндогенных ИФН (циклоферон, амиксин, неовир, ридостин, панавир). Препараты этой группы обладают антивирусной, противоопухолевой, иммуномодулирующей и радиопротекторной активностью различной степени выраженности, что определяется химической структурой этих соединений, а также их происхождением (природные, синтетические). Перед назначением препаратов этого ряда необходимо предварительное исследование интерферонового статуса, что служит залогом эффективного их использования. Следует учитывать также фазу гипореактивности, обусловленную контрольными механизмами продукции ИФН, так как в течение этой фазы повторное введение индуктора или не вызывает ответной продукции ИФН, или она подавлена, что делает последующее воздействие нецелесообразным. Длительность фазы непосредственно зависит от использованного индуктора интерферонотропности [6].

Препаратом метаболического действия является глутоксим, обладающий модулирующим действием на процессы внутриклеточного тиолового обмена, циткинактивирующей и гемопозитической активностью. Показано, что метаболический потенциал лимфоцитов у больных рецидивирующей герпесинфекцией не восстанавливается до уровня здоровых лиц даже в период ремиссии, что предопределяет возможность применения препаратов метаболического типа действия (глутоксим, мидронат) в составе комплексной иммуноактивной терапии при герпетической инфекции [15].

В последние годы свое применение при рецидивирующей герпесинфекции находят также препараты, обладающие антиоксидантным и антигипоксическим действием. Гипоксен (олифен) — отечественный препарат с антигипоксическим и антиоксидантным действием. Антигипоксический эффект связан с наличием в его структуре полифенольного убихинонового компонента, антиоксидантное действие проявляется благодаря наличию тиосульфатной группировки и полифенольного компонента, инициирующих разрушение продуктов перекисного окисления липидов и ингибирующих реакции свободнорадикального окисления. Среди препаратов такого ряда также используются триовит, аевит, седцинк. Их назначение является патогенетически обоснованным, поскольку инфекционный процесс сопровождается, как правило, нарушениями антиоксидантной системы лимфоцитов, характеризующимися повышением активности перекисного окисления липидов (накопление диеновых конъюгатов, малонового диальдегида супероксидрадикалов) и снижением активности фермента супероксиддисмутазы [15].

Кроме того, наличие синдрома иммунокомплексных реакций делает целесообразным включение системной энзимотерапии в курс лечения таких пациентов (препараты вобэнзим, флогэнзим). На этапах иммунореабилитации, после проведения основного курса иммуноактивной фармакотерапии, оправдано применение фитоадаптогенов, антиоксидантов и стандартизованных биологически активных добавок.

Таким образом, комплексное лечение пациентов, страдающих рецидивирующей герпетической инфекцией, включающее специфическую этиотропную терапию, применение иммуноактивных средств и средств патогенетической терапии с учетом иммунобиологических особенностей возбудителя, индивидуальных особенностей организма больного, характера изменений иммунного статуса и течения заболевания, позволяет добиться максимально возможного контроля заболевания и улучшения качества жизни. Представляется важным динамическая оценка качества жизни в процессе лечения и отдаленном периоде, что может служить одним из критериев эффективности фармакотерапии.

### Литература

1. Андропова Т.М. Теоретические проблемы использования иммуномодулятора ликопида в клинической практике. / Т.М. Андропова, М.М. Чумакова // Терапевтический архив. — 2002. — №1. — С. 70-72.
2. Борисова А.М. Клиническое применение отечественного препарата Полиоксидония при вторичных иммунодефицитах взрослых. / А.М. Борисова, Л.В. Лактионова, Н.Х. Сетдикова // Терапевтический архив. — 1998. - №10. — С. 52-57.
3. Воробьев А.А. Принципы классификации и стратегия применения иммуномодуляторов в медицине. / А.А. Воробьев // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. — 2002. - №4. — С. 93-98.
4. Долгих Т.И. Оппортунистические инфекции у детей. / Т.И. Долгих, Ф.В. Носкова - Омск, 1999. - 99 с.
5. Ершов Ф.И. Антивирусные препараты. / Ф.И. Ершов — М.: Медицина, 1998. - 192 с.
6. Ершов Ф.И. Система интерферона в норме и при патологии. / Ф.И. Ершов — М.: Медицина, 1996. — 240 с.
7. Земсков А.М. Специфическая и неспецифическая иммунокоррекция. / А.М. Земсков, В.М. Земсков, В.И. Золотодов, Е. Бжозовский // Успехи современной биологии. — 1997. - №3. — С. 261-268.
8. Земсков А.М. Иммунологическая реактивность как фактор регуляции гомеостаза организма. / А.М. Земсков, В.М. Земсков, В.И. Золотодов, Е. Бжозовский // Успехи современной биологии. — 1999. - №2. — С. 99-114.
9. Земсков А.М. Ассоциация генетических маркеров крови с уровнем иммунологической реактивности организма. / А.М. Земсков, В.М. Земсков, В.И. Золотодов // International journal on immunorehabilitation. — 1998. - №9. — С. 64-74.
10. Иммунодефицитные состояния / Под ред. В.С. Смирнова, И.С. Фрейдлин. — СПб., «Фолиант». — 2000. — 560 с.
11. Иммунодиагностика и иммунокоррекция в клинической практике / Под ред. И.Д. Столярова. — СПб.: СОТИС, 1999. — 176 с.
12. Исаков В.А. Герпес. Патогенез и лабораторная диагностика: Руководство для врачей. / В.А. Исаков, В.В. Борисова, Д.В. Исаков — СПб.: Изд-во «Лань», 1999. — 190 с.
13. Коваленко Е.В. Возможные прогностические маркеры иммунного статуса у больных хроническими инфекционными заболеваниями. / Е.В. Коваленко, С.А. Новицкая // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. — 1998. - №3. — С. 44-47.
14. Колесников А.П. Диагностика и дифференцированное лечение вторичных иммунодефицитов. / А.П. Колесников, А.С. Хабаров, В.А. Козлов // Терапевтический архив. — 2001. - №4. — С. 55-59.
15. Куртасова Л.М. Особенности метаболизма иммунокомпетентных клеток у детей с рецидивирующей герпесинфекцией. / Л.М. Куртасова, А.А. Савченко, Л.А. Рузаева, А.Р. Шмидт // Вопросы вирусологии. — 2002. - №3. — С. 45-48.
16. Новик А.А. Руководство по исследованию качества жизни в медицине. / А.А. Новик, Т.И. Ионова — СПб.: «Нева»; М.: «ОЛМА-ПРЕСС Звездный мир». — 2002. — 320 с.
17. Нестерова И.В. Программы иммунореабилитации больных вторичными иммунодефицитами. / И.В. Нестерова // International journal on immunorehabilitation. — 1998. - №9. — С. 40-46.
18. Оппортунистические инфекции: проблемы и перспективы / Под общ. ред. проф. Ю.В. Редькина, канд. мед. наук О.А. Мирошника и докт. мед. наук В.В. Лобова. — Омск: ОГМА, 2002. — 100 с.
19. Редькина В.Ю. Клинико-лабораторный полиморфизм оппортунистических инфекций в практике врача-терапевта. Дисс. канд. мед. наук / В.Ю. Редькина; Ом. гос. мед. акад. — Омск, 2002. — 146 с.
20. Сухих Г.Т. Иммуноитет и генитальный герпес. / Г.Т. Сухих, Л.В. Ванько, В.И. Кулаков — Н. Новгород: Изд-во НГМА, 1997. — 224 с.
21. Garland R.J. Human CD8+ CTL recognition and in vitro lysis of herpes simplex virus-infected cells by a non-MHC restricted mechanism. / R.J. Garland, N.El-Shanti, S.E.West, J.P Hancock, N.J.Goulden, G.G.Steward, A.W. Rowbottom // Scand. J. Immunol. — 2002. - № 55. — P 61-69.
22. Efstathiou S. Herpes simplex virus latency and nucleoside analogues. / S. Efstathiou, H.J. Field, P.D. Griffiths, E.R. Kern, S.L. Sacks, N.M Sawtell, L.R. Stanberry // Antiviral research. — 1999. — Vol. 41. — P. 85-100.
23. Lubinski J. In vivo role of complement-interacting domains of herpes simplex virus type 1 glycoprotein gC. / J. Lubinski, L. Wang, D. Mastellos, A. Sahu, J.D. Lambris, H.M. Friedman // The Journal of experimental medicine. — 1999. - Vol. 190. - № 11. — P. 1637-1646.
24. Mc Kenna D.B. Herpes simplex virus-specific immune responses in subjects with frequent and infrequent

orofacial recrudescences. / D.B. Mc Kenna, W.A. Neill, M. Norval // British Journal of dermatology. — 2001. — Vol. 144. — P. 459-464.

25. Nishiyama Y. Anti-apoptotic protein kinase of herpes simplex virus. / Y. Nishiyama, T. Murata // Trends in Microbiology. — 2002. - Vol. 10. — № 3. - P. 105-106.

26. Raftery M.J. Herpes simplex virus type 1 infection of activated cytotoxic T-cells: induction of fratricide as a mechanism of viral immune evasion. / M.J. Raftery C.K. Behrens, A. Muller, P.H. Krammer, H. Walczak, G. Schonrich // The Journal of experimental medicine. — 1999. - Vol. 190. - № 8. — P. 1103-1115.

27. Stock C. Risk factors of herpes simplex type 1 (HSV-1) infection and lifestyle factors associated with HSV-1 manifestations / C. Stock, F. Guillen-Grima, J.H. de Mendosa, B. Marin-Fernandez, I. Aguinaga-Ontoso, A. Kramer // European Journal of Epidemiology. — 2001. - № 17. — P. 885-890.

**ОДОКИЕНКО Анна Юрьевна**, аспирант кафедры фармакологии.

**РЕДЬКИН Юрий Васильевич**, доктор медицинских наук, академик МАН ВШ, профессор, заведующий кафедрой фармакологии.

УДК 616.831-007.1-089-053.2

**В. И. ЛАРЬКИН**  
**И. И. ЛАРЬКИН**  
**В. П. АТРОШЕНКО**

Клиника детской хирургии ДГКБ № 3

Омский диагностический центр

## **КРАНИО-ЦЕРЕБРАЛЬНАЯ ДИСПРОПОРЦИЯ У ДЕТЕЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕЕ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ**

**На большом клиническом материале изучена проблема кранио-церебральной диспропорции у детей, изучено формирование синдрома при травме, опухолях головного мозга, краниостенозе, арахноидальных кистах, гидроцефалии и воспалительных заболеваниях головного мозга. При помощи КТ-волюметрии установлены основные формы диспропорции, рассмотрены варианты хирургической коррекции.**

Измерения параметров физического развития, в том числе и окружности черепа, в процессе роста ребенка выявило индивидуальные различия этих параметров у каждого ребенка. По мнению ряда авторов, рост окружности головы в течение первого года жизни тесно коррелирует с развитием мозга [20]. Содержимое черепа - многокомпонентная среда, составные части которой занимают разные объемы: ликвор — 10-12%, кровь — от 5 до 10%, тканевая жидкость — 60-70%, твердый остаток - 10-15% от общего объема черепа [13].

В литературе существуют противоречивые мнения относительно свободного пространства в полости черепа у детей и взрослых. Так, у новорожденного это соотношение приближается к 1,4%, у двухлетнего ребенка - к 2,1%, у 6-летнего — к 6,8%, а у взрослого - 7,5% [17]. Согласно исследованиям Дамье Н.Г. (1960), у детей от 1 до 3 лет швы между костями черепа открыты, к 7 летнему возрасту череп становится нерастяжимой костной структурой, и возможность компенсации нарастания внутричерепного давления (ВЧД) за счет растяжения костных швов полностью утрачивается. В этих условиях важнейшую роль в компенсации нарастания ВЧД берут на себя резервные ликворные пространства. Ормантаев К.С. [15] предполагал, что не наличие свободного пространства в полости черепа, а возможность увеличения его объема за счет эластичности костей, наличия родничков и швов способствует компенсации повышенного ВЧД у детей, способ-

ствуя, по мнению Бабчина И.С. (1962), возникновению «резервного пространства». В общем в полости здорового человека среднего возраста имеется 10% запасного пространства, которое дает возможность мозговой ткани расширяться без выраженных клинических симптомов повышения внутричерепного давления. Тем не менее ВЧД всегда является следствием чрезмерного, некомпенсированного увеличения объема основных интракраниальных компонентов: мозга (дополнительный объем, гематома, опухоль, отек и т.д.), крови (гиперемия, нарушение венозного оттока) и ликвора (окклюзия путей его оттока, увеличение продукции ликвора, повышение сопротивления его резорбции) [24].

Введение методики компьютерно-томографической морфометрии или волюметрии, основанной на количественном определении объемов тканей по заданным денситометрическим интервалам, выражающимся в единицах Хаунсфильда, позволило детально изучить внутричерепные взаимоотношения "in vivo" [6,26,27].

Нами проведено изучение объема ликворных пространств методом КТ-волюметрии у 60 детей, которые были разделены на две группы. Группа А-1 - 30 детей, имеющих окружность головы средних параметров для данного возраста, и группа Б-1 - 30 детей с низкими параметрами окружности головы. Обследованные дети не имели черепно-мозговых травм, а обследование

проводилось в связи с проявлениями внутричерепной гипертензии, частичного краниостеноза и прочими жалобами.

**Группа А-1** (средние параметры окружности головы). Объем краниальной полости колебался от 1196 до 1323 мл, объем ликвора - от 29 до 50 мл, ликворокраниальный индекс (ЛКИ) от 2,6 до 3,5%. **Группа Б-1** (низкие параметры окружности головы). Объем краниальной полости колебался от 938 до 1166 мл, объем церебро-спинальной жидкости - от 8 до 21,7 мл, ЛКИ - от 0,8 до 2,5%. Выявлены достоверные различия значений ЛКИ в группах А-1 и Б-1.

В случаях нарушения нормальных взаимоотношений можно говорить о диспропорции объемов мозга и краниальной полости или **кранио-церебральной диспропорции** (КЦД). Проведенные нами исследования наглядно демонстрируют, что существует группа детей с КЦД (крайне низким объемом ликворных пространств), значение ЛКИ у которых опускается до 0,8-0,9%, то есть объем ликворных пространств составляет около 10 мл. Диагностика синдрома КЦД не представляет трудностей в случаях хронических форм и может быть осуществлена на основе разработанного алгоритма, включающего в себя: клиническую оценку, краниометрию с оценкой результата по центильным таблицам и компьютерной волюметрии с измерением ЛКИ.

Синдром острой КЦД у детей, вызываемый различными причинами, нередко угрожает жизни ребенка и требует неотложной помощи. Исходя из результатов нашего исследования, мы предполагаем наличие различных вариантов синдрома КЦД.

#### ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ КРАНИОЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ДИСПРОПОРЦИИ:

**I. КЦД С НИЗКИМ ЛИКВОРО-КРАНИАЛЬНЫМ ИНДЕКСОМ:** обусловленная анатомическими особенностями черепа и мозга, уменьшением объема ликвора; «острым» увеличением объема мозга; уменьшением объема краниальной полости.

**II. КЦД С ВЫСОКИМ ЛИКВОРО-КРАНИАЛЬНЫМ ИНДЕКСОМ:** обусловленная острым увеличением объема краниальной полости за счет растяжения швов (преимущественно у детей грудного возраста); увеличением объема ликворных пространств; уменьшением объема мозга.

**III. ПО СТЕПЕНИ КОМПЕНСАЦИИ:** Компенсированный (дополнительный объем не превышает объема резервных пространств), с нормальной картиной глазного дна. Декомпенсированный (дополнительный объем приближается или превышает объем резервных пространств), сопровождающийся изменениями на глазном дне застойного характера, или дислокационными синдромами.

#### IV. ПО ТЕМПУ РАЗВИТИЯ:

- 1) острый;
- 2) хронический.

Таким образом, синдром КЦД можно представить как состояние, связанное с нарушением объемных взаимоотношений мозга и краниальной полости, связанное с изменением объема ликворных пространств. Можно сказать, что ЛКИ является показателем, отражающим объем резервных пространств, и, следовательно, показателем компенсаторных возможностей организма при повышении ВЧД. Ориентируясь на значения ЛКИ, можно говорить о двух типах КЦД, о двух крайних состояниях краниальных ликворных пространств:

1) их чрезмерном увеличении (у пациентов с наружной и внутренней гидроцефалией различного генеза, порэнцефалией, агенезией долей мозга и т.д.);

2) их чрезмерном уменьшении у пациентов с низкими возрастными показателями окружности головы, полным и частичным краниостенозом, мегалэнцефалией, у детей с синдромом гипершунтирования; состояниями, ведущими к возрастанию объема мозговой ткани (отек, гиперемия, воспаление), при состояниях, связанных с появлением дополнительных внутричерепных образований (опухоль, гематома, абсцесс и т.д.).

Проявления синдрома КЦД могут быть разнообразны. При хронической конституциональной форме обращает на себя внимание размер и форма мозгового черепа, такие дети часто имеют низкие возрастные параметры окружности головы, проявления полного или частичного краниостеноза (скафоцефалия, тригоцефалия, лобная или затылочная плагицефалия, оксидефалия), краниофациальных синостозов (Аперта, Крузона, Карпентера, Пфейфера). В случаях приобретенных форм решающая роль в диагностике синдрома принадлежит клиническому обследованию, включая краниометрию и КТ - морфометрии с измерением ЛКИ. Признаки гипертензии на глазном дне являются признаками напряжения в закрытой ликворо-краниальной системе и возможной диспропорции между объемами мозга и краниальной полости.

**Черепно-мозговая травма (ЧМТ).** Известно, что у детей, перенесших одинаковую по степени тяжести травму, наблюдается различная клиническая картина. Это зависит от генетической гетерогенности организма человека. В случаях тяжелой ЧМТ у детей КЦД возникает всегда, но степень ее выраженности зависит от объема резервных ликворных пространств, характера и объема травматических изменений мозга. Это становится особенно актуальным в случаях ЧМТ у детей с КЦД, в частности, с низким ЛКИ.

Нами изучено течение черепно-мозговой травмы у 262 детей. В группу А отобраны 134 ребенка, имевших средние показатели окружности головы для данного возраста, в группу Б отобраны 128 детей, имевших низкие параметры окружности головы для данного возраста, с различными проявлениями черепно-мозговой травмы. Установлено, что переносимость черепно-мозговой травмы напрямую связана с объемом резервных ликворных пространств пациента (определена анатомическая основа компенсаторных возможностей организма в отношении повышения ВЧД). Дети, имеющие малый объем резервных ликворных пространств, находятся в состоянии хронической КЦД. Любые патогенетические ситуации, вызывающие увеличение объема мозга (отек мозга, дополнительный внутримозговой объем), приводят к ухудшению состояния больного. Эти дети годами наблюдаются у невропатологов по поводу гипертензионного синдрома, страдающими частыми головными болями, метеотропностью, снижением познавательных возможностей, как правило, имеют гипертензионные изменения на глазном дне, реагируют ухудшением состояния на любое острое заболевание, минимальную травму.

При ЧМТ любой степени тяжести мозг ребенка реагирует на нее формированием дополнительного «травматического объема». Если «травматический объем» не превышает объема резервных пространств (в случаях легкой ЧМТ), то течение травмы имеет благоприятный характер. Если же «травматический объем» значительно превышает резервные объемы

мозга, развивается грубая дислокация мозга, его вклинение и смерть. В таких случаях декомпрессионная трепанация черепа с обязательной пластикой твердой мозговой оболочки позволяет значительно снизить внутричерепную гипертензию, уменьшив тем самым действие вторичных повреждающих факторов, повысить выживаемость детей при тяжелой мозговой травме [7,8,10]. Исходя из концепции КЦД, становится обоснованным проведение широкой декомпрессионной трепанации черепа. Операция увеличивает объем резервных пространств черепа на 20-50 мл [14], то есть практически вдвое, у детей с КЦД.

Результаты хирургического лечения очагов ушиба и острых внутричерепных гематом в значительной мере зависят от тяжести черепно-мозговой травмы, обширности и локализации очага поражения, возраста больного, сроков и характера проведенного оперативного вмешательства и прочих причин [10]. Очень красноречивы показатели летальности при тяжелой ЧМТ (0-8 баллов по шкале комы Глазго) у 287 детей. В 1993 году летальность составляла 34,4%, в период 1996-98 годов находилась на уровне 27,2%, за период 1999-2000 год снизилась до 14,1%, а за 2001-02 годы составила 9,2% (на уровне лучших мировых показателей [24]). Летальность за десятилетний период (пролечено 15, 2 тыс. больных с ЧМТ) при тяжелой ЧМТ составила 18,6%.

**Внутричерепные гематомы у детей 1 года жизни** являются классическим примером острой КЦД с высоким АКИ. Главную роль в механизме компенсации повышения ВЧД у детей грудного возраста играет растяжение костных швов, приводящее к расширению субдурального пространства и увеличению объема резервных ликворных пространств [5]. Нами пролечено 14 детей в возрасте до 1 года методом длительного эндокапсулярного наружного дренирования с хорошими отдаленными результатами.

**Нейроонкология.** Опухоли головного мозга — классический пример хронической КЦД. Медленно прогрессирующий процесс позволяет детскому организму использовать все возможности компенсации, что до последнего момента делает течение заболевания малозаметным [17]. Мы располагаем опытом лечения 56 детей с опухолями различной локализации (опухоли средней линии - 43, полушарные - 13). Хирургическая помощь, как правило, направлена на возможно полное удаление патологического объема и восстановление ликвороциркуляции. К сожалению, очень часто отдаленный результат лечения определяется гистологической картиной процесса.

**Краниостеноз.** При краниостенозе швы черепных костей окостеневают рано, что ведет к деформации черепа. Возникает несоответствие между емкостью черепной полости и объемом мозга, ведущее к прогрессирующему повышению ВЧД [9]. КТ-волюметрия позволила по-новому взглянуть на проблему краниостеноза и в некоторых случаях уточнить показания к хирургическому лечению. С нашей точки зрения, краниостеноз представляет — вариант кранио-церебральной диспропорции с низким ликворо-краниальным индексом. При обследовании группы детей с краниостенозом АКИ колебался от 0,5 до 1,1%.

Целью хирургического вмешательства при краниостенозе является обеспечение нормального роста мозга и нормального умственного развития, предупреждение зрительных нарушений и развития внутричерепной гипертензии. Однако не все формы краниостеноза должны быть оперированы, хирургическое

лечение должно выполняться в случаях декомпенсированного течения заболевания. В некоторых случаях компенсированного течения краниостеноза показания к хирургическому лечению может уточнить компьютерная волюметрия.

**Приведем пример.** Больной Ж., 5 лет, поступил с кранио-фациальным дизостозом Крузона. Синдром Крузона характеризуется сочетанием краниостеноза с аномалиями лицевого скелета, атрофией зрительных нервов, умственной отсталостью, припадками. В клинической картине на первый план выходили частые приступообразные головные боли и застойные диски зрительных нервов. При волюметрическом исследовании получены следующие результаты: объем полости равен 907 мл, объем ликворных пространств - 4,5 мл, ликворо-краниальный индекс составил 0,5% (норма - 2,5-3,5%). Ребенку было выполнено хирургическое лечение: фронто-орбитальная реконструкция по методике М. Ананова с использованием аллопластической расклинивающей вставки. Послеоперационный период протекал гладко. Контрольное волюметрическое исследование, проведенное через 2 недели после операции, выявило, что объем полости черепа составил 931 мл, объем ликворных пространств возрос до 14 мл, АКИ составил 1,4%. На глазном дне намечился регресс застойных явлений. Таким образом, можно говорить о достижении стадии ремиссии краниостеноза.

**Воспалительные заболевания.** Синдром КЦД формируется при воспалительных заболеваниях ЦНС, при увеличении объема мозга за счет его отека и воспаления, при формировании дополнительных внутричерепных объемов (абсцесс, эмпиема, субдуральный выпот) или при нарушении ликвороциркуляции (гиперпродукция ликвора, окклюзия ликворных путей). Субдуральные выпоты (СВ) — накопление серозной жидкости в субдуральном пространстве над полушариями мозга — бывает при гипертоксических формах бактериального менингита [19]. Некоторые авторы считают СВ несчастным (10%) нейрохирургическим осложнением бактериального менингита, редко требующим хирургического лечения [23]. Объем выпота составляет от 5 до 200 мл. [19]. Если он превышает объем резервных ликворных пространств, развивается синдром острой КЦД, который у детей раннего возраста может частично компенсироваться расхождением краниальных швов. Нарастание объема односторонних или двухсторонних СВ приводит к повышению ВЧД, смещению полушарий часто в ретрокаудальном направлении и вклинению головного мозга в шейно-дуральную воронку.

За период с 1993 по 2002 год в отделении нейрохирургии ДГКБ №3 пролечено 15 детей в возрасте от 3 мес. до 2,5 лет с СВ и 5 детей с риногенными субдуральными эмпиемами. При лечении методом выбора является мало инвазивное, длительное, наружное дренирование субдурального пространства через трепанационное отверстие, позволяющее компенсировать явления КЦД. Консервативные мероприятия были направлены на борьбу с инфекцией и проявлениями локального фибринолиза. У 17 детей с абсцессами головного мозга выполнено радикальное удаление гнойника с капсулой. Все дети выписаны с выздоровлением.

**Гидроцефалия и арахноидальные кисты.** Волюметрические измерения у детей с гидроцефалией до настоящего времени целенаправленно не проводились, хотя, вероятно, АКИ является наиболее

точным показателем выраженности гидроцефалии. С позиций волюметрии при гидроцефалии возникает состояние КЦД, нарушается соотношение ликвора и мозговой ткани в краниальной полости.

Мы располагаем опытом 86 операций у 64 больных, выполненных по поводу различных нарушений ликвородинамики. По поводу прогрессирующей гидроцефалии оперировано 33 больных, в сочетании с оп-холью головного мозга — 8 больных, с арахноидальными кистами — 11 больных, в сочетании со спинномозговыми грыжами — 5 больных, с аномалией Денди-Уокера — 3 больных, с посттравматической гидроцефалией — 4 больных. Перитрикуло-перитонеальное шунтирование выполнено у 43 больных, кисто-перитонеальное шунтирование — у 7 больных, кисто-вентрикуло-перитонеальное шунтирование — у 2 больных, стентинг арахноидальных кист — у 4 больных, люмбо-перитонеальное шунтирование — у 2 больных. Катамнез больных прослежен в сроки от 1 месяца до 8 лет. В послеоперационном периоде волюметрия позволяет математически точно оценить не только уменьшение объема ликворной системы, но и увеличение объема головного мозга.

**Клинический пример:** Больной Л., 8 лет, оперирован в НХО по поводу арахноидальной кисты головного мозга и окклюзионной гидроцефалии. КТ — волюметрия, проведенная до операции, выявила арахноидальную кисту левого бокового желудочка, выраженную внутреннюю гидроцефалию с окклюзией отверстия Монро слева, дислокацию срединных структур слева направо до 12 мм. Объем краниальной полости составил 1689 см<sup>3</sup>, объем ликворных пространств — 519 см<sup>3</sup>, объем мозгового вещества — 1170 см<sup>3</sup>, АКИ — 30,7%. Через 12 дней после кисто-вентрикуло-перитонеального шунтирования КТ — волюметрия выявила следующие изменения: размеры кисты и желудочковой системы уменьшились, объем ликворных пространств составил 315 см<sup>3</sup> (уменьшился на 204 см<sup>3</sup>), объем мозгового вещества составил 1297 см<sup>3</sup> (увеличился на 127 см<sup>3</sup>), АКИ уменьшился до 19,6%, дислокация срединных структур уменьшилась до 4 мм. Выписан с улучшением.

Шунтирующие операции при КЦД с высоким АКИ (гидроцефалия, арахноидальные кисты, ложная порэнцефалия) нормализуют внутричерепные взаимоотношения и позволяют добиться компенсации синдрома КЦД. Однако при неадекватном дренировании возможны осложнения и формирование КЦД с низким АКИ (синдром щелевидных желудочков, компенсаторные гематомы) [2,4,12,16,18,21].

### Выводы

1) Синдром краниocereбральной диспропорции в своей основе имеет несоответствие объема головного мозга и краниальной полости со значительным уменьшением или увеличением объема резервных ликворных пространств.

2) Краниocereбральная диспропорция может иметь хронический (конституциональный) характер или возникать остро в ответ на различные эндо- и экзогенные воздействия. КТ - волюметрия является наиболее точным методом математической оценки выраженности КЦД и результатов хирургической коррекции.

3) В случае декомпенсированных форм синдрома КЦД с низким АКИ хирургическая коррекция, направленная на увеличение объема резервных ликворных пространств и удаление «дополнительного патологического объема», позволяет нормализовать

внутричерепное давление и предупредить развитие вторичных повреждений, повысить шансы больного на выживание и последующее более полноценное восстановление. При КЦД с высоким АКИ решающее значение для нормализации внутричерепных взаимоотношений имеют ликворшунтирующие операции.

### Литература

1. Арсени К., Константиnescу А.И. Внутричерепная гипертензия / Пер. с румынск. — Бухарест: Изд. Акад. Социалист. Республ. Румынии, 1978. — 190 с.
2. Арутюнов Н.В., Петряйкин А.В., Корниенко В.Н. Изучение ликворотока на основе магнитно-резонансной томографии // *Вопр. нейрохирургии.* — 2000. - № 1. — С. 29 — 33.
3. Бабчин А.И., Кондаков Е.Н., Зотов Ю.В. Травматические субдуральные гидромы. - СПб, 1995. — 122 с.
4. Берснев В.П. Современные проблемы диагностики и хирургического лечения гидроцефалии // *Вопр. нейрохирургии.* — 1995. - №2. — С. 16-18.
5. Вербова Л.Н. Субдуральные гематомы у детей грудного возраста: Автореф. дис. ...канд. мед. наук. - Киев, 1986. — 20 с.
6. Клинико-рентгенологическая диагностика энцефалопатии при глиоме: Метод. рекомендации / Ю.Н. Савченко, А.Ю. Савченко, В.В. Семченко, А.В. Бахарев. — Омск: Омич, 1994. - 13 с.
7. Клумбис Л.А. Пути и перспективы снижения смертности при острой, крайне тяжелой черепно-мозговой травме // I научная конференция нейрохирургов Казахстана и Средней Азии: Тез. докл. — Алма-Ата, 1973. — С. 47.
8. Козель А.И., Рязанцев А.А. Современная диагностика внутричерепных гематом с позиции концепции фазности их клинического течения // II съезд нейрохирургов России: Тез. докл. — Нижний Новгород, 1998. - С. 32.
9. Козырев В.А. Краниостеноз. - Л.: Медгиз, 1962. — 175 с.
10. Коновалов А.Н., Лихтерман Л.Б., Потапов А.А. Клиническое руководство по черепно-мозговой травме. - М.: Антидор, 1998. — 415 с.
11. Корниенко В.Н., Васин Н.Я., Кузьменко В.А. Компьютерная томография в диагностике черепно-мозговой травмы. - М.: Медицина, 1987. — 288 с.
12. Лубнин А.Ю., Комаров В.И. Синдром чрезмерного дренирования как осложнение при хирургическом лечении гидроцефалии у детей // *Вопр. нейрохирургии.* — 1999. - №3. — С. 31-35.
13. Майорова Н.А. Экспериментальное исследование всасывания эритроцитов из субдурального пространства мозга // *Вопр. нейрохирургии.* — 1965. - № 2. - С. 10-14.
14. Никулин А.М. Анатомическое обоснование размеров и локализации трепанационного отверстия при хирургическом лечении травматических внутричерепных гематом // *Вопр. нейрохирургии.* — 1988. — № 5. — С.6.
15. Ормантаев К.С. Тяжелая черепно-мозговая травма у детей. - Л.: Медицина, 1982. - 288 с.
16. Потапов А.А., Лихтерман Л.Б., Кравчук А.Д. Хронические субдуральные гематомы. - М.: АНТИ-ДОР, 1997. — 231 с.
17. Ромоданов А.П. Опухоли головного мозга у детей. — Киев: Здоров'я, 1965. — 340 с.
18. Скобский Е.И., Плавский Н.В., Орлов М.Ю. Особенности травматических хронических субдуральных гематом у детей, ранее оперированных по поводу гидроцефалии // *Бюллетень Украинской ассоци-*

ации нейрохирургов. - Электронна версия: НВП Интер-  
mag, 1999. w.w.w. Rusmedserv. Ru.

19. Сорокина М.Н., Басс Р.А., Зинченко А.П. Интенсивная терапия гипертонических форм менингококковой инфекции, гнойных менингитов и менингоэнцефалитов у детей: Метод. рекомендации. - М.: Ленинград, 1989. - 41с.

20. Сперанский В.С. Форма и конструкция черепа. - М.: Медицина, 1980. - 280 с.

21. Шкарубо А.Н., Лубнин А.Ю., Кадашев Б.А. Синдром чрезмерного дренирования ликвора как осложнение хирургического лечения гидроцефалии // Вопр. нейрохирургии. - 1999. - № 3. - С.37-39.

22. Элиас Р.И. Первично-отсроченная аутокраниопластика при тяжелой черепно-мозговой травме у детей: Автореф. дис. ...канд. мед. наук. - Алма-Ата, 1975. - 21 с.

23. Gaskill S.J., Merlin A.E.) Гескил С., Мерлин А. Детская неврология и нейрохирургия / Пер. с англ. - М.: АОЗТ Антидор, 1996. - 347 с.

24. Levi L., Guilburd J.N., Bar-Yosef G., Zaaroor M. Severe head injury in children - analyzing the better outcome over a desade and the role of major improvements

in intensive care // Child's Nervous System, 1998. - P. 195-202.

25. (Pellock J. M., Myer E.C.) Пеллок Д.М., Майер Э.К. Неотложная неврологическая помощь в детском возрасте / Пер. с англ. - М.: Медицина, 1988. - 575 с.

26. Takeda S., Matsuzawa T. Measurement of brain atrophy of aging using x-ray computed tomography: sex difference in 1045 normal cases // Tohoku Med., 1984. - V. 144. - P. 351-359.

27. Yamaura H., Ito M., Matsuzawa T. Brain atrophy during aging. A quantitative study with computed tomography // Gerontolog., 1980. - N 4. - P. 492-498.

**ЛАРЬКИН Валерий Иванович**, кандидат медицинских наук, заведующий отделением нейрохирургии ДГКБ №3.

**ЛАРЬКИН Игорь Иванович**, кандидат медицинских наук, нейрохирург ДГКБ №3.

**АТРОШЕНКО Виктор Петрович**, заведующий отделением компьютерной томографии Омского диагностического центра.

УДК 616.36-089-053.3

**Е. В. КОЛЕСОВА  
И. Д. КОВПАК**

Омская государственная  
медицинская академия

Детская городская клиническая  
больница № 3, г. Омск

## **ПЕРЕСТРОЙКА И РЕГЕНЕРАЦИЯ ПЕЧЕНОЧНОЙ ТКАНИ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ОЧАГОВЫХ И ДИФFUЗНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПЕЧЕНИ У ДЕТЕЙ**

При сохраняющемся росте заболеваемости очаговыми и диффузными процессами печени у детей, остаются малозученными проблемы ее регенерации. Использование малоинвазивных и органосохраняющих вмешательств коррелирует со сроками пребывания в стационаре. Стимулирующее влияние переменного электромагнитного поля на регенераторную способность паренхимы печени позволяет применять ее в клинической практике.

В последние годы отмечается значительный рост заболеваемости очаговыми (абсцессы, гемангиомы, кисты, опухоли) и диффузными (хронические гепатиты, циррозы, фиброзы, холангиокистозы) процессами печени у детей [1].

Если вопросы показаний к хирургическому лечению этих заболеваний и методики оперативных вмешательств при них достаточно подробно обсуждаются в литературе, то структурные изменения, и особенно процессы регенерации печеночной ткани у детей после различных способов хирургического лечения, в литературе не освещены, нет единого мнения о возможности стимуляции, регенерации печени.

В нашей клинике с 1988 по 2002 г. обследовано 602 ребенка с различными очаговыми и диффузными поражениями печени. В настоящее время очаговые заболевания у детей не считаются редкостью. Наиболее частыми, по нашим данным, являются гематомы - 39,5%, врожденные кисты - 15,5%, эхинококкоз - 7%, абсцессы - 3,9%, гемангиомы - 3,1%.

Из диффузных заболеваний печени, такие как фиброз печени - 5,3%, гемохроматоз - 0,4%, цирроз печени - 5,9%, фиброхолангиокистоз - 0,4%.

Вследствие анатомо-физиологических особенностей организма ребенка и специфики очагового процесса у детей длительное время не наступает генерализации

зация процесса. Этим объясняется тот факт, что радикальные операции на печени в детском возрасте приводят к полному выздоровлению [2].

При непаразитарных кистах печени выполнены следующие виды операций:

1. Вскрытие и опорожнение с последующим дренированием.
2. Частичное иссечение стенок кист.
3. Марсупиализация кисты с тампонадой и дренированием.
4. Экстирпация, вылушивание кисты со всеми ее оболочками.
5. Резекция пораженной части печени, включая обширные резекции печени.

В клинике изучены непосредственные и отдаленные результаты обширных и экономных резекций печени. Оценка регенерации и перестройки печени осуществлялась путем УЗИ, реогепатограмм, контрольных чрескожных биопсий печени.

Выявлены особенности регенерации печеночной ткани у детей, заключающиеся в следующем: после оперативного вмешательства на печени отмечена истинная регенерация гепатоцитов. В то же время полное восстановление печеночной долики со всеми ее структурными элементами (желчным протоком, воротной веной, печеночной артерией, лимфатическим сосудом) не происходит.

С целью возможности ускорения регенерации печени нами проведено лечение 50 больных переменным электромагнитным полем (ПЭМП).

Хорошо известно стимулирующее воздействие ПЭМП на костную и мышечную ткани. Влияние ПЭМП на регенерацию печени не изучалось.

Нами отмечено, что проведенные 3-4 курса лечения улучшают микроциркуляцию печени (по данным реогепатограммы), а результаты морфологических исследований свидетельствуют о том, что в биоптатах печени полностью отсутствует лимфогистиоцитарная инфильтрация. Соединительнотканые септы в паренхиме не определялись, отчетливо были видны участки восстановления балочной структуры органа. Отмечен рост количества двуядерных гепатоцитов до 8,5%, в то время как, по данным Т.К. Дубовой [8], содержание их в норме составило до 3%. Паренхиматозные клетки имели четко выраженные ядерные и

цитоплазматические мембраны, во многих гепатоцитах определялось смещение ядрышек к периферии ядра, что является важным морфологическим показателем регенераторной активности паренхимы.

Таким образом, наш опыт лечения диффузных и очаговых заболеваний печени у детей свидетельствует о целесообразности органосохраняющих и малоинвазивных вмешательств, в том числе и лапароскопических, а применение ПЭМП создает условия для регенерации печеночной ткани.

## Литература

1. Баиров Г.А., Либов Е. Н. О регенерации печени после резекции или разрушения ее ткани у детей // Вестник хирургии. - 1974. - № 4. - С. 65-69.
2. Войткевич А.А., Дедов И.И. Дифференцировка и регенерация на субклеточном уровне // Архив анатомии, гистологии, эмбриологии. - 1970. - № 4. - С. 38.
3. Гусак П.П. К анализу некоторых узловых моментов регенераторной реакции // Архив анатомии, гистологии, эмбриологии. - 1975. - № 6. - С. 102.
4. Логинов А.С., Аруин Л.И. Клиническая морфология печени. - М.: Медицина, 1987. - 266 с.
5. Петров В.П. Диагностика и лечение непаразитарных кист печени. // Хирургия. - 1991. - № 1. - С. 80.
6. Серов В.В. Морфологическая диагностика заболеваний печени. - М.: Медицина, 1989. - 336 с.
7. Тер-Григорьева Е.Н. Циррозы печени у детей // Цирроз печени и портальная гипертензия. - Л., 1968. - С. 10.
8. Дубовая Т.К. Морфофункциональный анализ состояния и реактивности печеночной паренхимы в условиях ваготомии: Дисс. ... д-ра мед. наук. - М., 1991. - 46 с.
9. Салопаев Б.П. Репаративная регенерация нормальной и патологически измененной печени млекопитающих: Дисс. ... д-ра мед. наук. - Горький, 1962.

**КОЛЕСОВА Елена Викторовна**, врач — детский хирург ГКБ № 3.

**КОВПАК Ирина Дмитриевна**, кандидат медицинских наук, врач — детский хирург, заведующая отделением восстановительной хирургии.

## Книжная полка

Айзман Р.И.

Избранные лекции по возрастной физиологии и школьной гигиене: Учеб. пособие / Р.И. Айзман, В.М. Ширшова. — Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002-12 с.: с ил.

Настоящее пособие посвящено рассмотрению основных закономерностей индивидуально-го развития детей и подростков и гигиенических требований к организации учебно-воспитательного процесса в школе. Основное внимание уделено строению и функционированию нервной системы, психофизиологическим особенностям организма различные периоды онтогенеза, некоторым часто встречающимся нарушениям развития и здоровья, их профилактике и коррекции учебных заведениях. Книга содержит рисунки и таблицы, которые облегчают усвоение учебного материала. Пособие соответствует действующей программе изучения данного курса и в виде отдельных лекций в течение ряда лет используется в учебном процессе НГПУ, также на факультетах повышения квалификации (ФПК) преподавателей педвузов России.

Для студентов всех факультетов педагогических вузов, может быть полезно студентам медицинских учебных заведений, а также учителям школ и родителям.

## **ВОЗМОЖНОСТИ МОНИТОРИНГА В УРГЕНТНОЙ ХИРУРГИИ ГНОЙНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПОЧЕК У ДЕТЕЙ И НОВЫЕ ЩАДЯЩИЕ МЕТОДЫ ИХ ЛЕЧЕНИЯ**

**Представлен клинический случай использования ультразвукового сканирования в дифференциальной диагностике карбункула почки. Доступность и достаточная информативность ультразвукового исследования позволяет вести мониторинг стадий воспаления почки. Органосохраняющая операция "разрезов-насечек" на капсуле почки является адекватным и щадящим методом в лечении гнойно-деструктивного пиелонефрита, что приводит к более раннему выздоровлению пациентов.**

Среди острых гнойно-воспалительных заболеваний у детей одно из труднейших в дифференциальной диагностике занимают поражения почек. Это связано с тем, что почки по своему анатомическому положению могут симулировать острые заболевания органов как брюшинного пространства, так и брюшной полости; в частности, острый аппендицит.

Наиболее доступным и в то же время информативным методом исследования при очаговом гнойном воспалительном процессе в почках (карбункул, абсцесс) является ультразвуковое сканирование почек. В нашей практике имели место случаи диагностики карбункула почки на разных стадиях развития - от формирующегося до зрелого. В ряде случаев диагноз был поставлен преимущественно по данным ультразвука.

Это может быть иллюстрировано следующим наблюдением. Больной Б., 12 лет, поступил в отделение неотложной хирургии ГКДБ № 3 11 декабря 2002 г. с жалобами на боли в животе в правой его половине. За время наблюдения боли усилились, локализовались в правом мезогастрин, появились симптомы раздражения брюшины и положительный симптом Пастернацкого справа. В общем анализе крови нейтрофильный лейкоцитоз ( $13,9 \cdot 10^9/\text{л}$ , сегментов 75%), ускорение СОЭ (24 мм / час). В общем анализе мочи без патологии. При абдоминальном ультразвуковом исследовании выявлено предположительно высокое стояние слепой кишки, признаки воспалительного процесса в почках с локальной отграниченной зоной инфильтрации в правой почке. В связи с тем что нельзя было исключить острый аппендицит с его расположением в проекции правой почки, предпринято оперативное лечение острого аппендицита с поперечным доступом на уровне пупка справа, при этом в брюшной полости определялась умеренная гиперемия брюшины, скудный реактивный выпот, катарально измененный червеобразный отросток. Произведена ревизия тонкой кишки и аппендэктомия, после ушивания брюшины

была проведена ревизия брюшинного пространства - умеренный отек паранефральной клетчатки справа. В послеоперационном периоде сохранялись боли в правой половине живота, периодические подъемы температуры тела до фебрильных цифр, сохранение воспалительных изменений в крови; в общем анализе мочи появились микрогематурия, следы белка. По УЗИ-картина зрелого абсцесса правой почки. На 5 сутки от момента поступления была проведена операция - люмботомия, ревизия правой почки со вскрытием абсцесса. Вместо декапсуляции был применен новый щадящий капсулосохранивающий метод "разрезов-насечек" на капсуле почки с последующим дренированием паранефрального пространства. На 8 сутки от момента поступления (3 сутки после люмботомии) у ребенка прекратилась лихорадка, купировался болевой синдром, выявлена положительная динамика лабораторных данных; был переведен в общее отделение. На 14 сутки от момента поступления (9 сутки после люмботомии) отмечается ультразвуковая картина восстановления нормальной эхоструктуры почечной ткани. По данным цветного доплеровского картирования от 30 декабря 2002 г. (14 сутки после люмботомии), васкуляризация правой почки не нарушена, капсула и паранефральная клетчатка без структурных изменений.

Таким образом, данное наблюдение показывает трудности диагностики гнойно-воспалительных поражений почки, преимущества ультразвукового исследования в дифференциальной диагностике и мониторинга стадии воспаления почки. Применение органосохраняющей операции, а именно, "разрезов-насечек" на капсуле почки, является щадящим и адекватным методом оперативного лечения данной патологии, ведущим к быстрому выздоровлению пациентов.

**ЗЮЗЬКО Александра Валентиновна, врач лучевой диагностики ГКДБ № 3.**

**НИКОНОВ Валентин Михайлович**, врач — детский хирург, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры детской хирургии Омской государственной медицинской академии.

**БУГАЕВ Ярослав Владимирович**, врач — детский хирург ГДКБ № 3.

**ЧЕРКАСОВ Александр Георгиевич**, врач — детский хирург ГДКБ № 3.

УДК 616.231/.233-007.271-089+615.832.97-053

**В. К. ФЕДОТОВ  
В. В. ПОЛЕЩУК  
К. В. ФЕДОТОВ  
И. В. НЕВЕЛЬСКИЙ**

Омская государственная  
медицинская академия

Детская городская клиническая  
больница № 3, г. Омск

## **ЭНДОСКОПИЧЕСКОЕ КРИОХИРУРГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ КАК АЛЬТЕРНАТИВА ОТКРЫТОМУ ОПЕРАТИВНОМУ ЛЕЧЕНИЮ РУБЦОВЫХ СТЕНОЗОВ ТРАХЕИ И БРОНХОВ У ДЕТЕЙ**

**Опыт применения эндоскопической криохирургии для ликвидации рубцовых стенозов трахеи и бронхов у детей позволил авторам считать эту технологию щадящим, доступным, малозатратным и эффективным методом лечения, избавляющим больных от сложных реконструктивных операций.**

Рубцовые изменения трахеи и бронхов представляют собой частую разновидность приобретенной патологии детского возраста. В связи с этим они постоянно остаются в поле зрения детских торакальных хирургов в плане выбора адекватного радикального лечения, в котором ведущее место занимают открытые оперативные пособия. Операции подобного типа отличаются сложностью, продолжительностью и травматичностью. К сожалению, они не всегда обеспечивают стойкий положительный эффект, т.к. после их проведения нередко имеют место рецидивы рубцового процесса [1].

Актуальность проблемы поддерживается тем, что, с одной стороны, число больных с длительным стоянием инородных тел в бронхах — причинным фактором патологии — в последние годы не имеет тенденции к снижению, а с другой стороны — наблюдающимся увеличением числа больных со стойкими стенозами трахеи в результате более широкого применения в клинической медицине пролонгированной интубации и трахеостомии.

Успешное применение в нашей клинике на протяжении ряда последних лет криохирургического лечения поверхностных патологических образований кожи сосудистого, пигментного и бородавчатого происхождения у детей, в том числе, получение положительного клинического эффекта при гипертрофических и келоидных рубцах [2] послужили нам основанием к применению этой щадящей технологии для устранения трахеобронхиальных стриктур.

Техническое обеспечение возможности выполнения эндоскопического криохирургического воз-

действия на грануляционно-рубцовые образования в различных отделах трахеобронхеального дерева (разработка и изготовление ригидного и гибкого хладопроводов, а также специальных криохирургических инструментов) проведено совместно с научно-производственной компанией «Криогенмедицинские технологии», г.Омск)

К настоящему времени мы располагаем опытом лечения 33 больных в возрасте от 2 месяцев до 15 лет с различной степенью выраженности стенозов трахеи и бронхов. Среди них 7 детей имели полные рубцовые стенозы.

Причинами грануляционно-рубцовых окклюзий у наблюдаемых больных были: длительное нахождение инородных тел в бронхах (16 случаев), канюленосительство (9 случаев) и продолжительная интубация трахеи (8 случаев)

Криохирургическое лечение проводилось с помощью аппарата дроссельного типа КМТ-01 и медицинской записи азота в качестве хладоагента, который обеспечивает охлаждение деструктурируемых тканей до — 80 °С.

Лечебная процедура выполнялась под общим обезболиванием и искусственной вентиляцией легких в высокочастотном режиме через тубус бронхоскопа под контролем зрения с использованием специальных криохирургических инструментов.

При полных рубцовых стенозах, подтвержденных эндоскопически и рентгенологически, первыми криоаппликациями с помощью инструментов малого диаметра проводилась реканализация трахеи или бронха, а последующими (с постепенным увеличением диа-

метра криоапликатора) — восстановление возрастной нормы просвета органа.

В случаях частичных сужений проводилось прицельное локальное воздействие на грануляционно-рубцовые структуры трахеи или бронхов.

Продолжительность криовоздействия определялась возрастом больного, давностью и степенью выраженности рубцового процесса и составляла 30-60 секунд. Необходимое количество процедур колебалось от 1-2 при грануляциях от инородных тел бронхов до 7-8 при полных стенозах трахеи. Интервалы между процедурами составляли 5-7 дней.

Ближайшие и отдаленные результаты лечения прослежены у всех больных и оценены как хорошие. Осложнений эндоскопического криохирургического воздействия не отмечено. Деструктированные ткани удалялись при кашле через 2-3 дня после криопроцедуры. Попадания их в дыхательные отделы бронхов нами не наблюдалось. Рецидивов рубцового процесса не отмечалось.

В качестве иллюстрации приводим одно из наших наблюдений.

Больной П., 15 лет, перенес тяжелую черепно-мозговую травму, в комплексе лечения которой по жизненным показаниям проводилась трахеостомия. Длительность сохранения стомы привела к полному рубцовому стенозу трахеи. По этому поводу пациент был оперирован, ему была выполнена резекция рубцово-измененного отдела трахеи. В послеоперационном периоде возник рецидив стеноза. Контрольной трахеоскопией выявлена полная рубцовая обтурация трахеи перед конюлей, 2 см, ниже голосовых связок. После двух сеансов криохирургического эндоскопического лечения достигнута реканализация трахеи, а

последующими процедурами с постепенным увеличением диаметра криохирургического инструмента просвет трахеи восстановлен полностью. Канюля удалена, трахеостомическое отверстие закрылось самостоятельно.

К моменту выписки дыхание свободное, голос громкий. Осмотрен через 1 и 2 года - рецидива заболевания нет.

Таким образом, эндоскопическое криохирургическое восстановление просвета различных отделов трахеобронхиального дерева с применением медицинской закиси азота является щадящим, доступным, малозатратным и высокоэффективным вариантом лечения, позволяющим избежать сложных реконструктивных оперативных вмешательств.

### Литература

1. Ашкрафт К.У, Холдер Т.М. Детская хирургия-СПб., Хардфорд, 1996. — т.1. — С.192-198.

2. Щадящая криохирurgia кожи у детей. Под ред. проф. В.К.Федотова. — М: Мед книга, Н-Новгород: изд-во НГМА, 2001. — 56 с.

**ФЕДОТОВ Валерий Константинович**, доктор медицинских наук, профессор кафедры детской хирургии.  
**ПОЛЕЩУК Валерий Васильевич**, кандидат медицинских наук, врач-торакальный хирург ДГКБ №3.

**ФЕДОТОВ Константин Валерьевич**, кандидат медицинских наук, врач-хирург отделения восстановительной хирургии.

**НЕВЕЛЬСКИЙ Игорь Валерьевич**, директор НПК «Криомедицинские технологии».

УДК 618.19-002-089-053.3

**Л. В. СУЗДАЛЬЦЕВА**  
**В. М. НИКОНОВ**  
**С. К. КУДРЕНКО**  
**А. В. КИШКОВ**

Детская городская клиническая  
больница № 3, г. Омск

## МАСТИТЫ У ДЕТЕЙ

Наиболее часто маститы у детей возникают в период новорожденности и препубертатный период. Для определения возбудителя маститов использовали бактериоскопию по Граму, бактериологическое исследование с определением чувствительности к антибиотикам, газожидкостную хроматографию. Ранняя диагностика и оперативное лечение с применением метода вакуум-терапии позволяет максимально сохранить структуру молочной железы.

Располагая большим опытом лечения детей с различными формами гнойной хирургической инфекции и учитывая данные литературы, можно выделить ряд проблем, решение которых диктуется жизнью. К этим проблемам следует отнести те из них, которые связаны с исследованием и ранним лечением маститов в детском возрасте, начиная с периода новорожденности, так как число их увеличивается, как и число

гнойных заболеваний вообще. Правильное решение этих проблем дает возможность сохранить структуру молочной железы в детском возрасте, а в будущем - функциональную пригодность ее для лактации.

В своей работе мы анализировали диагностическую ценность раннего оперативного лечения маститов у детей. Нами исследованы 168 историй болезни с острыми маститами с 1981 по 2002 гг. Пик заболевания

приходится на возраст детей периода новорожденности и детей в возрасте от 8 до 14 лет.

Гормональная перестройка в организме детей, изменения в лимфоидном аппарате в препубертатном периоде и воздействие материнских гормонов на плод во время беременности существенно влияют на развитие воспаления в молочной железе. Кроме того, следует учитывать значительное снижение показателей напряженности иммунитета при гнойных хирургических инфекциях. Отмечено достоверное снижение показателей Т- и В-лимфоцитов, снижение фагоцитарной активности лейкоцитов.

При маститах у новорожденных в 95 % наблюдаются нагрубание и секреция молочных желез (как правило, нагрубание — процесс двусторонний), что длится до 8-10 дня жизни, а затем молочные железы постепенно принимают обычный свой вид. Причины нагрубания и секреции молочных желез у новорожденного окончательно не выяснены, однако, несомненно, что в этом процессе имеет место «реакция беременности» — комбинированное воздействие целого ряда гормонов различных эндокринных желез, а инфицирование гиперплазированных железистых элементов приводит к их воспалению и нагноению.

Следует учитывать и тот факт, что флора, которая выделялась из гнойных ран за 20 лет наблюдений, видоизменилась: в мазках и посевах гноя чаще обнаруживается анаэробная флора, больше встречались штаммы условно-патогенных микроорганизмов, характеризующиеся полирезистентностью к антибиотикам (*Staphylococcus* spp., *E. coli*, *Klebsiella* spp., *P. aeruginosa*).

Входными воротами для микробов являлись не только открытые протоки молочных желез, но и тонкие кожные покровы, не способные выполнять защитную роль при многих поражениях (потница, механические повреждения кожи при пеленании и т.д.). Имеет значение отсутствие способности организма ограничивать очаг воспаления в виду лабильности нервной системы детского организма, несовершенство компенсаторных механизмов и низкие резервные возможности кожи. Эти и некоторые другие особенности детского организма определяют тяжесть течения заболевания и увеличивают объем оперативного вмешательства.

В повседневной хирургической практике для быстрого определения микрофлоры использовались, во-первых, результаты микроскопии мазка по Граму; во-вторых, газожидкостная хроматография гнойного экссудата из раны. Эти результаты можно получить, в среднем, в течение 1 часа.

Не менее важны возникающие проблемы в лечении маститов. При исследовании группы детей, прошедших лечение по поводу острого гнойного мастита в нашей клинике, установлено, что при раннем обращении больных (до 48 часов от начала заболевания)

снижается число оперативного лечения маститов и удается купировать воспалительный процесс на ранних стадиях его развития. Консервативное лечение применено у 27 больных (6 из них — новорожденные малышки).

Если обращение было позднее 48 часов от начала заболевания, применяли оперативное лечение (разрез 1,5-2 см через очаг размягчения в инфильтрате, начиная от околососочкового кружка). Полное излечение наступало через 12-16 суток после операции.

При более позднем обращении (через 5-6 суток от начала заболевания) во время операции обнаруживалась обширная полость гнойника, что требовало выполнения добавочных разрезов и способа «вакуум-терапии».

В результате исследований установлено, что к 6-7 дню после вакуум-терапии мазки из раны были уже стерильными, а рана быстро концентрически сужалась и исчезала к 10-12 дню. Кроме того, отмечено, что благодаря отсасывающему действию, вакуум обладает антисептическим эффектом, способствует очищению раны от бактерий, гноя и некротических масс. Сближение краев раны уменьшает полость раневого канала, способствует быстрому заполнению раны грануляциями и увеличению скорости ее заживления, что, в конечном результате, приводит к образованию более нежной рубцовой ткани первичного натяжения.

#### Выводы

1. Наиболее частым возбудителем острого гнойного мастита в детском возрасте является грампозитивная анаэробная микрофлора.
2. Острые гнойные маститы требуют более раннего лечения.
3. Целесообразно исследование гноя методом газожидкостной хроматографии.
4. Метод вакуум-терапии обеспечивает более быстрое и эффективное лечение острых гнойных маститов у детей.

---

**СУЗДАЛЬЦЕВА Людмила Васильевна**, врач — детский хирург, заведующая приемно-диагностическим отделением ГДКБ № 3.

**НИКОНОВ Валентин Михайлович**, врач — детский хирург, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры детской хирургии Омской государственной медицинской академии.

**КУДРЕНКО Сергей Кириллович**, врач — детский хирург, зав. по хирургии ГДКБ № 3, кандидат медицинских наук, главный внешний специалист по детской хирургии.

**КИШКОВ Анатолий Владимирович**, врач — детский хирург, заведующий гнойно-торакальным отделением.

## ПУТИ ПРОФИЛАКТИКИ ДЕТСКОГО ТРАВМАТИЗМА

**В статье четко отражены возможные пути профилактики детского травматизма с учетом медицинских и социальных задач.**

Проблемность детского травматизма в крупном промышленном центре обусловлена ежегодным ростом числа детских травм, увеличением среди них доли тяжелых повреждений, ростом инвалидности среди детей, получивших травмы, и увеличением числа летальных исходов в группе пострадавших с сочетанной травмой, особенно в случаях тяжелой черепно-мозговой травмы.

Из цифровых показателей детского травматизма в условиях г. Омска достаточно указать на то, что в детском ортопедо-травматологическом отделении ГДКБ № 3 и в детские травматологические пункты Советского, Центрального и Кировского административных округов ежегодно первично обращаются 36-37 тысяч детей с различными травмами. Имеется тенденция к увеличению этой цифры. В городе ежегодно оформляются на инвалидность по поводу полученных травм 10-15 детей в возрасте от 6 до 15 лет, 6-8 детей в год погибает от полученных травм.

Такое положение с детским травматизмом, склонность его к росту вызывают естественное беспокойство медицинских работников. И это не только профессиональное беспокойство, но и их гражданская позиция по отношению к этому общественному явлению.

Общая структура оздоровительных мероприятий для детей, получивших различные повреждения, нам представляется следующими звеньями:

- профилактика детского травматизма;
- оказание первой помощи на месте происшествия и транспортировка пострадавших в лечебные учреждения;
- лечение и медицинская реабилитация детей;
- социальная реабилитация пострадавших.

Состоянием этих четырех звеньев и определяется возможность разрешения проблемы детского травматизма.

Если сосредоточиться только на первой из составляющих структуру лечебно-профилактических мероприятий, т.е. на профилактике детского травматизма, то, к сожалению, приходится констатировать, что наш город не располагает четкой системой предупреждения травм у детей.

В то же время, по нашему убеждению, профилактика, безусловно, является основным звеном борьбы с детским травматизмом. Это большой резерв сокращения тех, к сожалению, ограниченных финансовых

средств, отпускаемых на лечение детей с различными повреждениями.

По нашему мнению, вопросами профилактики детского травматизма должны заниматься не только лечебно-профилактические учреждения, но и другие службы, существующие в нашем городе и имеющие отношение к этому вопросу.

Среди этих служб и организаций в первую очередь необходимо назвать следующие:

1. Женские консультации и родовспомогательные учреждения. Первые из них осуществляют дорожной патронаж и формируют группы риска по родовому травматизму, а вторые обеспечивают atraumaticное проведение родов, а в случаях возникновения родовых травм плода осуществляют их неотложную и точную диагностику, а также проведение квалифицированного лечения пострадавших совместно с персоналом детского специализированного стационара.

2. Детские дошкольные учреждения (воспитатели и медицинские работники) — организация заботливого ухода за детьми, качественный досмотр за детьми при проведении различных занятий и игр.

3. Общеобразовательные, специальные и спортивные школы — обучение детей правилам поведения дома, на улице, в школе, в общественных местах, знаниям и соблюдению правил дорожного движения.

4. Семья, в которой воспитывается ребенок, — организация ухода за ребенком, организация соответствующего возрасту режима его игр, труда и отдыха, обучение правилам обращения с бытовыми приборами, различными инструментами, бытовыми химикатами, средствами развлечения детей.

5. Службы коммунального хозяйства — вопросы планировки, строительства и благоустройства населенных пунктов и дорог, дворов, спортивных и игровых площадок.

6. Милиция и государственная инспекция по безопасности дорожного движения — контроль за поведением детей и взрослых на улицах и в общественных местах, контроль за исполнением правил дорожного движения.

7. Служба скорой медицинской помощи — первая врачебная помощь пострадавшим на месте происшествия, адекватная полученному повреждению первичная иммобилизация поврежденных конечностей и транспортировка больных в стационар.

8. Медицинские лечебные учреждения — лечение пострадавших по профилю полученных повреждений на основе внедрения современных технологий, обеспечения сокращения сроков лечения и восстановления физиологических функций поврежденных органов и конечностей.

9. Областной центр медицинской профилактики — централизованное обеспечение всех заинтересованных организаций и служб методическими материалами по безопасности жизни.

10. Школьные врачи и врачи дошкольных учреждений — контроль за организацией занятий и отдыха детей.

11. Сотрудники кафедр хирургического и травматологического профилей ОГМА, медицинских колледжей и училищ, способные провести обучение различных контингентов взрослого населения и детей старшего школьного возраста, в том числе сотрудников специальных служб (милиция, ГИБДД, пожарные) приемам оказания первой помощи пострадавшим.

12. Подразделения, занимающиеся организацией досуга детей во внеучебное время (спортивные секции, технические кружки, родительские комитеты, дворовые клубы, КТОСы, лагеря отдыха) — устройство мест отдыха детей и обеспечение их безопасного использования.

13. Радио и телевидение с трансляцией обучающих программ, направленных на воспитание безопасного поведения детей дома, в школе, во дворе дома, на улице.

14. Администрация города, которая в рамках комитета по социальной политике может взять на себя организационно-регулирующие функции и решение финансовых вопросов.

Таким образом, простое перечисление различных служб, способных принять свое долевое участие в профилактике детского травматизма, свидетельствует о том, что в условиях крупного промышленного центра имеются пути и предпосылки для решения этой проблемы. Однако, разрозненность, несогласованность и эпизодичность в проведении многих мероприятий пока не дают должного результата. По нашему мнению, назрела необходимость создания постоянно действующего координационного совета на уровне города или всей области, который объединил бы усилия перечисленных выше служб и осуществлял бы контроль за эффективностью их компетентной и совокупной деятельности.

**ФЕДОТОВ Валерий Константинович**, доктор медицинских наук, профессор кафедры детской хирургии Омской государственной медицинской академии.

**КУДРЕНКО Сергей Кириллович**, кандидат медицинских наук, заместитель главного врача по хирургии ДГКБ № 3.

**ЗЛОБИН Борис Борисович**, заслуженный врач России, заведующий отделением травматологии и ортопедии ДГКБ № 3.

**КУДРЕНКО Сергей Сергеевич**, клинический ординатор кафедры детской хирургии ДГКБ № 3.

## Книжная полка

Михайловский М.В.

Хирургическое лечение деформаций позвоночника: Монография / М.В. Михайловский, Н.Г. Фомичёв. — Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. — 432 с.: с ил.

Книга представляет собою руководство по хирургическим методам лечения деформаций позвоночного столба различной этиологии. Основное внимание уделено идиопатическому сколиозу, врожденным сколиозам и кифозам, а также болезни Шойермана, как наиболее часто встречающимся деформациям позвоночника. Впервые представлена методика компьютерно-оптической топографии, разработанная в Новосибирском НИИ травматологии и ортопедии. Специальные разделы посвящены технике выполнения оперативных доступов к вентральным и дорсальным структурам грудного, грудопоясничного, поясничного и пояснично-крестцового отделов позвоночника с необходимыми элементами анатомии (по материалам Spinal Surgery), содержится информация по применению самого распространенного в мире инструментария Cotrel-Dubousset. Даны международные и авторские классификации различных деформаций позвоночника, а также краткий глоссарий, включающий наиболее употребимые в хирургической вертебрологии термины и их трактовку.

Для ортопедов-травматологов, нейрохирургов, невропатологов, рентгенологов, педиатров и студентов медицинских вузов.

Детская патопсихология: Хрестоматия: Учеб. пособие для студентов вузов / Сост. Н.Л. Белопольская. — 2-е изд., испр. — М.: Когито-Центр, 2001. — 351 с.: с ил.

В хрестоматию по детской патопсихологии вошли работы ведущих отечественных психологов, а также дефектологов и психиатров по всем основным разделам детской патопсихологии, опубликованные в периодической печати и труднодоступных изданиях.

Предназначена для студентов психологических, педагогических и медицинских специальностей. Учебное пособие по курсу "Детская патопсихология".

Рекомендовано Ученым Советом ГУГН.

А. В. ПРОНОЗА  
 В. Т. ДОЛГИХ  
 С. С. СТЕПАНОВ  
 Л. И. КТЕНИДИ  
 Г. В. СТЕПАНОВА  
 И. П. АЛЕКСЕЮК  
 Ф. В. ВЯТКИНА  
 Т. Ю. САДОВНИКОВА  
 В. А. ВОРОБЬЕВ  
 Е. А. МЕЛЬНИК  
 Л. Г. ИСТРАШКИНА

Омская государственная  
 медицинская академия

МУЗ «Городская больница № 8»,  
 г. Омск

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРЕПАРАТОВ И ОПТИМАЛЬНЫЕ СПОСОБЫ АНЕСТЕЗИИ ПРИ МЕДИЦИНСКИХ АБОРТАХ

Проведен сравнительный анализ эффективности, безопасности и комфортности различных комбинаций препаратов, используемых для обезболивания при выполнении медицинских абортов. Установлено, что диссоциативная анестезия обладает хорошим анальгетическим эффектом и приемлемым уровнем комфортности. Завышение доз кетамина снижает комфортность анестезии. Оптимальный уровень анестезии на основе пропофола достигается добавлением фентанила, сибазона и дроперидола. Отмечена перспективность использования гипнотиков ультракороткого действия (гипномидат, мидазолам, пропофол) для потенцирования парацервикальной блокады при условии купирования предоперационного стресса.

### Введение

Основную проблему при проведении анестезиологического пособия при медицинских абортах представляют пациентки с лабильной психикой, страдающие соматическими расстройствами. Ни одна из доступных к применению методик анестезии не может быть отнесена к «золотому стандарту», полностью удовлетворяющему все возникающие требования. Основными требованиями, предъявляемыми к идеальному анестезиологическому пособию при проведении операции «медицинский аборт», являются: эффективность и безопасность, комфорт и отсутствие негативных отдаленных последствий, что обуславливает необходимость провести оценку применяемых методов анестезии с позиций их целесообразности, эффективности, ятрогенности и безопасности [9]. При проведении медицинских абортов к анестезиологическому пособию предъявляются следующие требования:

1. Достаточный для блокирования хирургического стресса уровень анальгезии, оптимальными критериями которого остаются показатели PRST (оценка уровня систолического артериального давления, частоты сердечных сокращений, потоотделения и ларингоспазма). Двигательная активность зависит от сте-

пени миоплегии, диаметр зрачков — от эффектов анальгетиков, поэтому они не входят в эту систему [2, 4].

2. Адекватное подавление предоперационного стресса [1, 7].

3. Поддержание приемлемого уровня миоплегии, то есть — ограничения двигательной активности пациентки, дающее возможность произвести оперативное вмешательство с приемлемым для хирурга уровнем комфорта [7, 10].

4. Обеспечение адекватных гипнотического и амнестического эффектов (по желанию пациентки) [7, 10].

5. Минимизация побочных эффектов и осложнений анестезии:

а) низкая аллергенность применяемых анестетиков;

б) отсутствие расстройства дыхания, угрозы рвоты и аспирации;

в) минимальные гемодинамические расстройства, вызываемые анестетиками;

г) минимальное влияние анестетиков на сократимость миомерия (риск гипотонических кровотечений и субинволюции матки);

д) кратковременность действия, позволяющая выписать пациентку из клиники через 4 часа после операции (приказ № 242 МЗ РФ от 11.06.1996 г.),

е) простота, надежность, низкая стоимость, удобство для медперсонала;

ж) отсутствие медикаментозной зависимости от анестетика [9].

Ни один из существующих анестетиков в полной мере не соответствует этим требованиям [3, 8]. Так, ингаляционные анестетики (эфир, фторотан, изофлюран) обладают длительным периодом индукции и пробуждения, сопровождаемые возбуждением во 2-й фазе наркоза, и длительным периодом вторичного сна; снижают тонус миометрия и вызывают гипотоническое маточное кровотечение; оказывают токсическое влияние на паренхиматозные органы, миокард, головной мозг, особенно при неоднократном применении [3].

Гипнотики ультракороткого действия (пропофол, гипномидат, мидазолам) практически не обладают анальгетическим эффектом [11]. Препараты для нейролептаналгезии (дроперидол и фентанил) оказывают слабый гипнотический эффект, вызывают дыхательные, гемодинамические и другие побочные расстройства [7, 13].

Совместить все требования к оптимальной анальгезии позволяют только многокомпонентная и комбинированные виды анестезии. Теоретически добиться высокой анальгетической активности как при соматической, так и при висцеральной боли без увеличения дозы применяемых анальгетиков, можно за счет двух факторов:

а) введения каждого последующего препарата только при наличии эффекта от предыдущего,

б) осуществление процесса выбора схемы общего обезболивания только с учетом определенной очередности введения препаратов [4, 5].

В условиях практики, к сожалению, эти требования трудно осуществимы. В малой хирургии, как правило, применяются либо одномоментное болюсное введение смеси различных препаратов, либо одновременная капельная инфузия различных смесей. Приходится считать с тем, что парентеральная премедикация опиоидами, бензодиазепинами, трамалом и их комбинацией вызывает у эмоционально лабильных пациенток возбуждение, возникающее за счет уменьшения влияния коры головного мозга на подкорковые структуры. Результатом этого становится неконтролируемое и неадекватное их поведение вплоть до отказа от оперативного вмешательства [3, 12].

При проведении многокомпонентной анестезии на основе кетамина, пропофола предварительное введение наркотических анальгетиков снижает уровень анальгезии [1, 4]. Эффект сбалансированной общей анестезии не складывается из свойств отдельных препаратов, а определяется их новой интеграцией, одним из критериев которой является прямая зависимость между уровнем анальгезии, временем изменения и восстановления центральных и вегетативных проявлений наркоза [2, 5]. Кроме того, приходится считаться и с соматическими противопоказаниями к применению отдельных компонентов многокомпонентной анестезии с учетом их дозозависимого эффекта [8].

Поэтому целью настоящего исследования стала клиническая оценка различных видов многокомпонентной тотальной внутривенной, местной и комбинированной анестезии при проведении операции медицинского аборта у разных категорий беременных женщин.

### Материал и методы

Работа проведена на основе про- и ретроспективного анализа результатов применения различных ви-

дов тотальной внутривенной и проводниковой анестезии у 8338 пациенток 14-40 лет, поступивших в Городскую больницу № 8 г. Омска для выполнения планового медицинского аборта. Критериями отбора пациенток по группам анестезиологического пособия служили психо-эмоциональное состояние [12] и соматический статус. В зависимости от этих критериев применяли одну из следующих схем тотальной внутривенной анестезии:

I — мононаркоз кетамином 0,45-0,5 мг/кг и 20 мг димедрола в качестве корректора;

II — мононаркоз кетамином 1,0-1,5 мг/кг и 20 мг димедрола в качестве корректора;

III — многокомпонентная анестезия: кетамин 1,0 мг/кг + сибазон 0,1 мг/кг + дроперидол 0,05 мг/кг + димедрол 20 мг;

IV — многокомпонентная анестезия: кетамин 1,0 мг/кг + сибазон 0,1 мг/кг + дроперидол 0,05 мг/кг + фентанил 1 мкг/кг + димедрол 20 мг;

V — мононаркоз пропофолом 3,0 мг/кг;

VI — многокомпонентная анестезия: пропофол 3,0 мг/кг + фентанил 1,0 мкг/кг + сибазон 0,1 мг/кг + дроперидол 0,05 мг/кг;

VII — многокомпонентная анестезия: пропофол 3,0 мг/кг + фентанил 1,0 мкг/кг;

VIII — многокомпонентная анестезия: пропофол 3,0 мг/кг + фентанил 1,0 мкг/кг + сибазон 0,1 мг/кг + дроперидол 0,1 мг/кг;

IX — проводниковая анестезия (парацервикальная блокада) или местное обезболивание по А. В. Вишневскому и

X — комбинированная анестезия: сибазон 0,1 мг/кг + дроперидол 0,05 мг/кг + димедрол 20 мг + кетамин 0,25 мг/кг + парацервикальная блокада (лидокаин 2,0% — 160 мг).

При общей анестезии за 30 минут до операции производилась премедикация (1 мг атропина или метацина). Введение анестетика — внутривенное, болюсное.

Полученный материал обработан статистически с использованием параметрических (t-критерий Стьюдента, дисперсионный анализ ANOVA) и непараметрических (критерий Колмогорова-Смирнова, Вилкоксона, ранговый дисперсионный анализ Краскела-Уоллиса) методов для малых выборок анализа. Данные параметрического анализа представлены в таблице как « $M \pm m$ », данные непараметрического анализа — как медиана (Me).

### Результаты и их обсуждение

21,6% пациенток, поступивших на прерывание беременности, имели заболевания сердечно-сосудистой системы, а 1,9% — центральной нервной системы, что явилось относительным или абсолютным противопоказанием к анестезии кетамином. У 27,6% всех поступивших выявлялась психо-эмоциональная лабильность (тест Люшера).

Результаты применения различных видов анестезии представлены в таблицах. Видно, что пропофол в стандартных дозировках слабо подавляет прессорную реакцию при сохранении двигательного возбуждения у пациенток с лабильной психикой. Достижение оптимального уровня анестезии на основе пропофола требует добавления фентанила, сибазона и дроперидола, что значительно увеличивает объем кровопотери за счет влияния последних на сократимость

**Таблица 1**  
**Влияние различных методов анестезии на клинико-гемодинамические показатели у женщин со стабильной психикой при выполнении медицинских абортов**

Исследуемый показатель	I (n=1320) M±m	II (n=332) M±m	III (n=150) M±m	IV (n=20) Me
ЧСС (мин <sup>-1</sup> )	84±2,0	84±2,0	84±2,0	84±2,0
ЧСС (мин <sup>-1</sup> ) через 3 мин	91±2,6	129±4,3*	86±4,3	108±4,0*
ЧСС (мин <sup>-1</sup> ) через 10 мин	86±1,3	117±3,8*	82±2,8	87±2,0
АД сист. (мм рт. ст.) исходное	112±2,6	112±2,4	112±2,0	112±2,0
АД сист. (мм рт. ст.) через 3 мин	120±3,4	140±3,2*	116±3,2	136±5,0*
АД сист. (мм рт. ст.) через 40 мин	112±2,3	129±4,6*	110±4,6	112±2,2
Психосенсорные нарушения, %	12,8±3,2	43,3±1,8*	0*	0*
Двигательная активность, %	9,6±1,3	37,3±2,4*	0*	0*
Гипертонус, %	6,8±1,4	16,2±3,1*	0*	0*
Готовность к выписке, час	1,0±0,10	2,2±0,10*	0,5±0,03*	0,5±0,03*
Интраоперационная кровопотеря, мл	87±3,2	100±3,7*	120±5,4*	86±4,0
Послеоперационная кровопотеря, мл	58±4,1	130±3,6*	61±2,8	58±3,3
Комфортность анестезии, %	92±3,5	69±2,0*	98±2,0	100

**Примечание.** Здесь и в таблице 2 римскими цифрами обозначены варианты анестезии при выполнении медицинских абортов, а в скобках указано количество женщин, подвергнутых анестезии. «M±m» - параметрический и «Me» - непараметрический методы статистической обработки результатов.  
 \* - P < 0,05 по сравнению с I группой.

**Таблица 2**  
**Влияние различных методов анестезии на клинико-гемодинамические показатели у женщин с лабильной психикой при выполнении медицинских абортов**

Исследуемый показатель	I (n=966) M±m	II (n=220) M±m	III (n=1180) M±m	IV (n=160) M±m	V (n=22) Me	VI (n=36) Me	VII (n=9) Me	VIII (n=25) Me	IX (n=160) M±m	X (n=98) M±m
ЧСС (мин <sup>-1</sup> ) исходная	92±3,3	93±3,3	84±2,0*	84±2,0*	93±2,0	92±1,0	94±1,1	93±0,9	84±2,0	94±3,5
ЧСС (мин <sup>-1</sup> ) через 3 мин	116±2,3	131±5,1*	98±1,1*	96±2,0*	122±2,2	112±1,9	120±2,2	96±1,6*	89±4,3*	95±2,3*
ЧСС (мин <sup>-1</sup> ) через 10 мин	98±4,2	124±2,1*	82±1,3*	82±2,0*	112±1,4*	101±1,0	110±2,5	92±1,7	82±2,8*	90±2,5
АД сист. (мм рт. ст.) исходное	122±3,5	122±3,4	112±2,6*	113±2,6	138±2,2*	128±2,1	155±2,6*	156±3,1*	112±2,6	156±3,1*
АД сист. (мм рт. ст.) через 3 мин	128±5,1	145±3,1*	121±4,2	122±2,0	144±2,1*	140±1,8	184±3,3*	160±2,5*	116±3,2	160±3,7*
АД сист. (мм рт. ст.) через 40 мин	116±2,2	129±2,1*	114±1,1	115±3,8	120±2,1	102±1,9*	170±3,3*	120±1,3	110±4,6	150±4,7*
Психосенсорные нарушения, %	86±2,1	68±2,1*	8,2±0,2*	3,3±0,1*	4,8±0,2*	4,0±0,3*	22±0,5*	0*	0*	0*
Двигательная активность, %	83±5,1	84±3,4	4,7±0,2*	4,8±0,2*	49±2,5*	41±3,5*	33±3,0*	0*	78±6,1	8,2±0,4*
Гипертонус, %	32±3,1	18±1,4*	5,2±0,1*	4,8±0,1*	32±2,2	27±2,0	33±2,4	8±0,5*	0*	5,1±0,3*
Готовность к выписке, час	1,0±0,2	3,8±0,4*	2,5±0,3*	3,8±0,5*	0,8±0,1	2,5±0,3*	3,0±0,4*	5,0±0,5*	0,5±0,03	1,5±0,1
Интраоперационная кровопотеря, мл	87±3,2	103±6,8*	99±3,2*	150±8,2*	87±3,3	160±7,7*	180±5,7*	186±6,9*	120±5,4*	88±3,8
Послеоперационная кровопотеря, мл	58±4,1	134±4,4*	140±5,5*	161±5,5*	58±3,2	171±7,9*	171±3,6*	180±4,4*	61±2,8	60±2,9
Комфортность анестезии, %	59±2,5	47±1,8*	99±3,1*	100±3,1*	82±2,3*	84±3,4*	78±3,3*	100*	12±1,8*	97±4,5*

миометрия, значительно увеличивает время пребывания в клинике и создает риск гипотонического маточного кровотечения и субинволюции матки.

В отличие от пропофола кетамин в анальгетических дозировках обеспечивает удовлетворительный уровень комфортности, не оказывает существенного влияния на уровень артериального давления (АД), двига-

тельную активность в ходе операции и не способствует увеличению кровопотери. Вместе с тем, увеличение дозы кетамина усиливает его побочные эффекты и не улучшает комфортность анестезии. Использование же микродоз кетамина (0,25 мг/кг) в многокомпонентных смесях для потенцирования проводниковой анестезии существенно увеличивает комфортность и аде-

кватность анестезии и не вызывает проявлений его побочных эффектов.

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Диссоциативная анестезия при своей простоте и безопасности обладает хорошим анальгетическим эффектом и приемлемым уровнем комфортности. Побочные эффекты кетамина, наблюдаемые у психически неуравновешенных пациенток, не имеют подтверждения в системах оценки адекватности анестезии. Завышение индивидуальных доз кетамина приводит к снижению комфортности и другим побочным эффектам кетаминовой анестезии. Использование стандартных корректоров побочных эффектов кетамина (бензодиазепины) незначительно влияет на клинико-гемодинамические показатели, но требует увеличения его дозы.

2. Пропофол в стандартных дозах слабо подавляет прессорную реакцию, двигательное возбуждение у женщин с лабильной психикой. Оптимальный уровень анестезии на основе пропофола достигается добавлением фентанила, сибазона и дроперидола, что значительно увеличивает объем кровопотери, время пребывания в клинике, создает риск гипотонического маточного кровотечения и субинволюции матки.

3. Проводниковая анестезия является достойной альтернативой общей анестезии, однако в ряде случаев (психо-эмоциональная лабильность) целесообразно использовать только варианты комбинированного обезболивания. Представляется перспективным использование гипнотиков ультракороткого действия (пропофол, гипномидат, мидазолам) для потенцирования парацервикальной блокады при условии купирования предоперационного стресса тазепамом или нитразепамом за 12-18 часов до предполагаемой амбулаторной операции. «Избыточная анестезия» увеличивает кровопотерю, повышает риск гипотонического кровотечения, субинволюции матки, обуславливает более длительное пребывание в клинике.

4. Вместе с тем следует отметить, что оптимальных способов анестезии при медицинских абортах, полностью удовлетворяющих пациентку, врача анестезиолога, врача акушера-гинеколога, администратора нет, что требует дополнительных клинико-физиологических исследований.

#### Литература

1. Бабаев В.Д. Оценка адекватности премедикации у детей // Матер. VIII Всерос. съезда анест. и реаниматол. РФ. — Омск, 2002. — С. 59.
2. Белоярцев Ф.Ф. Компоненты общей анестезии. — М.: Медицина, 1977. — 261 с.
3. Васильев А.В., Сивусангкар Ш., Мврголина А.А. и др. Фторотан, энфлюран и закись азота: влияние на метаболизм миокарда у больных ИБС // Анест. и реаниматол. — 1997. - № 6. — С. 15-18.
4. Женило В.М., Овсянников В.Г., Бежавский А.Д., Азнаурьян П.А. Основы современной общей анестезии. — Ростов-на-Дону, 1998. — 352 с.

5. Зайцев А.А., Игнатов Ю.Д., Харьковский А.О. Влияние наркотических анальгетиков на ноцицептивные реакции висцеральной и соматической природы // Эксперим. и клин. фармакол. — 1992. — Т. 55. — № 4. — С. 9-11.

6. Кузин М.И., Харнас С.Ш. Местное обезболивание. — М.: Медицина, 1993. — 224 с.

7. Лихванцев В.В. Соотношение проблем безопасности и комфортности в современной анестезиологии-реаниматологии // Матер. VIII Всерос. съезда анест. и реаниматол. РФ. — Омск, 2002. — С. 19.

8. Лукач В.Н., Блауман С.И., Шилков В.В. и др. Клиническая фармакология лекарственных средств, используемых в анестезиологии и интенсивной терапии. — Омск, 1997. — С. 14-15.

9. Михайлович Ю.И., Ременников О.П., Григорьев Е.В. Анализ анестезиологической летальности // Матер. VIII съезда анест. и реаниматол. РФ. — Омск, 2002. — С. 9.

10. Половинкин П.В. Анестезиологическая практика в Шотландии // Анест. и реаниматол. — 1997. — № 2. — С. 68-72.

11. Руководство по практической анестезиологии / Под ред. проф. В.В. Лихванцева. — М., 1998. — 220 с.

12. Солонович Е.И. Критерии отбора пациентов для кетаминовой анестезии при кратковременных болезненных манипуляциях в амбулаторных условиях // Матер. VIII съезда анест. и реаниматол. РФ. — Омск, 2002. — С. 35.

13. Evans J.M., Fraser A., Wise C.C. Computer-controlled anesthesia. In: Prakas O. (ed) Computing in anesthesia and intensive care. - Boston, Martinus Nijhoff, 1983.

**ПРОНОЗА Александр Валентинович**, врач анестезиолог-реаниматолог МУЗ ГБ № 8 г. Омска.

**ДОЛГИХ Владимир Терентьевич**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой патофизиологии с курсом клинической патофизиологии Омской государственной медицинской академии.

**СТЕПАНОВ Сергей Степанович**, доктор медицинских наук, сотрудник кафедры гистологии и эмбриологии Омской государственной медицинской академии.

**КТЕНИДИ Людмила Ивановна**, главный анестезиолог-реаниматолог Омской области.

**СТЕПАНОВА Галина Васильевна**, главный врач МУЗ ГБ №8 г. Омска.

**АЛЕКСЕЮК Ираида Павловна**, зам. главного врача по лечебной работе МУЗ ГБ №8 г. Омска.

**ВЯТКИНА Фаина Васильевна**, врач акушер-гинеколог МУЗ ГБ №8 г. Омска.

**САДОВНИКОВА Татьяна Юрьевна**, врач акушер-гинеколог МУЗ ГБ №8 г. Омска.

**ВОРОБЬЕВ Виктор Анатольевич**, врач анестезиолог-реаниматолог МУЗ ГБ №8 г. Омска.

**МЕЛЬНИК Елена Анатольевна**, врач анестезиолог-реаниматолог МУЗ ГБ №8 г. Омска.

**ИСТРАШКИНА Лариса Геннадьевна**, врач анестезиолог-реаниматолог МУЗ ГБ №8 г. Омска.

Ю. В. РЕДЬКИН  
А. С. ЛЫСЕНКО  
А. А. ФИЛИППОВА  
А. Ю. ОДОКИЕНКО  
Л. В. ФИЛАТОВА  
А. А. КОЛЕСНИК  
О. А. ЧАЩИНА  
А. В. ПОСПОЛИТ  
С. В. ЩЕГЛОВ  
Е. В. ГОРЯЧЕВА  
Ю. Ю. ПАНКОВА  
Т. С. ТОЛКАЧЕВА

Омская государственная  
медицинская академия

## ПЛАНИРОВАНИЕ СЕМЬИ: ВЗГЛЯД МОЛОДЕЖИ

В статье представлен анализ результатов анкетирования студентов 7 учебных заведений г. Омска по вопросам планирования семьи и контрацепции

Не секрет, что в настоящее время в России сложилась неблагоприятная демографическая ситуация, обусловленная не только ростом смертности населения, но и снижением процессов его естественного воспроизводства. Последнее определяется, с одной стороны, желанием молодых людей больше времени уделять карьере, без которой немислимо стабильное положение в современном обществе, с другой – всегда актуальными проблемами репродуктивного здоровья. Оба мотива подразумевают необходимость ясного представления молодежи о методах планирования семьи, среди которых особую актуальность приобретают лекарственные препараты для регуляции рождаемости. Выяснение исходных знаний молодежи и выявление тех проблем, которые ее действительно интересуют, полноценно осуществимо только в процессе непосредственного общения с конкретными молодыми людьми. Однако, в силу психологических особенностей, свойственных возрасту, представители молодежи редко идут на контакт с людьми, действительно способными дать им необходимую информацию высокого качества (врач, сотрудник центра планирования семьи), чаще в своем сексуальном поведении руководствуясь «суррогатом» в виде советов сверстников. В связи с этим особую ценность в плане изучения репродуктивных проблем молодежи приобретает анкетирование, позволяющее совместить преимущества анонимности исследования и его массовости.

С целью реализации этой концепции нами было проведено анкетирование студентов 7 учебных заведений города Омска: Омской государственной медицинской академии (ОмГМА), Омского государственного университета (ОмГУ), Омского государственного аграрного университета (ОмГАУ), Института ветеринарной медицины (ИВМ), Омского государственного педагогического университета (ОмГПУ), Омского

юридического института (ОмЮИ) и Омского областного медицинского колледжа (ООМК).

Всего было проанкетировано 921 человек (56% девушек и 44% юношей) в возрасте от 17 до 25 лет, обучающихся на разных курсах названных учебных заведений. Вернулось 85% анкет. Выбор респондентов из разных учебных заведений преследовал цель выяснение влияния уровня образования и его профиля (особенно в отношении специального медицинского образования) на качество ответов, учитывался также возрастно-половой аспект и длительность обучения (все эти параметры опрошенным необходимо было отразить в анкете).

Нами были разработаны 2 варианта анкет для анонимного опроса, в которых девушкам и юношам задавались сходные вопросы (табл.). В анкетах, предназначенных девушкам, содержалась просьба указать фирменное название гормонального контрацептива, который принимает (или принимала) опрашиваемая.

В процессе анкетирования, в частности, выяснилось, что ответственность в вопросах планирования семьи, по мнению большинства (93%) респондентов из всех проанкетированных учебных заведений, должна быть в равной мере распределена между мужчиной и женщиной. Это, однако, не мешает 1/3 опрошенных молодых мужчин в случае нежеланной беременности у партнерши «взваливать» решение этой проблемы на ее плечи, последние же, в свою очередь, в 1/3 случаев в качестве выхода из ситуации видят аборт. Аборт реже выбирают женщины, получающие медицинское образование (77,5% из них предполагают сохранить беременность). В качестве причин, оправдывающих решение о прерывании беременности, чаще называют медицинские показания (59%).

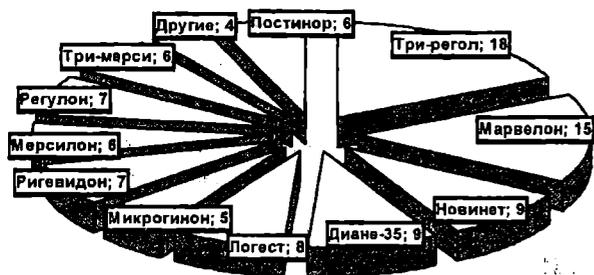
При выборе метода контрацепции студенты обычно ориентируются на мнение сверстников, данные

Результаты анкетирования студентов 7 учебных заведений г. Омска по вопросам планирования семьи и контрацепции

Вузы	ОГМА		ОмГАУ		ИВМ ОмГАУ		ОмГУ		ОмЮИ		ОмГПУ		ООМК	
	Д 217/58	Ю 160/42	Д 80/47	Ю 89/63	Д 78/52	Ю 70/48	Д 33/49	Ю 36/61	Д 15/50	Ю 15/50	Д 18/100	Д 80/71	Ю 33/29	
Количество опрошенных абсолютный показатель / %														
<b>Вопросы:</b>	<b>1. Отношения к искусственному аборту:</b>													
-положительное	36/17	56/35	17/21	17/19	6/11	15/21	3/9	20/57	4/27	4/27	10/62	10/13	12/36	
-отрицательное	138/63	74/46	41/51	52/59	49/64	38/55	22/67	13/37	6/40	2/13	6/38	45/53	14/43	
-затрудняюсь ответить	43/20	30/19	22/55	20/22	19/25	17/24	8/24	2/6	5/33	9/60	-	25/31	7/21	
	<b>2. Причины, которые могли бы служить оправданием медицинского аборта:</b>													
-медицинские показания	182/64	73/46	59/60	54/58	44/57	48/62	22/49	25/66	8/42	12/64	17/68	66/73	25/71	
-материально-бытовые условия	83/29	58/36	35/36	39/42	27/36	25/32	21/47	11/29	11/58	4/36	7/28	24/27	10/29	
-другие	20/7	29/18	4/4	-	5/7	5/6	2/4	2/5	-	-	1/4	-	-	
	<b>3. Используемые методы контрацепции:</b>													
-барьерные	84/39	11/73	39/49	71/60	32/42	53/76	17/52	23/66	6/40	14/93	4/22	32/39	24/75	
-противозачаточные таблетки	91/41	-	24/30	-	23/30	-	7/21	-	2/13	-	4/22	26/33	-	
-прерванный половой акт	6/3	11/7	5/6	4/4	8/11	8/11	2/6	-	-	-	-	8/10	1/3	
-внутриутробные средства	8/4	-	-	-	2/3	-	-	-	1/7	-	2/11	3/4	-	
-календарный метод	2/1	-	5/6	-	1/1	-	-	-	-	-	-	3/4	-	
-спермициды	2/1	-	3/4	-	4/5	-	3/9	-	1/7	-	-	-	-	
-не предохраняются	24/11	32/20	4/5	14/16	6/8	9/13	4/12	12/34	5/33	1/7	8/45	8/10	7/22	
	<b>4. Источники информации о методах контрацепции:</b>													
-врач	106/32	37/13	34/28	18/14	28/26	5/5	15/31	22/26	6/20	3/16	11/38	33/30	6/14	
-фармацевт	7/2	2/17	4/3	3/2	2/2	6/6	1/2	2/2	-	1/5	-	1/1	-	
-родители	48/13	36/11	13/11	11/9	12/11	9/9	6/13	3/4	5/17	3/16	4/14	6/6	1/2	
-сверстники	53/15	79/26	21/18	35/28	16/15	33/32	12/25	24/29	7/23	3/16	5/17	14/13	9/21	
-партнер (партнерша)	29/8	32/11	12/12	14/11	19/17	17/17	4/8	13/15	4/13	2/11	2/7	10/9	9/21	
-средства массовой информации	102/30	98/32	36/30	44/36	32/29	31/31	10/21	20/24	8/27	7/36	7/24	45/45	18/42	
	<b>5. Тактика при задержке менструации более 3 дней у Вас(для юношей – у партнерши):</b>													
-тест на беременность	90/36	63/31	38/44	29/31	34/41	29/36	15/45	12/32	6/40	6/38	8/40	33/39	16/37	
-обращение к гинекологу	34/14	53/26	10/12	20/21	11/13	10/13	2/6	15/41	3/20	6/38	4/20	12/14	15/36	
-ожидание в течение 1 - 2 недель	123/50	-	37/44	-	37/46	-	16/49	-	6/40	-	8/40	40/47	-	
-пойдете к гинекологу вместе	-	57/28	-	19/20	-	21/27	-	3/8	-	1/8	-	-	7/17	
-партнерша должна решать сама	-	31/15	-	27/28	-	19/24	-	7/19	-	3/19	-	-	4/10	
	<b>6. Тактика при наступлении незапланируемой беременности:</b>													
-сохранение беременности	159/73	79/49	43/54	30/34	57/71	31/44	16/48	6/17	8/57	7/50	13/72	66/82	9/27	
-аборт	58/27	36/23	37/46	23/26	22/29	16/27	17/52	5/14	6/43	2/14	5/28	14/18	12/37	
-партнерша должна решать сама	-	45/28	-	36/40	-	19/24	-	24/69	-	5/36	-	-	12/37	
	<b>7. Планирование семьи – это ответственность:</b>													
-мужчины	2/1	20/13	1/1	12/13	2/3	10/14	1/3	1/3	1/1	4/27	-	3/4	3/9	
-женщины	-	4/3	-	2/2	-	3/4	1/3	1/3	-	1/7	-	-	-	
-мужчины и женщины	215/99	136/84	79/99	75/85	74/97	57/82	31/94	35/94	14/99	10/66	18/100	80/96	30/91	
	<b>8. Обсуждаете ли Вы со своим партнером (партнершей) вопросы контрацепции:</b>													
-да	184/85	137/86	70/87	64/72	67/88	55/79	22/67	18/51	7/47	7/47	12/67	72/90	21/64	
-нет	33/15	23/14	10/13	25/25	9/12	15/21	11/33	17/49	8/53	8/53	6/33	8/18	12/36	
	<b>9. Регулярность посещения гинеколога, которую Вы считаете оптимальной:</b>													
-1-2 раза в год	162/75	-	50/63	-	40/53	-	27/82	-	9/69	-	9/50	73/90	-	
-3-4 раза в год	42/19	-	25/31	-	28/38	-	6/18	-	4/31	-	6/33	7/9	-	
-другая	14/6	-	5/6	-	7/8	-	-	-	-	-	3/17	1/1	-	

СМИ и рекомендации врача. Однако степень доверия к этим источникам зависит от возраста опрошенных и объема медицинских знаний. Так, половина первокурсников ОмГМА, выбирая контрацептивное средство, главными советчиками считают своих

ровесников, врачу же доверяют не более 10% из них. На 6 курсе роль врача-специалиста возрастает, тем не менее не больше трети опрошенных видят в нем советчика в выборе метода предохранения от беременности.



Наиболее популярные средства оральной контрацепции среди женщин-студенток, в (%)

Более 90% девушек считают, что оптимальным является посещение гинеколога не менее 2 раз в год, однако даже при задержке менструации не более половины из них появятся у врача, предпочитая «самодиагностику» с помощью купленного в аптеке «теста на беременность».

Только 77% опрошенных мужчин используют презерватив при сексуальных контактах. Среди женщин в целом наиболее популярны барьерные методы контрацепции (40%) и пероральные противозачаточные средства (27%). Однако девушками медицинской академии последние используются в 1,5-2 раза чаще. При этом предпочтение в сторону того или иного метода меняется в зависимости от срока обучения в ОмГМА: на первых курсах презервативы используются чаще (62%), на старших — преобладает оральная контрацепция (69%). Среди конкретных лекарств, используемых с этой целью (рис.), чаще называют препарат Три-регол, фирмы «Гедеон-Рихтер» (18%), что, очевидно, объясняется выгодным фармакоэкономическим профилем этого эффективного и безопасного противозачаточного средства, а также уверенностью в том, что его можно будет найти в любой аптеке.

Таким образом, наше анкетирование показало, насколько хорошо студенты высших и средних учебных заведений ориентируются в вопросах предупреждения нежелательной беременности, какие способы контрацепции они чаще всего используют и чем руководствуются при их выборе, а также какие имеются «пробелы» в знании методов планирования семьи. Анкетирование позволило выяснить, что окончательный выбор средства регуляции репродуктивной функции тесно связан с уровнем медицинской осведомленности респондентов. Это подтверждают анкеты, полученные нами из ОмГМА, в которых опрошенные студенты демонстрируют наиболее адекватные знания средств и методов предохранения от нежелательной беременности. Отсутствие знаний такого уровня в других учебных заведениях, вероятно, свидетельствует о недостатках в работе специально призванных для решения задач планирования семьи кафедр гинекологии и курсов здорового образа жизни, подтверждая необходимость просветительской и образовательной работы, осуществляемой студентами-медиками в немедицинских вузах, например, в рамках волонтерского движения.

В то же время данная деятельность нуждается в усилении внимания к проблемам репродуктивного здоровья и в самих медицинских учебных заведениях. В этом плане вызывает недоумение недоверие будущих врачей к своим старшим коллегам: 2/3 опрошен-

ных студентов не обратятся к ним за советом для решения репродуктивных проблем. Может быть, причина в том, что шестикурсники ОмГМА уже сами достаточно грамотны в вопросах репродуктивного здоровья? Этому, однако, противоречат факты, свидетельствующие о распространенности «незащищенных» сексуальных контактов, среди людей профессионально ознакомленных с риском инфекций, способных передаваться таким образом. Возможно, встреча студентов с преподавателями дисциплин, напрямую связанных с вопросами репродукции, запаздывает по сравнению с моментом, когда эти проблемы для молодого человека становятся насущными. Не исключено также, что преподавание данных предметов в медицинском вузе носит во многом «академический» характер и воспринимается студентами отвлеченно. Отсюда, очевидно, следует необходимость расширения возможностей для неформального контакта студентов-медиков со специалистами профильных кафедр. То, что молодые люди с благодарностью воспринимают подобные встречи, доказывает популярность традиционных конференций по вопросам планирования семьи и контрацепции, организатором которых выступает кафедра фармакологии ОмГМА. Конференция ежегодно собирает в стенах академии более сотни участников-студентов и молодых врачей, встречи которых с преподавателями кафедр акушерства и гинекологии, сотрудниками центра планирования семьи проходят в атмосфере доверия и взаимопонимания и, несомненно, приносят обоюдную пользу.

В целом, анкетирование нашло широкий отклик в рядах студенчества, показало готовность студентов участвовать в аналогичных акциях, которые рассматриваются ими как возможность высказаться и быть услышанными, задать интересующие вопросы и получить на них квалифицированные ответы. Этот факт свидетельствует о большой заинтересованности молодежи проблемами планирования семьи, о желании молодых людей обладать достоверными знаниями современных эффективных, безопасных и доступных методов контрацепции, которые бы смогли уберечь их от несвоевременной беременности, утраты здоровья, краха карьеры и позволили уверенно глядеть в будущее, строя жизнь по своему желанию.

**РЕДЬКИН Юрий Васильевич**, доктор медицинских наук, академик МАН ВШ, профессор, заведующий кафедрой фармакологии.

**ЛЫСЕНКО Антон Сергеевич**, аспирант кафедры фармакологии.

**ФИЛИППОВА Анна Александровна**, студентка 6 курса.

**ОДОКИЕНКО Анна Юрьевна**, аспирант кафедры фармакологии.

**ФИЛАТОВА Любовь Васильевна**, студентка 4 курса.

**КОЛЕСНИК Алина Андреевна**, студентка 4 курса.

**ЧАЩИНА Ольга Александровна**, студентка 4 курса.

**ПОСПОЛИТ Александра Владимировна**, студентка 4 курса.

**ШЕГЛОВ Станислав Вадимович**, студент 4 курса.

**ГОРЯЧЕВА Елена Вячеславовна**, студентка 3 курса.

**ПАНКОВА Юлия Юрьевна**, студентка 3 курса.

**ТОЛКАЧЕВА Татьяна Сергеевна**, студентка 3 курса.

## ИЗМЕНЕНИЯ СИСТЕМНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ ВО ВРЕМЯ ОПЕРАЦИИ КЕСАРЕВА СЕЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СПИНАЛЬНОЙ АНЕСТЕЗИИ

**В работе на основе динамики показателей системного и регионарного кровообращения, зарегистрированного на различных этапах операции кесарева сечения у женщин, страдающих сахарным диабетом, патогенетически обоснована целесообразность использования для спинальной анестезии маркаинам.**

На сегодняшний день в акушерской практике для обезболивания операции кесарева сечения используются методы общей и регионарной анестезии, каждый из которых обладает целым рядом преимуществ и недостатков, однако регионарная (эпидуральная, спинальная) анестезия является методом выбора, а общая анестезия используется только при наличии противопоказаний к регионарной анестезии [3, 5].

Среди методов регионарной анестезии спинальная анестезия является методом выбора при оперативном родоразрешении ввиду более простой техники выполнения, более полного сенсорного и моторного блока и меньшей дозы местного анестетика по сравнению с эпидуральной анестезией [2, 4-7]. Применение современных местных анестетиков: маркаина спинал и современных игл значительно повышают безопасность этого метода. При этом спинальная анестезия вызывает более выраженные нарушения гемодинамики, что может иметь неблагоприятные последствия как для матери, так и для плода и новорожденного, и поэтому особенности использования этого метода у женщин с акушерской и экстрагенитальной патологией продолжает активно изучаться.

Среди экстрагенитальной патологии, оказывающей существенное влияние на течение беременности и перинатальный результат, сахарный диабет занимает особое положение. Во всем мире отмечается рост заболеваемости сахарным диабетом в общей популяции населения, и на сегодняшний день эта цифра достигает 100 млн. Во время беременности частота сахарного диабета достигает 11% [1]. Из этого количества 80% приходится на гестационный сахарный диабет и 20% – на диабет, развившийся до беременности. Неспособность инсулярного аппарата поджелудочной железы адаптироваться к стрессирующему воздействию беременности, эффект контринсулярных гормонов (эстрогенов, прогестерона, кортикостероидов, плацентарного лактогена, хорионального соматоматотропина) приводят к гипергликемии, кетоацидозу, прогрессированию сосудистых осложнений диабета (нефропатии, ретинопатии). В конце беременности, после 37-38 недели потребность в инсулине начинает

резко снижаться и отмечается тенденция к гипогликемии, представляющей опасность для жизни матери плода и новорожденного.

Течение беременности у женщин с сахарным диабетом осложняется угрозой невынашивания, развитием сочетанного гестоза, хронической гипоксией плода, многоводием, преждевременными и, чаще всего, оперативными родами, развитием гнойно-септических осложнений в послеоперационном периоде.

Уже само по себе развитие беременности является диабетогенным фактором для женского организма и при существующем сахарном диабете неизбежно дестабилизирует его течение, приводя к кетоацидозу и прогрессированию сосудистых осложнений. Родоразрешение, особенно оперативное, является наиболее травматичным, стрессирующим фактором у этой категории женщин и качество анестезиологической защиты во время операции кесарева сечения имеет большое значение для адаптации матери и новорожденного в раннем послеоперационном периоде.

Все вышеизложенное определило цель настоящего исследования: изучить изменения системной гемодинамики у беременных женщин с компенсированным и декомпенсированным сахарным диабетом во время операции кесарева сечения в условиях спинальной анестезии.

### Материал и методы исследования

Исследования проведены у 56 беременных женщин с компенсированной и декомпенсированной формой сахарного диабета. Первую подгруппу (n = 30) составили женщины, которые страдали сахарным диабетом не более 1-2 лет, или гестационным сахарным диабетом без различных сосудистых и неврологических осложнений. Беременность заканчивалась оперативным родоразрешением в сроке 36-37 недель.

Вторую подгруппу составили женщины с декомпенсированным сахарным диабетом (n = 26) с продолжительностью заболевания диабетом от 1 до 20 лет и различными осложнениями. Течение беременности в 100% случаев осложнялось сочетанным гестозом,

**Таблица 1**  
Показатели системной гемодинамики в условиях спинальной анестезии у беременных женщин с компенсированным сахарным диабетом (M±m)

Показатели	Этапы операции			
	До операции	Разрез кожи	Извлечение плода	1 сутки после операции
	1	2	3	4
АДс, мм рт.ст.	122,2±5,4	100,5±2,8 p <sub>1</sub> <0,05	110,0±8,1 p <sub>1</sub> <0,05	101,4±2,9 p <sub>1</sub> <0,05
АДд мм рт.ст.	82,0±5,5	80,1±2,8 p <sub>1</sub> <0,05	65,3±3,4 p <sub>1</sub> <0,05	65,2±3,5 p <sub>1</sub> <0,05
САД, мм рт.ст.	96,3±4,2	73,3±4,1 p <sub>1</sub> <0,05	80,0±4,4 p <sub>1</sub> <0,05	77,4±3,2 p <sub>1</sub> <0,05
ЧСС, мин <sup>-1</sup>	88,4±6,0	120,0±5,5 p <sub>1</sub> <0,05	112,0±3,4 p <sub>1</sub> <0,05	68,2±1,5 p <sub>1,2,3</sub> <0,05
УО, мл	69,7±5,1	75,1±2,4	78,1±4,7	68,9±4,1
МОК, л	6,2±0,34	9,0±0,6 p <sub>1</sub> <0,05	8,7±0,67 p <sub>1</sub> <0,05	4,7±0,42 p <sub>1,2,3</sub> <0,05
ОПСС, дин/с <sup>2</sup> м <sup>-5</sup>	1250,0±150,2	650,0±80,1 p <sub>1</sub> <0,05	731,4,0±50,6 p <sub>1</sub> <0,05	1317,4±68,1 p <sub>2,3</sub> <0,05
СИ, л/мин7м <sup>2</sup>	4,1±0,33	6,0±0,5 p <sub>1</sub> <0,05	5,8±0,5 p <sub>1</sub> <0,05	3,1±0,4 p <sub>2,3</sub> <0,05

*Примечание:* p<sub>1</sub> – достоверность по отношению к исходному уровню, p<sub>2</sub> – достоверность по отношению к этапу после разреза кожи, p<sub>3</sub> – достоверность по отношению к этапу после извлечения плода.

фетоплацентарной недостаточностью и хронической гипоксией плода. Уровень гликемии во время беременности был нестабильным – отмечалась тенденция к повышению его более 12,2 ммоль/л и развитию кетоацидоза.

**Анестезиологическое пособие.** После инфузионной поддержки в объеме 1000 мл критсаллоидов спинальная анестезия выполнялась в асептических условиях на уровне L<sub>11-111</sub> иглой "Portex" № 26-27G. Идентификация попадания иглы в субарахноидальное пространство осуществлялась по появлению спинномозговой жидкости. В качестве анестетика использовался «Маркаин спинал» в дозе 12,5-15,0 мг. Профилактика артериальной гипотензии осуществлялась поворотом тела пациентки влево на 15° и дробным введением эфедрина 50 мг. Клинико-лабораторные исследования проводились накануне операции, через 1-2 мин после разреза кожи, после извлечения плода и на 1-е сутки после операции через 1 час после внутримышечного введения промедола 20 мг.

Измерение артериального давления (АД), среднего артериального давления (САД), частоты сердечных сокращений (ЧСС) и пульсоксиметрия (SpO<sub>2</sub>) осуществлялись монитором "Puritan Bennet -4000" (США). Определение ударного объема (УО), сердечного индекса (СИ), общего периферического сосудистого сопротивления (ОПСС) осуществлялось методом тетраполярной реографии по Кубичеку в модификации Ю.Т. Пушкаря на аппарате РПГ 2-02 с регистрацией на самописце НЗ38-4П.

#### Результаты исследований и их обсуждение

В условиях спинальной анестезии маркаином у беременных женщин с компенсированным сахарным диабетом нами установлено достоверное снижение показателей АД, ОПСС и увеличение ЧСС, МОК и СИ после разреза кожи и извлечения плода по отношению к исходному уровню (табл. 1), что является естественным для данного вида обезболивания за счет

симпатической блокады и развивающихся в ответ компенсаторных реакций.

У беременных женщин с декомпенсированным сахарным диабетом изменения системной гемодинамики во время операции кесарева сечения были выражены в большей степени, чем у женщин с компенсированным сахарным диабетом несмотря на все проводимые профилактические мероприятия (инфузионная поддержка, поворот на левый бок, введение эфедрина). Так на этапе операции после разреза кожи и после извлечения плода резко снижалось АД, САД и ОПСС, нарастала тахикардия, и за счет ее увеличивался МОК по отношению к исходному уровню (табл. 2).

У беременных женщин с декомпенсированным сахарным диабетом выраженные изменения системной гемодинамики с развитием гиподинамического типа кровообращения свидетельствуют о срыве адаптивных реакций в условиях спинальной анестезии. Эти нарушения связаны с наличием сосудистых осложнений, изменением нейро-гуморальной регуляции сосудистого тонуса, относительной гиповолемией и отсутствием компенсации сахарного диабета.

Клинически течение спинальной анестезии у женщин с декомпенсированным сахарным диабетом сопровождалось неприятными субъективными ощущениями: дурнотой, тошнотой, бледностью кожного покрова, что было обусловлено выраженным снижением артериального давления, несмотря на все профилактические мероприятия.

Выявленные нарушения гомеостаза у женщин данной группы отрицательно сказывались на состоянии новорожденных – оценка по шкале Апгар не превышала 5-6 баллов и в 3 случаях потребовалось проведение продленной искусственной вентиляции легких.

#### Выводы

1. Спинальная анестезия маркаином обеспечивает стабильность основных показателей гомеостаза у беременных женщин с компенсированным сахарным

Таблица 2  
Показатели системной гемодинамики в условиях спинальной анестезии у беременных женщин с декомпенсированным сахарным диабетом (M±m)

Показатели	Этапы операции			
	До операции	Разрез кожи	Извлечение плода	1 сутки после операции
	1	2	3	4
АДс, мм рт.ст.	117,5±3,6	75,1±4,5 p <sub>1</sub> <0,05	88,5±2,1 p <sub>1</sub> <0,05	104,0±2,8 p <sub>1,2,3</sub> <0,05
АДд, мм рт.ст.	77,7±3,6	40,5±2,8 p <sub>1</sub> <0,05	58,0±3,2 p <sub>1</sub> <0,05	68,3±4,6 p <sub>2,3</sub> <0,05
САД, мм рт.ст.	90,2±3,5	51,7±3,1 p <sub>1</sub> <0,05	68,0±4,2 p <sub>1</sub> <0,05	80,5±3,3 p <sub>1,2,3</sub> <0,05
ЧСС, мин <sup>-1</sup>	90,6±5,0	125,6±4,8 p <sub>1</sub> <0,05	120,1±3,1 p <sub>1</sub> <0,05	78,1±2,2 p <sub>1,2,3</sub> <0,05
УО, мл	65,1±2,3	58,4±1,1	60,5±2,5	71,3±2,8
МОК, л	5,9±0,4	7,3±0,46 p <sub>1</sub> <0,05	7,3±0,7 p <sub>1</sub> <0,05	5,6±0,8 p <sub>2,3</sub> <0,05
ОПСС, дин/с·м <sup>5</sup>	1231,3±110,1	563,5±48,2 p <sub>1</sub> <0,05	749,8±51,6 p <sub>1</sub> <0,05	1156,2±54,2 p <sub>2,3</sub> <0,05
СИ, л/мин м <sup>2</sup>	3,9±0,56	4,8±0,4	4,84±0,3	3,7±0,7

*Примечание:* p<sub>1</sub> – достоверность по отношению к исходному уровню, p<sub>2</sub> – достоверность по отношению к этапу после разреза кожи, p<sub>3</sub> – достоверность по отношению к этапу после извлечения плода.

диабетом на травматичных этапах оперативного родоразрешения и является методом выбора удачной категории женщин.

2. В условиях спинальной анестезии маркаином у беременных женщин с декомпенсированным сахарным диабетом на этапах оперативного родоразрешения развивается гиподинамический тип кровообращения и сдвиг pH крови в сторону метаболического ацидоза, что отрицательно влияет на состояние новорожденных и у этой категории женщин наиболее оптимальным методом анестезии является общая анестезия диприваном.

#### Литература

1. Акушерство. Справочник Калифорнийского университета / Под ред. К. Нисвандера и А. Эванса. Пер. с англ. - М.: Практика, 1999. - 704 с.
2. Беркович А.Н. Субарахноидальная анестезия. - СПб. - 1997.
3. Коллинз Ч. Анестезия при кесаревом сечении // Update anaesthesia. - 1999. - № 4. - С. 15-20

4. Корячкин В.А., Страшнов В.И. Спинномозговая и эпидуральная анестезия. - СПб.: Изд-во ООО «Санкт-Петербургское медицинское издательство». - 2000. - 95 с.

5. Burns S.M., Cowan C.M. Spinal anaesthesia for caesarean section: current clinical practice // Hosp. Med. - 2000. - V. 61, N. 12. - P. 855-858.

6. Dresner M.R., Freeman J.M. Anaesthesia for caesarean section // Best Pract. Res. Clin. Obstet. Gynaecol. - 2001. - V. 15, N. 1. - P. 127-143.

7. Finster M., Pedersen H., Strobel A.F., Stein D.J., Silva M. Obstetric anesthesia // Minerva Anesthesiol. - 1992. - V. 58, N. 10. - P. 853-856.

**БЛАУМАН Сергей Иванович**, заведующий отделением анестезиологии Больницы скорой медицинской помощи № 1 г. Омска.

**ЛУКАЧ Валерий Николаевич**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой анестезиологии, реаниматологии и скорой медицинской помощи Омской государственной медицинской академии.

## Книжная полка

Василевская Л.Н.

Гинекология / Л.Н. Василевская. — Ростов н/Д: Феникс, 2002. — 576 с.: с ил.

В учебнике представлены основные сведения по анатомии и физиологии репродуктивной системы женщины.

Учебник соответствует программе, утвержденной Министерством здравоохранения РФ.

## ВЛИЯНИЕ ДИПРИВАНА НА ПОКАЗАТЕЛИ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА, КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО СОСТОЯНИЯ И УРОВЕНЬ СТРЕСС-ГОРМОНОВ У БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

В статье на большом клиническом материале показана эффективность использования для общей анестезии диприваном при операции кесарева сечения у женщин, страдающих некомпенсированным сахарным диабетом второго типа.

Несмотря на широкое распространение методов регионарной анестезии (спинальной и эпидуральной) для обезболивания операции кесарева сечения, общая анестезия сохраняет свои позиции [3,4]. Среди препаратов для общей анестезии особое место занимает пропофол (диприван), обладающий рядом уникальных свойств: быстрое наступление сна (30-40 с); самый быстрый клиренс и время полувыведения (30-60 мин); ультракороткое действие (3-5 мин); отсутствие кумуляции; возможность многократного введения повторных доз без риска посленаркозной депрессии ЦНС и самая легкая управляемость [5-7]. Несмотря на то, что пропофол применяется в акушерстве более 15 лет и показана его безопасность в отношении матери, плода и новорожденного [4, 10-13], до сих пор отсутствуют четкие рекомендации по его использованию при операции кесарева сечения, особенно у беременных группы риска. К этой категории относят женщин с сахарным диабетом, частота которого достигает 11%. Из этого количества 80% приходится на гестационный сахарный диабет и 20% — на диабет, развившийся до беременности. Сочетание беременности и сахарного диабета приводит к прогрессированию осложнений с той и другой стороны, а также отрицательно сказывается на состоянии новорожденных, поскольку оптимальным сроком для родоразрешения является 37-38 недель [1, 2, 8, 9]. Эти факторы определяют высокую частоту оперативного родоразрешения — до 90%, и в этих условиях качество анестезиологического пособия имеет большое значение для перинатального результата. Все вышеизложенное определило цель настоящего исследования: изучить влияние пропофола (дипривана) на показатели углеводного обмена, кислотно-основного состояния (КОС) и уровень стресс-гормонов в сыворотке крови у беременных женщин с сахарным диабетом в динамике операции кесарева сечения.

### Материал и методы исследования

Исследования проведены у 56 беременных женщин, средний возраст которых составил  $26,5 \pm 4,7$  лет. Нами выделены 2 подгруппы: беременные женщины с компенсированной и декомпенсированной формой

сахарного диабета. Первую подгруппу ( $n = 34$ ) составили женщины, которые страдали сахарным диабетом 1-го или 2-го типа не более 1-2 лет, или гестационным сахарным диабетом без различных сосудистых и неврологических осложнений. Гликемия корригировалась во время беременности либо диетой, либо инсулинами пролонгированного действия, и ее значения не превышали  $12,2$  ммоль/л. Беременность заканчивалась оперативным родоразрешением в сроке 36-37 недель.

Вторую подгруппу составили женщины с декомпенсированным сахарным диабетом ( $n = 22$ ) с продолжительностью заболевания диабетом от 1 до 20 лет и различными осложнениями (диабетическая ретинопатия, нефроангиопатия, полинейропатия). Течение беременности в 100% случаев осложнялось сочетанным гестозом, фетоплацентарной недостаточностью и хронической гипоксией плода. Уровень гликемии во время беременности был нестабильным — отмечалась тенденция к повышению ее более  $12,2$  ммоль/л и развитие кетоацидоза, что требовало, помимо использования инсулинов пролонгированного действия, применять простой инсулин внутривенно капельно в дозе  $0,1$  ЕД/кг • ч.

Во всех группах премедикация была выполнена на операционном столе за 5 мин до начала операции (атропин  $0,3$  мг, димедрол  $10$  мг) кесарева сечения. Вводный наркоз: диприван в дозе  $2,5-3,0$  мг/кг массы тела. Интубация трахеи в условиях миоплегии лицевых мышц в дозе  $2$  мг/кг. Интервал «вводный наркоз-извлечение плода» составил в среднем  $8,3 \pm 2,5$  мин. Продолжительность операции кесарева сечения была не более  $45,6 \pm 10,2$  мин. Кровопотеря во время операции не превышала  $600$  мл, замещение ее во всех группах осуществлялось глюкозо-электролитными растворами. Из утеротонических средств использовалось  $5$  ЕД окситоцина внутривенно капельно. Поддержание анестезии после извлечения плода осуществлялось диприваном  $2-3$  мг/кг в сочетании с фентанилом  $0,3$  мг/кг. Миорелаксация на этом этапе обеспечивалась ардуаном  $0,03$  мг/кг. Исследования проводились перед операцией, после разреза кожи, после извлечения плода и в 1 сутки после операции.

Лабораторное исследование включало определение показателей кислотно-основного состояния и газов в капиллярной крови проводилось на аппарате «ABL-500», (Дания). Регистрировались pH,  $pCO_2$ ,  $pO_2$ , BE,  $StO_2$ . Содержание глюкозы в сыворотке крови определяли глюкозооксидазным методом набором реактивов фирмы "Human" (ФРГ), анализатором биохимическим "Humalazer"-2000. Определение глюкагона, адренкортикотропного гормона гипофиза (АКТГ) и кортизола осуществлялось радиоиммунным методом при помощи наборов «Oris» (Франция) и «Se-gopo» (Германия).

### Результаты исследований и их обсуждение

Как показали проведенные исследования, у беременных женщин с компенсированным сахарным диабетом изменения параметров КОС и газов крови на этапах операции кесарева сечения можно связать с переводом на искусственную вентиляцию легких (ИВЛ): увеличивалось  $pO_2$  и уменьшалось  $pCO_2$  по отношению к исходному уровню (табл. 1). Другие показатели КОС достоверно не изменялись как на этапах операции кесарева сечения, так и в первые сутки после операции.

Таблица 1  
Показатели КОС и газов крови в условиях общей анестезии у беременных женщин с компенсированным сахарным диабетом (М±m)

Показатели	Этапы операции			
	До операции	Разрез кожи	Извлечение плода	1 сутки после операции
	1	2	3	4
pH	7,39±0,02	7,38±0,01	7,40±0,05	7,41±0,02
$pCO_2$ , мм рт. ст.	40,2±4,2	30,8±3,1	28,0±2,2 $p_1 < 0,05$	36,4±1,4 $p_3 < 0,05$
$pO_2$ , мм рт. ст.	95,2±4,1	110,4±5,6 $p_1 < 0,05$	105,8±4,2	96,4±8,2
BE, моль/л	-1,5±2,0	-2,0±2,0	-3,1±1,6	-1,2±1,5
$StO_2$ , %	98,2±0,8	99,4±0,3	99,5±0,2	99,8±0,3

**Примечание:**  $p_1$  – достоверность по отношению к исходному уровню,  $p_2$  – достоверность по отношению к этапу после разреза кожи,  $p_3$  – достоверность по отношению к этапу после извлечения плода.

У этой группы женщин в условиях общей анестезии уровень гликемии достоверно не изменялся на этапах исследования (табл. 2). Уровень АКТГ достоверно снижался в первые сутки после операции по отношению к исходному и интраоперационному этапу. Содержание кортизола и глюкагона в сыворотке крови достоверно увеличивались на этапах операции кесарева сечения по отношению к исходному уровню и также достоверно снижались в первые сутки после операции. Нами установлена прямая корреляционная связь уровня кортизола и гликемии ( $r = 0,98$ ,  $p = 0,016$ ) на этапах операции кесарева сечения, что свидетельствует о тесной взаимосвязи адекватности анестезии и компенсации сахарного диабета во время операции. Изменения уровня гликемии, КОС, уровня АКТГ, кортизола и глюкагона в первые сутки после операции связаны с двумя причинами: устранением такого диабетогенного фактора, как беременность, и адекватным обезболиванием и стабильным состоянием пациентки в ближайшем послеоперационном периоде.

Таблица 2  
Показатели уровня глюкозы и гормонов в условиях общей анестезии у беременных женщин с компенсированным сахарным диабетом (М±m)

Показатели	Этапы операции			
	До операции	Разрез кожи	Извлечение плода	1 сутки после операции
	1	2	3	4
Глюкоза, ммоль/л	6,7±1,1	7,1±1,2	8,1±3,4	4,5±1,1
АКТГ, пмоль/л	9,5±2,5	15,1±3,2	16,2±1,5	8,2±1,1 $p_{2,3} < 0,05$
Кортизол, нмоль/л	736,0±56,2	928,0±60,1 $p_1 < 0,05$	1010,0±80,5 $p_1 < 0,05$	321,0±20,2 $p_{1,2,3} < 0,05$
Глюкагон, пмоль/л	105,1±12,8	201,0±21,1 $p_1 < 0,05$	234,0±25,1 $p_1 < 0,05$	88,1±10,1 $p_{1,2,3} < 0,05$

**Примечание:**  $p_1$  – достоверность по отношению к исходному уровню,  $p_2$  – достоверность по отношению к этапу после разреза кожи,  $p_3$  – достоверность по отношению к этапу после извлечения плода.

У беременных женщин с декомпенсированным сахарным диабетом также показатели КОС и газов крови на этапах операции достоверно не изменялись, за исключением  $pO_2$  и  $pCO_2$ , что было связано с проведением ИВЛ (табл. 3). Уровень глюкозы в крови на этапах операции достоверно не изменялся, а в первые сутки после операции был достоверно ниже исходного и интраоперационного уровня (табл. 4), что связано с прерыванием беременности.

Уровень АКТГ, кортизола и глюкагона значительно повышался на этапах операции по отношению к исходному уровню и также достоверно снижался в первые сутки после операции (табл. 4).

При проведении корреляционного анализа на этапах операции у женщин с декомпенсированным сахарным диабетом нами установлена прямая корреляционная зависимость между гликемией и АКТГ ( $r = 0,95$ ,  $p = 0,04$ ), гликемией и кортизолом ( $r = 0,98$ ,  $p = 0,014$ ), гликемией и глюкагоном ( $r = 0,96$ ,  $p = 0,035$ ).

Как показали проведенные исследования диприван, являясь только гипнотиком, не предупреждает повышения содержания в крови стресс-гормонов – АКТГ, кортизола и глюкагона на наиболее травматичных этапах операции: после разреза кожи и после извлечения плода как у женщин с компенсированным,

Таблица 3  
Показатели КОС и газов крови в условиях общей анестезии у беременных женщин с декомпенсированным сахарным диабетом (М±m)

Показатели	Этапы операции			
	До операции	Разрез кожи	Извлечение плода	1 сутки после операции
	1	2	3	4
pH	7,35±0,08	7,34±0,05	7,35±0,04	7,32±0,03
$pCO_2$ , мм рт. ст.	35,5±2,2	30,5±1,2	28,1±1,5 $p_1 < 0,05$	36,1±2,8 $p_3 < 0,05$
$pO_2$ , мм рт. ст.	90,5±5,3	110,8±4,1 $p_1 < 0,05$	115,3±1,8 $p_1 < 0,05$	95,7±2,4 $p_{2,3} < 0,05$
BE, моль/л	-5,0±2,2	-6,0±2,2	-5,5±2,8	-3,0±2,1
$StO_2$ , %	97,8±1,1	99,8±0,4	99,8±0,5	96,3±0,5

**Примечание:**  $p_1$  – достоверность по отношению к исходному уровню,  $p_2$  – достоверность по отношению к этапу после разреза кожи,  $p_3$  – достоверность по отношению к этапу после извлечения плода.

**Таблица 4**  
**Содержание глюкозы и гормонов в сыворотке крови**  
**в условиях общей анестезии**  
**у беременных женщин**  
**с декомпенсированным сахарным диабетом (М±m)**

Показатели	Этапы операции			
	До операции	Разрез кожи	Извлечение плода	1 сутки после операции
	1	2	3	4
Глюкоза, ммоль/л	9,5±2,1	12,1±3,2	14,2±4,5	5,5±1,4 p <sub>3</sub> <0,05
АКТГ, пмоль/л	12,3±2,2	30,5±3,1 p <sub>1</sub> <0,05	35,2±2,2 p <sub>1</sub> <0,05	6,1±1,2 p <sub>1,2,3</sub> <0,05
Кортизол, нмоль/л	845±48,6	1230,0±70,1 p <sub>1</sub> <0,05	1520,0±80,2 p <sub>1</sub> <0,05	551,5±45,6 p <sub>1,2,3</sub> <0,05
Глюкагон, пмоль/л	185,4±9,6	250,2±11,8 p <sub>1</sub> <0,05	246,2±10,1 p <sub>1</sub> <0,05	88,1±9,4 p <sub>1,2,3</sub> <0,05

*Примечание:* p<sub>1</sub> – достоверность по отношению к исходному уровню, p<sub>2</sub> – достоверность по отношению к этапу после разреза кожи, p<sub>3</sub> – достоверность по отношению к этапу после извлечения плода.

так и декомпенсированным сахарным диабетом. Этот рост контринсулярных гормонов, тем не менее в условиях анестезии диприваном не приводит к развитию метаболического ацидоза, что свидетельствует о стабильности сахарного диабета во время оперативного родоразрешения. Нами не отмечено депрессивного влияния дипривана на состояние новорожденных — оценка по шкале Апгар была не ниже 7-8 баллов во всех группах женщин.

#### Выводы

1. Пропофол (диприван) не предупреждает подъема уровня АКТГ, кортизола и глюкагона у беременных женщин с компенсированным и декомпенсированным сахарным диабетом на этапах операции кесарева сечения, но это не сопровождается ростом гликемии и развитием метаболического ацидоза.

2. Применение пропофола (дипривана) для вводного наркоза в дозе 2,5-3,0 мг/кг не приводит к депрессии дыхания и функции ЦНС у новорожденных от матерей с сахарным диабетом.

3. Пропофол (диприван) является оптимальным внутривенным анестетиком при операции кесарева сечения у беременных женщин группы риска.

#### Литература

1. Акушерство. Справочник Калифорнийского университета / Под ред. К. Нисвандера и А. Эванса.

Пер. с англ. - М.: Практика, 1999. - 704 с.

2. Балаболкин М.И., Клебанова Е.М., Креминская В.М. Новая классификация, критерии диагностики и компенсации сахарного диабета // *Consilium medicum*. - 2000. - № 5 - С. 20-26.

3. Коллинз Ч. Анестезия при кесаревом сечении / *Update anaesthesia*. - 1999. - № 4. - С. 15-20.

4. Коробейников Н.А. Оптимизация анестезиологического пособия при операции кесарева сечения у женщин с поздним гестозом // Автореф. дисс. канд. мед. наук. - Екатеринбург, 1999. - 23 с.

5. Мизиков В.М. Диприван (пропофол): фармакокинетика, фармакодинамика, применение // *Вестник интенсивной терапии*. "Диприван" (приложение к журналу). М., 1995. - С. 4-5.

6. Морган Дж.Э., Мэвид С.М. Клиническая анестезиология: книга 1-я / Пер. с англ. - М.-СПб.: Издательство БИНОМ-Невский Диалект, 1998. - 431 с.

7. Руководство по анестезиологии. В 2 томах. Пер. с англ. / Под ред. А.Р. Эйтхенкеда, Г. Смита. - М.: Медицина, 1999.

8. Avery M.D. Diabetes in pregnancy: the midwifery role in management // *J. Midwifery Womens Health*. - 2000. - V. 45, N. 6. - P. 472-480.

9. Bloomgarden Z.T. American Diabetes Association 60th Scientific Sessions, 2000: diabetes and pregnancy // *Diabetes Care*. - 2000. - V. 23, N. 11. - P. 1699-1702.

10. Dailland P. Utilisation du Diprivan en obstetrique // *Ann. Fr. Anesth. Reanim.* - 1994. V. 13, N. 4. - H. 630-632.

11. Djordjevic B., Stojiljkovic M.P., Mostic T., Vojvodic Lj, Loncar-Stojiljkovic D. Propofol and thiopentone in elective cesarean section: effect on the mother and neonate // *Vojnosanit Pregl.* - 1998. - V. 55< N. 6. - H. 601-604.

12. Furuya A., Matsukawa T., Ozaki M., Kumazawa T. Propofol anesthesia for cesarean section successfully managed in a patient with moyamoya disease // *J. Clin. Anesth.* - 1998. - V. 10, N. 3. - P. 242-245.

13. Gin T. Propofol during pregnancy // *Acta Anaesthesiol. Sin.* - 1994. - V. 32, N. 2. - P. 127-132.

**БЛАУМАН Сергей Иванович**, заведующий отделением анестезиологии Больницы скорой медицинской помощи № 1 г. Омска.

**ДОЛГИХ Владимир Терентьевич**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой патофизиологии с курсом клинической патофизиологии Омской государственной медицинской академии.

## Книжная полка

Хиггинс Р.

Методы анализа клинических случаев: Руководство для начинающих психотерапевтов: Пер. с англ. / Р.Хиггинс; Пер. А.М. Боковой, А. Колегова. — М.: Когито-Центр, 2003. — 168 с.: с ил.

В руководстве в системном виде представлены основные аспекты и методы анализа клинических случаев в процессе психотерапевтической работы. Каждая глава включает список вопросов, которые необходимо держать в уме при разработке таких тем, как причина обращения к терапевту, болезненные проявления, жалобы пациента, его семейные условия жизни, диагноз, план лечения и результат.

## ВЛИЯНИЕ ГИПОКИНЕЗИИ И НЕКОТОРЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЭМБРИОГЕНЕЗ

В статье идет речь об изучении влияния гипокинезии на ранние сроки развития зародыша в эксперименте и о возможности воздействия на течение беременности и развитие человеческого плода некоторых климатических факторов.

Устав ВОЗ определяет здоровье человека как "состояние полного физического, душевного и социального благополучия" [1]. Стратегия достижения такой гармонии организма многогранна и многопланова. Она далеко выходит за рамки проблем медицинской науки.

В обыденном представлении сохранение физического здоровья и продление активного долголетия обычно сводятся к многочисленным рекомендациям соблюдения "идеального" образа жизни: рациональному режиму труда и отдыха, своевременному и полноценному питанию, занятиям физической культурой и закаливанию, отказом от вредных привычек и т.п. Вместе с тем общеизвестно, что за здоровье человека надо бороться не с момента рождения ребенка, а с периода оплодотворения половых клеток (с генетических позиций - даже раньше). Научная сущность этого постулированного положения зачастую понятна лишь специалистам узкого круга и мало известна широким слоям населения, особенно молодежи. В конечном итоге, речь должна идти об охране сексуального и репродуктивного здоровья человека, хотя половое воспитание у нас по-прежнему остается "деликатным" вопросом.

Прогнозировать здоровье будущего ребенка весьма затруднительно, но предупредить пагубное влияние некоторых внешних и внутренних факторов на развивающийся плод и их последствия возможно. Этому могут способствовать результаты экспериментальной эмбриологии по созданию соответствующих биологических моделей.

Среди различных экологических факторов, которые привнес научно-технический прогресс XX века, является снижение двигательной активности человека - гипокинезия и мышечные усилия - гиподинамия. Отрицательное влияние их проявляется во все периоды онтогенеза [2,3], в том числе и эмбриогенеза. Однако специальных исследований по развитию зародышей в условиях гипокинезии, как правило, не проводилось.

В аспектах экологических проблем, возникших перед человечеством за последние десятилетия, в медицинской науке появилась новая отрасль - медицинская климатология [4]. Она призвана изучать влияние различных климатических факторов на организм человека: атмосферного давления и содержания кислорода, температуры и влажности воздуха, ско-

рости и направления ветра, интенсивности солнечной радиации и др. Обычно в ряду комплексных проблем медицинской климатологии стоит основной вопрос о влиянии природных факторов на возникновение и географию болезней. В меньшей степени обращается внимание на возможные последствия этих факторов на развивающийся плод, что во многом может определять здоровье человека.

Целью наших исследований явилось, во-первых, изучения влияния гипокинезии на ранние сроки развития зародыша в эксперименте, во-вторых, выяснение возможных воздействий на течение беременности и развитие человеческого плода некоторых климато-географических факторов.

### Материал и методы исследования

Эксперимент проведен на 50 белых крысах линии Вистар с четко датированной беременностью в условиях сниженной двигательной активности. Контрольные животные с теми же сроками беременности содержались в обычных лабораторных условиях. Эксперимент проводился в наиболее благоприятный летний период года. Объектами для морфологического исследования были тканевые элементы слизистой оболочки влагалища и плодоставительницы крыс. Вагинальные мазки после фиксации в этиловом спирте окрашивались по методу Майера, а гистологические срезы матки - гематоксилин-эозином, по Ван Гизон, Маллори, импрегнировались азотнокислым серебром по Карупу.

С целью выявления влияния климато-экологических факторов обследовались беременные женщины в условиях Крайнего Севера (г. Магадан - 242 случая) и в регионе Западной Сибири (г. Омск - 173 случая). При анализе индивидуальных карт беременных за 1999-2002 гг. учитывались возраст женщины, длительность проживания в данном регионе, первоначальные ростовые показатели, посезонная динамика прироста массы тела, общий и акушерский анамнезы, результаты трехразового УЗИ плаценты, а также ростовые данные и состояние новорожденных.

### Результаты исследования

По данным экспериментального исследования нами было установлено, что в условиях даже так называемой "мягкой" гипокинезии животных в 47% случа-

ев наступает преждевременное прерывание беременности. Как известно, в обычных лабораторных режимах спонтанные аборт у крыс наблюдаются в 12-15% случаев [5]. В контрольной группе нашего опыта таких случаев вообще не было. Отмеченный факт ранней гибели почти половины зародышей при снижении двигательной активности животных потребовал более детальных морфологических исследований плод-вместилища и зачатков эмбриона.

Во всех случаях прерывания беременности отмечалось преждевременное сморщивание функционального слоя слизистой оболочки матки за счет интенсивного развития аргирофильных и коллагеновых волокон. Соединительнотканые клетки компактного слоя эндометрия не имели тенденции к децидуальной трансформации. В строме слизистой определялись клубки спиральных артерий, а также округлой формы железы с крупными клетками, имеющими "пенистую" цитоплазму - так называемые "светлые железы" Овербека. В стенке и просвете желез встречались клетки с полиморфными, интенсивно окрашенными ядрами (феномен Ариас-Стеллы). Все указанные изменения и специфические образования слизистой оболочки матки (клубки спиральных артерий, "светлые железы" Овербека, феномен Ариас-Стеллы) являются явными признаками обратного развития эндометрия в ответ на преждевременное прекращение беременности. Свидетельством тому могут служить и изменения функциональной активности яичников с явными признаками гиперэстрогении.

При изучении серийных срезов матки экспериментальных животных обнаружены различные структуры, соответствующие зачаткам зародышей. В одних случаях это были зародыши от 120 до 2000 мкм, имплантированные на разную глубину в слизистую оболочку плод-вместилища, в других - бластоцисты, состоящие из группы мелких клеток эмбриобласта и трофобласта с лизированными ядрами. Иногда зародыш представлял собой аморфное скопление клеток без каких-либо признаков органной или тканевой дифференциации. Эмбриобласты, как правило, имели резко пикнотические ядра или с явлениями карлиозиса (безъядерные клетки). В некоторых случаях среди таких элементов выявлялись мелкие клетки с гиперхромными ядрами и узким ободком цитоплазмы, которые рассматриваются нами как остатки дегенерирующих закладок органов и тканей. Здесь же находились скопления лимфоидных элементов и большое количество эритроцитов. Некротизированная децидуальная ткань очагами окружала бесформенный зародыш, а зачастую обнаруживалась непосредственно в полости матки. Таким образом, все морфологические данные свидетельствуют о необратимых процессах и гибели зародыша, причем в большинстве случаев это происходило до или в период имплантации плодного яйца.

Экстраполируя экспериментальные данные о организм человека, следует отметить, что особая чувствительность к разного рода внешним воздействиям приходится на так называемые критические периоды развития зародыша. Первым таким периодом является имплантация зародышевого пузырька в слизистую оболочку матки, что происходит на 5-6 сутки развития человеческого зародыша. Именно от места и скорости погружения зародыша, качества гормонально подготовленной слизистой и плацентации во многом зависят питание и развитие плода и, в конечном итоге, статус новорожденного и здоровье ребенка.

В аспекте рассматриваемых антропогенных проблем заслуживают внимания некоторые климатичес-

кие факторы, влияющие на организм человека вообще и на динамику его онтогенеза, в частности. Речь идет о выявлении критериев региональной нормы здоровья в рамках интегративной антропологии [6] и экологической физиологии [4].

Сравнительный анализ течения беременности у коренных жителей г. Магадана и г. Омска показал, прежде всего, различную динамику прибавки массы тела беременных, связанную с сезонностью. По классическим нормативам акушерской практики, увеличение массы тела в зависимости от срока беременности и индивидуально колеблется от 250 до 400 г в неделю (Бодяжина В.И., 1983). В случаях превышения этих показателей обычно ставится вопрос о профилактике и исключении позднего токсикоза беременности.

По нашим наблюдениям, в условиях Крайнего Севера по абсолютным показателям пик превышения прибавки массы тела за одну неделю беременности приходится на зимние месяцы - у 81,3% обследованных, тогда как в летний период оно встречается в 27,1% случаев. В регионе г. Омска превышение прибавки в весе беременных не имело столь выраженной сезонности и во все сроки колебалось от 44,1 до 57,1%. Напротив, подтвержденных случаев гестоза у жительниц г. Магадана составляло всего 8,6-9,2%, а по акушерскому участку г. Омска - 33,6%.

Другой особенностью течения беременности в условиях Крайнего Севера, отмеченной нами, является так называемое преждевременное "старение" плаценты. Оно проявляется в сравнительно раннем появлении в ней единичных или множественных кист, отдельных кальцинатов, уменьшении линейных и объемных параметров плаценты. На фоне этих морфологических изменений развивается фетоплацентарная недостаточность, снижается маточно-плацентарный кровоток с явлениями гипоксии плода и, соответственно, гипотрофии новорожденных. В этом отношении наши наблюдения в определенной степени сочетаются с результатами экспериментальных исследований: у животных, родившихся в условиях гипоккинезии, во все периоды постнатального онтогенеза масса тела на 20-25% была меньше по сравнению с контрольными, а у отдельных особей зрелого и старческого возраста она уменьшалась на 50%. Все это, естественно, сказывается на структуре и функции различных систем организма. В наших прежних работах показаны значительные изменения костной и мышечной систем, почек, печени, легких, кишечника, надпочечников, щитовидной и половых желез в ответ на снижение двигательной активности животных [7].

#### Обсуждение результатов и заключение

Результаты экспериментального исследования достоверно показывают, что гипоккинезия является одним из факторов, отрицательно сказывающимся на репродуктивную функцию организма. В условиях даже «мягкой» гипоккинезии почти у половины животных наступает преждевременное прерывание беременности, причем гибель зародышей происходит в доимплантационный период либо в условиях частичной имплантации в слизистую оболочку матки. Механизмы таких нарушений, нужно полагать, лежат на уровне нейро-гуморальной регуляции половых органов и нарушений гормонального статуса организма в ответ на снижение двигательной активности и сомато-висцеральных рефлексов.

Применительно к человеческому организму особая чувствительность к неблагоприятным воздействиям

внешней и внутренней среды приходится на период имплантации зародыша — 5-6 суток (первый критический период, по Светлову П.Г.). Человеческий зародыш даже в стадии бластоциста не имеет достаточно автономного питания и энергоснабжения. Поэтому всякая задержка процесса имплантации и последующей плацентации (второй критический период) может вести к так называемым «самопроизвольным» абортam и выкидышам. Профилактика такого рода нарушений — залог успешного развития беременности и нормального формирования плода.

Факт повышенной прибавки массы тела у беременных в условиях Крайнего Севера в зимний период следует расценивать как отражение общего энергообмена у коренных жителей его по сравнению с мигрантами. Как правило, основной обмен у аборигенов этого географического региона повышен на 13-16% [4]. Высокий уровень липидов в пище, повышенное содержание их в сыворотке крови при относительно высокой утилизации являются одним из условий, обеспечивающих усиление энергетического обмена в низкотемпературных режимах, повышенной влажности, недостатка кислорода. Все это проявление специфической адаптации организма, выработки морфофункциональных признаков и устойчивых механизмов, адекватных суровым условиям обитания. В этом отношении не составляют исключение беременные женщины — коренные жители Крайнего Севера. Что касается сравнительно редких случаев развития позднего токсикоза при повышенной массе тела беременных данного региона, то это обстоятельство ставит перед необходимостью пересмотра общепринятых «стандартов» научного и практического акушерства и внесения в них определенных региональных корректив.

## Литература

1. Здоровье молодежи - забота общества // Доклад исследовательской группы ВОЗ по проблемам молодежи в свете стратегии достижения здоровья для всех к 2000г. - ВОЗ, Женева, 1987. - 128с.
2. Коваленко А.Е., Гуровский Н.Н. Гипокинезия // М.: Медицина, 1980. - 319с.
3. Щедрина А.Г. Онтогенез и теория здоровья: Методологические аспекты. - Новосибирск: Наука, 1989. - 135с.
4. Агаджанян Н.А., Марачев А.Г., Бобков Г.А. Экологическая физиология человека. - М.: Издательство фирмы "КРУК", 1998. - 416с.
5. Ковалевский К.А. Лабораторное животноводство. — М.: Медгиз, 1956. — 96с.
6. Никитюк Б.А. Принципы современной антропологии // Актуальные вопросы медицинской и клинической антропологии. - 1991. - Вып.3. - С.51-55.
7. Амвросьев А.П., Рыхликова Г.Г., Аксенова Н.П. Влияние экспериментальной гипокинезии на развитие зародыша в ранние периоды эмбриогенеза белых крыс // Изв. АН БССР, 1983. - №4. - С.53-58.

**ШИРОЧЕНКО Николай Дмитриевич**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии человека.

**РЫХЛИКОВА Галина Герасимовна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры анатомии.

**АКСЕНОВА Наталья Петровна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры анатомии.

**БОНДАРЬ Наталья Николаевна**, врач акушер-гинеколог, род. дом № 1, г. Омск — госпиталь УВД Магаданской области, г. Магадан.

## Книжная полка

Попечителей Е.П.

Электрофизиологическая и фотометрическая медицинская техника: Учеб. пособие / Е.П. Попечителей, Н.А. Корневский; Под ред. Е.П. Попечителей. — М.: Высш.шк., 2002. — 470 с.: с ил.

Рассмотрены вопросы теории и проектирования двух классов медицинской электронной техники, относящихся к средствам физиологических исследований — технические средства для электрофизиологических и метрических исследований. Главным достоинством книги является подход к проектированию с позиций системного подхода, позволяющего с единых позиций анализировать весь процесс проектирования и использования медицинской техники в эксперименте. Для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Диагностическая и терапевтическая медицинская техника" и "Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы". Может быть полезно для специалистов, работающих в области создания новых образцов медицинской техники и организации медико-биологических исследований, для практических инженеров и специалистов, занятых производством, эксплуатацией и сервисным обслуживанием биотехнических комплексов и систем.

Рекомендовано УМО.

Зозуля Т.В.

Основы социальной и клинической психиатрии Учеб. пособие / Т.В. Зозуля. — М.: ИЦ "Академия" 2001. — 224 с.: с ил.

В пособии освещены теоретические вопросы социальной психиатрии, приведено описание клинических проявлений психических устройств. Предложены практические рекомендации по организации социальной работы с психически больным.

Рекомендовано УМО вузов РФ по образованию в области социальной работы.

# ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 658.012:332.1

**В. П. РЫЛОВ  
Н. С. ПАХАЛКОВА**Омский государственный  
технический университет

## РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОМСКОГО РЕГИОНА НА ОСНОВЕ РЕКЛАМНОГО МЕНЕДЖМЕНТА

Рассматриваются резервы повышения эффективности региональной экономики Омской области в сфере развития иностранного туризма и гостиничного бизнеса, увеличения экспорта сельскохозяйственной продукции в страны ближнего и дальнего зарубежья. В качестве основного механизма задействования этих резервов предлагается использовать методы рекламного менеджмента, что позволит повысить конкурентоспособность Омского региона, создать дополнительные рабочие места и повысить благосостояние омичей.

Усиление регулирования экономики со стороны структур исполнительной власти сейчас уже признано необходимым и никем не оспаривается. Омская областная администрация показывает реальные примеры эффективного воздействия на региональную экономику (программы СибВПКНефтегаз, Омский автобус, самолет АН-70 и т. д.). Широкую известность получила в РФ и за рубежом проводимая в г. Омске выставка вооружений. Все это характеризует действие региональной администрации подъему государственного сектора экономики, а именно предприятий ВПК. Авторы хотят обратить внимание на воз-

можности регионального менеджмента в развитии относительно незанятых ниш рыночной экономики, связанных с туристическим бизнесом и экспортом сельскохозяйственной продукции. Приведем несколько справок.

• Потерритории Омская область (140 тыс. кв. км) эквивалентна трем Швейцариям (41,3 тыс. кв. км); по населению в три раза меньше, при этом в Швейцарии в гостиничном деле занято 4,5% экономически активного населения, а за счет доходов от иностранного туризма (свыше 17 млн. человек в год, т. е. почти в 3 раза больше числа жителей), покрывается часть пассива торгового баланса.



Рис.1. Структура планирования рекламы и принятия решения по развитию туристического бизнеса.

■ В начале 20 века в европейских странах пользовались большой популярностью дары природы из Омской области (грибы, мед) и продукты крестьянских подворий (сливочное масло из Омского Прииртышья считалось деликатесным и одним из лучших по сравнению с марками других регионов).

Как известно, туристический, гостиничный бизнес, производство сельскохозяйственной продукции в основной массе является сферой частно-предпринимательской экономики, но для их интенсивного развития, выхода на более высокий международный уровень требуется активное участие областной администрации в виде разработки целевых программ, таких как «Иностранному туризму на территории Омской области»; «Производство сельхозпродукции на экспорт». При этом первоочередным мероприятием в таких целевых программах должен быть рекламный менеджмент. Частный бизнес не потянет «раскрутку» таких программ, которые придадут значительный импульс развития региональной экономике, позволят повысить валовой региональный продукт, поднимут имидж и привлекательность территории Омской области. Это будет способствовать повышению конкурентоспособности региона, даст дополнительные рабочие места, позволит развиваться обслуживающим отраслям (дорожному строительству; строительству гостиниц, летних кемпингов, общественному питанию; сфере сервисных услуг, отдыха, развлечений и др.).

Какие доводы подтверждают положительный эффект от вложения бюджетных финансов и средств частного бизнеса в сферу развития иностранного туризма? Прежде всего, на наш взгляд, это следующие факторы: 1) долгая закрытость территории для иностранных туристов, а «любопытство – один из самых сильных человеческих стимулов» (Клод Хопкинс, Наука рекламы, 1926); 2) высокая плотность населения в развитых странах вызывает естественное человеческое желание побыть в более свободных условиях, испытать чувство индивидуального или в небольшом сообществе общения с природой; 3) высокий уровень

доходов жителей развитых стран позволяет им активно участвовать в международном туризме, однако до нашего времени Россия, и в частности Сибирь, была мало привлекательна из-за низкой культуры туристического сервиса и отсутствия соответствующей рекламы.

Согласно структуре планирования рекламы и принятия решений необходимо выполнить на стадии разработки целевых программ следующие виды работ (рис.1) [1, с.46].

Ситуационный анализ можно провести, базирываясь на данных о туризме в целом, как одной из высокодоходных отраслей бизнеса, в частности на рассуждениях с позиции здравого смысла. Потенциальными потребителями туристических услуг, на первых порах среднего качества, могут быть прежде всего желающие познакомиться с природой, с людьми периферийного региона России, просто отдохнуть на природе, используя активные виды отдыха (рыбалка, сбор лесных даров), также бизнесмены, которые захотят совместить отдых с поиском полезных контактов для последующей организации сделок, пенсионеры, как люди, имеющие достаток средств и свободного времени для познавательного отдыха, наконец, молодежь, имеющая тягу к познанию окружающего мира и к общению. Российские туристические фирмы, в том числе омские, в основном пока занимаются организацией поездок омичей за рубеж.

О том, что иностранцы имеют желание познакомиться с нашей страной, свидетельствует информация из журнала «Гостеприимство»: в 2000 году Санкт-Петербург посетили около трех млн. гостей из-за рубежа, в три раза больше, чем россияне. В целом за последние два года (2000-2001 гг.) количество иностранных туристов, побывавших в нашей стране, возросло в 1,5 раза. Одной из проблем для еще большего развития иностранного туризма в РФ является недостаточность гостиниц [2, с. 14-17]. Реальным решением этой проблемы служит использование маленьких отелей, в качестве которых на окраине Санкт-Петербурга предлагаются коттеджи, а также квартиры горожан [3, с. 18-23].

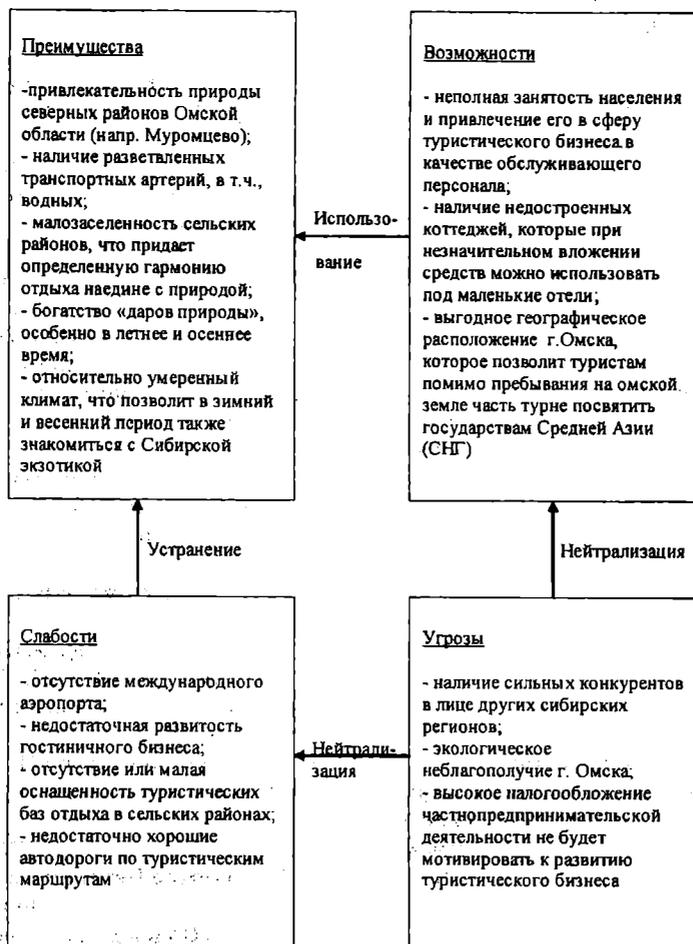


Рис.2. Схема результатов SWOT-анализа развития туристического бизнеса в Омской области .

Рынок туристического бизнеса Омского региона можно охарактеризовать на основе SWOT-анализа (рис.2). Результаты SWOT-анализа наглядно показывают, что преимуществ и возможностей для развития иностранного туризма в Омской области значительно больше, чем слабостей и угроз. Привлечение гостей из-за рубежа будет стимулировать ускорение нейтрализации слабостей, а это приведет к дополнительному развитию целого ряда отраслей материального производства и сферы услуг. Угрозы в лице конкурентов можно будет попытаться уменьшить грамотной рекламой достопримечательных мест Омской области (например, Ачаирский монастырь, целебная вода озер Данилово, Линево и Урманное, которые образованы обломками метеоритов и содержат на дне серебро [4,5]). Более серьезная угроза связана с загрязненностью атмосферы и водоемов г. Омска (пятое место среди городов РФ по степени превышения вредными веществами предельно допустимых концентраций). Развитие иностранного туризма будет стимулировать решение и этой очень непростой проблемы. Таким образом, как показывают результаты диагностического анализа, развитие туристического бизнеса в целом вызовет приток необходимых инвестиций для динамичного развития региональной экономики, кроме того, будет содействовать повышению культуры населения, так как известно, что в менталитете россиян заложена глубинная традиция к гостеприимству, желанию «навести порядок в доме перед приходом гостей», демонстрировать гостям свои хорошие качества.

Маркетинговая программа реализуется в виде бизнес-планов инноваций, в качестве реалити для на-

чала можно было бы разработать схему туристического маршрута по Омской области (напр., по озерам и лесам Муромцевского района), аналогичную схеме «золотого туристического кольца» по Подмосквью, выпустить рекламный буклет, продумать вопросы туристического сервиса (сначала, естественно, минимального, в расчете на молодежь). Поэтому и цены вначале должны быть умеренными. Процесс коммуникации, имеющей целью убеждение прежде всего туристических фирм, как российских, так и зарубежных, в привлекательности туристических маршрутов по Омской области (возможно, и Приобью), должен предварить собой начало рекламной кампании. Организация туристического бизнеса, как группового, так и индивидуального (семейного) может быть реализована через сеть туристических фирм, путем заключения двусторонних договоров (иностранная турфирма обеспечивает комплектование группы и ее доставку в г. Омск, а местные турфирмы решают вопросы приема гостей, размещения, необходимого снаряжения, сопровождения гидами, необходимого сервиса и комфорта обратного пути).

План рекламы - центральное место рекламного менеджмента, а ее реализация на первых порах («раскрутка» иностранного туризма) возможна только за счет средств областного бюджета, может быть по методике франчайзинга, заключив договора франшизы как с туристическими фирмами, так и с рекламными агентствами. Роль рекламодателя, очевидно, целесообразно в начальный период отвести областной администрации, соответствующим ее комитетам по поддержке малого бизнеса и предпринимательства, а

также по делам телевидения, радиовещания и средств массовой информации. К обсуждению лучшей стратегии рекламной кампании, определению направленности рекламы на определенные возрастные группы и страны ближнего и дальнего зарубежья, а также к участию в этой кампании можно было бы пригласить союз предпринимателей и союз промышленных предприятий г. Омска. Опыт распространения рекламной информации по всему миру в Омске имеется у администрации Омского международного марафона. Очевидно, что для распространения рекламной информации полезно использование Интернета с помещением информации на сайты областной и городской администраций. Естественно, что в качестве коммуникационных каналов можно было бы использовать средства связи с общественностью (PR), а именно, помещение ряда статей в международных и иностранных изданиях. Разворачивание рекламной кампании по всем направлениям в настоящее время уже, возможно, привлекло бы иностранных туристов в августе-сентябре 2003 г. Поэтому, параллельно с проведением рекламной кампании при поступлении первых заявок от желающих туристов необходимо было бы начать подготовку туристических маршрутов и материального обеспечения. Таковы основные предложения по развитию туристического бизнеса в рамках концепции рекламного менеджмента и маркетингового подхода.

По развитию экспорта продовольствия можно предложить такой же алгоритм действий с инициативой по проведению рекламной кампании областной администрацией и заинтересованным участием в этих вопросах сельских предпринимателей. Понятно, что организационными мероприятиями по этому направлению бизнеса должны стать дотационная поддержка сельскохозяйственных производителей со

стороны областной администрации, а также укрупнение сельскохозяйственных предприятий в форме ЗАО, ОАО, ООО, сельскохозяйственных кооперативов, потребкооперации. Как следствие, выход на зарубежные рынки будет служить мощным стимулом для развития аграрно-промышленного комплекса области.

Таким образом, высказанные предложения по активизации действий областной, городской, сельских администраций, союзов предпринимателей и производителей в направлении развития туристического и гостиничного бизнеса, экспорта сельскохозяйственной продукции будут содействовать развитию экономического потенциала Омской области, повышению занятости населения, благосостояния, уровня и качества жизни, привлекательности и конкурентоспособности региона.

#### Литература

1. Батра Р., Майерс Д., Аакер Д. Рекламный менеджмент: Пер. с англ. — М.; СПб.; К.: Изд. дом «Вильямс», 1999. - 784с.
2. Курилов С. В ожидании бума // Гостеприимство. - 2002. - №2. - С. 14-17.
3. Охин Д. Большие надежды «маленьких отелей» // Гостеприимство. - 2002. - №2. - С. 18-23.
4. Речкин М. Неземная тайна озер // Четверг. - 16.05.00. - №20. - С.5.
5. Сокровище пяти озер // Город. - 2002. - №/№ 5-6. - С.26-27.

**РЫЛОВ Владимир Петрович**, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Менеджмент».

**ПАХАЛКОВА Надежда Сергеевна**, стажер кафедры «Менеджмент».

УДК 338.516.4:621.31

**С.С. МАРОЧКИНА**

Омский государственный  
технический университет

## МЕТОДЫ УЧЕТА ЗАТРАТ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ТАРИФОВ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ

В статье рассмотрены подходы к учету затрат при формировании тарифов на электрическую энергию: учет удельных суммарных затрат, учет предельных затрат, рыночное ценообразование. Охарактеризовано применение данных подходов на примере различных стран: России, США, Англии и Норвегии. Раскрыты преимущества и недостатки каждого подхода учета затрат.

При формировании тарифов на электроэнергию встает вопрос с выбором метода учета затрат.

В мировой, в том числе отечественной практике приняты три подхода учета затрат:

- учет удельных суммарных затрат;
- учет предельных затрат;
- рыночное ценообразование.

Первый подход предполагает, что при формировании тарифов на электроэнергию учитываются удельные суммарные затраты энергокомпании за весь период эксплуатации. При этом тарифы рассчитываются исходя из того, что выручка должна быть достаточна для покрытия всех издержек в течение этих лет и образования определенной прибыли. Средне-

годовые издержки производства включают материальные затраты, затраты на оплату труда, отчисления на социальные нужды, амортизацию основных фондов, затраты на техническое обслуживание и ремонт и прочие затраты.

Недостатком этого подхода является то, что он направлен на окупаемость уже затраченных средств и не учитывает потребность компании в финансовых средствах для покрытия будущего спроса на энергию.

При втором подходе ценообразование в электроэнергетике основано на учете предельных (маржинальных) затрат. Предельные затраты — затраты на каждую дополнительную единицу продукции.

Рассмотрим данный подход учета затрат на примере Соединенных Штатов Америки. Согласно ожиданиям ведущих специалистов, цена выработанной электроэнергии приблизится скорее к размеру маржинальных затрат на производство, а не усредненных, применяемых в США в настоящее время.

Переход к ценам, основанным на маржинальных издержках, имеет определенные нюансы. Во-первых, цена на электроэнергию меняется каждый час в соответствии с изменениями потребительского спроса. В большей части Соединенных Штатов потребительский спрос на электричество самый низкий в летние дни и утренние часы. Днем с ростом температуры, когда увеличивается число работающих кондиционеров, спрос растет. В связи с этим в утренние часы работают генераторы с самыми низкими эксплуатационными расходами. В течение дня все более дорогие генераторы вводятся в работу. Поскольку издержки генерации определяются последним введенным в работу энергоблоком в течение любого данного периода времени («маржинальный энергоблок»), рыночная цена растет с ростом потребительского спроса. На развитом конкурентоспособном рынке потребление и спрос находятся в равновесии в момент повышенного спроса за счет увеличения цены, соответствующей стоимости электроэнергии, поставляемой маржинальным энергоблоком.

Ожидается, что в США переход на новые конкурентные цены генерации, полностью базирующиеся на маржинальных издержках, завершится в 2008 году [2, с. 26].

В течение года конкурентные цены варьируются в зависимости от спроса. Осенью и весной, когда потребительский спрос низкий, цены также низкие. И наоборот, летом, а также в периоды, когда большинство станций не работает, в строй вступают дорогие резервные генераторы, в результате чего цены растут.

В случае маржинальных цен предполагается, что потребители учитывают эффект повременного дифференцирования цен. Это позволяет снизить потребляемую мощность в первую очередь благодаря уменьшению времени работы теплофикационных турбин, покрывающих пиковую нагрузку.

Третий подход учета затрат при ценообразовании используется с начала 90-х годов и является обращением к конкурентным рынкам для достижения оптимальных цен на электроэнергию. Такой подход широко используют в Англии и Уэльсе, Норвегии и других странах, где происходит либерализация рынка энергии и мощности. Рассмотрим механизм установления цены в этих странах.

В соответствии с введенными в Англии и Уэльсе рыночными правилами продажа и покупка электроэнергии осуществляется между производителями электроэнергии и снабжающими компаниями по правилам пула, которые управляют функционированием рынка. Пул сам не покупает и не продает электроэнергию.

Собственники генераторов, желающих продать электроэнергию, предлагают цену электроэнергии, вырабатываемой каждым генерирующим блоком для каждого получаса следующего дня, а также их готовность и эксплуатационные характеристики. Национальная сетевая компания The National Grid Company (NGC) собирает все предложения вместе и составляет график загрузки агрегатов для покрытия нагрузки следующего дня, начиная с высшего приоритета с наиболее дешевой предлагаемой ценой без учета сетевых ограничений. Этот график используется для определения граничной цены электроэнергии (System Marginal Price — SMP), которая принимается равной цене предложения последнего выбранного генератора.

Покупная цена электроэнергии пула (Pool Purchase Price — PPP), определяется по формуле:

$$PPP = SMP + LOLP(VLL - SMP),$$

где LOLP — вероятность потери нагрузки, определяемая для каждого получаса; VLL — стоимость аварийно недоотпущенной электроэнергии.

Затраты, связанные с ограничениями пропускной способности сети, добавляются к покупной цене пула. Кроме того, покупную цену пула увеличивает оплата дополнительных услуг, оказываемых поставщиками электроэнергии и необходимых для функционирования всей энергосистемы.

Продажная цена пула дополнительно учитывает потери электроэнергии в электрической сети пула, а также плату за использование электрической сети пула.

Для предотвращения неоправданно больших затрат у потребителей, покупающих электроэнергию по ценам пула, в случаях чрезмерно резкого повышения стоимости электроэнергии из-за резкого дефицита мощности, в практику введены страховочные (хеджированные) контракты, предусматривающие компенсацию потребителям убытков в случае увеличения цены на электроэнергию выше согласованного уровня.

В 1996 году Швеция и Норвегия образовали межгосударственный рынок электроэнергии, к которому в 1998 году присоединилась Финляндия.

На рынке электроэнергии — Nord Пула — предусматривается три временных периода оперативных взаимоотношений между субъектами рынка: спотовый, фьючерный и реального времени [1, с. 16].

Спотовый рынок предусматривает формирование цен накануне расчетных суток для каждого часа суток. Предложения о продаже и покупке электроэнергии предоставляются для каждого часа в виде линейных сегментов зависимостей, связывающих цену и количество электроэнергии. Все предложения о продаже и покупке электроэнергии за соответствующий период времени суммируются системным оператором, и в результате пересечения суммарных кривых определяется цена электроэнергии спотового рынка, называемая системной ценой, по которой оплачивается электроэнергия продавцам и покупается покупателями.

В дополнение к спотовому рынку имеется рынок реального времени, который используется системным оператором для обеспечения баланса мощности в реальном времени. Предложения участников рынка по регулированию их мощности для использования на рынке реального времени представляются накануне суток, когда они будут использованы. Системный оператор использует эти предложения по мере необходимости для обеспечения баланса мощности, вводя в действие при этом наиболее дешевую регулирующую

мощность. Все пользователи сети платят за услуги по регулированию в зависимости от отклонения их нагрузки от планируемой. Каждый производитель и потребитель электроэнергии платит также за использование электрической сети в зависимости от места присоединения по так называемому точечному тарифу. Этот тариф включает три компонента: инвестиционную составляющую; составляющую платы за энергию, которая предназначается для компенсации потерь в сети от потока электроэнергии пользователя сети; составляющую платы за мощность, которая компенсирует все другие затраты в сетях.

Недельный (фьючерный) рынок предполагает два типа контрактов: на базовую электроэнергию и на дневную пиковую электроэнергию. В первом случае рассматриваются все 168 часов недели, во втором случае — пять рабочих дней. Фьючерные контракты могут быть заключены на сроки до трех лет. Подобные контракты страхуют участников от колебаний цен на спотовом рынке, и их объем в пуле Швеции и Норвегии постоянно растет.

Все описанные выше подходы к учету затрат имеют свои преимущества и недостатки. В настоящее время в России применяется первый подход, основанный на учете удельных суммарных затрат. Тем не менее многие ведущие российские экономисты выступают за установление цен, основанных на маргинальных затратах. В частности, председатель ФЭК РФ Г.П. Ку-

товой одной из основных задач государственного регулирования электроэнергетики считает формирование тарифов на электроэнергию (мощность) на основе принципа формирования маргинальных тарифов на ФОРЭМ. [4, с.229].

#### Литература

1. Баринов В.А. Структуры управления и рыночные отношения в электроэнергетике // Электричество. — 2000. - № 1. — С. 4-19.
2. Вигура А.Н Конкурентное ценообразование в электроэнергетике США // Энергетик. — 2002. - №3. — С. 26-27.
3. Любимова Н.Г. Выработка стратегий ценообразования энергокомпаний в условиях функционирования рынков энергии и мощности // Вестник ФЭК России. — 2002. - №2. — С. 66-73.
4. Экономика, инвестиции и государственное регулирование рынка в энергетике: Доклады юбилейной научно-практической конференции, посвященной 50-летию ИПКГосслужбы. Т.2. / Под ред. Г.П. Кутового, Н.С. Поповой, Г.А. Салтанова. - М.: ИПКГосслужбы, ВИПКэнерго, 2002. — 392 с.

**МАРОЧКИНА Светлана Станиславовна**, аспирант кафедры «Основы экономической теории».

УДК 658.012

**И. В. ФЕДОРОВ**

Омский государственный  
технический университет

## ВНУТРЕННЯЯ КОНКУРЕНТНАЯ СРЕДА РОССИИ

**В статье показано, что у Российского государства в современных условиях имеется два варианта экономической политики: либо смириться с неизбежностью гибели целых секторов промышленности и перспективой огромной безработицы, либо проводить защитные меры отечественных товаров, сознательно ограничивая конкуренцию со стороны более сильных западных производителей до тех пор, пока не начнет приносить плоды оздоровление макроэкономической ситуации в России.**

Наличие конкурентной среды — фактор, мешающий действовать отдельно взятой фирме, но чрезвычайно важный для нормального развития рынка в целом и в первую очередь — совокупности продавцов. Чем ожесточеннее конкуренция на внутреннем рынке, тем лучше национальные фирмы оказываются подготовленными к борьбе за рынки за рубежом.

Между тем в нашей стране за годы планового управления экономикой сложилась крайне специфическая структура хозяйства. В ее основе лежит система высокомонополизированных производств, при которой нормой было сосредоточение выпуска какого-либо вида продукции на нескольких или даже на одном предприятии, к которому планово были «прикреплены» многие потребители.

Экономическая ненормальность такой системы, ставящей покупателей в полную зависимость от поставщика-монополиста, породила в отечественной эко-

номике столь же специфическую реакцию — натурализацию хозяйства. Недаром почти 60 лет назад А. Богданов писал о том, что российская экономика — это сумма натуральных хозяйств, а не механизм товарообмена. Из-за постоянного дефицита продукции предприятия очень часто создавали у себя целую систему вспомогательных производств, обеспечивавших основные производством всем необходимым: от литья до метизов, тары и инструмента. При этом вопросы экономической целесообразности практически не принимались во внимание. Платой за это была крайняя индивидуализация номенклатуры выпускаемой продукции и, в конечном счете, низкая эффективность производства и чрезмерно высокие уровни затрат.

В начале рыночных реформ выдвигался тезис о том, что такая трансформация экономической системы России обострит конкуренцию между предприятиями, заставит их искать наиболее эффективные

Таблица 1

Отрасли	Доля продукции в общероссийском производстве	
	трех крупнейших производителей	восьми крупнейших производителей
Электроэнергетика	18,0	29,6
Топливная промышленность	14,9	31,8
Черная металлургия	32,5	57,0
Цветная металлургия	31,8	49,6
Химическая и нефтехимическая промышленность	11,9	21,6
Машиностроение	15,0	20,2
Лесная, дерево и целлюлозно-бумажная промышленность	13,5	25,7
Промышленность строительных материалов	3,2	7,1
Легкая промышленность	3,8	8,0
Пищевая промышленность	2,2	5,2

решения, снижать затраты на производство и цены. К сожалению, этот тезис - и то лишь частично - реализовался в небольшом числе отраслей, на рынки которых после либерализации внешней торговли и валютных операций вторглись зарубежные товары. В большинстве же отраслей концепция «самозарождения конкуренции» до сих пор осталась чисто теоретической.

Как уже отмечалось, российская промышленность вступила в процесс преобразований в виде чрезвычайно монополизированного комплекса. Особенно высока степень монополизации в металлургии и в машиностроении. Анализ данных за 1995-2000 г. показывает, что степень монополизации не только не снижается, но и несколько увеличивается, несмотря на некоторое уменьшение количества предприятий-монополистов.

Физическая основа монополизации рынков отечественными производителями - чрезвычайно высокая степень концентрации производства, то есть его сосредоточение в основном на крупных предприятиях. Коэффициенты концентрации в отраслях промышленности в 2000 г. представлены в табл. 1.

Столь высокая степень концентрации производства даже без формальных признаков монополизма все равно способствует ограничению конкуренции на российском рынке. Косвенным свидетельством этого факта является чрезвычайно низкая степень развития биржевой торговли (менее 1% реализации продукции), а также недостаточное развитие звена оптовой торговли: более трех четвертей продукции (особенно производственно-технического назначения) реализуется по прямым договорам с предприятиями. В условиях концентрированного монополизированного производства в ряде отраслей это ведет к формированию олигопольных рынков, когда практически весь объем поставок обеспечивается лишь несколькими фирмами. Это прежде всего относится к некоторым видам химической продукции (полиэтилены, каучуки, масла технические, этиловая жидкость, некоторые соли и т. д.), очень многим видам машин и оборудования, многим видам сталей, рельсов, труб.

Совершенно иная ситуация в отраслях с низкой степенью монополизации и концентрации производства, например, в промышленности строительных материалов. Однако в этой отрасли действует транспортный фактор, также ограничивающий конкуренцию.

Так, доля транспортной составляющей в цене приобретения цемента составила на конец 1999 г. 14,6%, на деловую древесину - 16,8%. Природа этих цифр одна - соотношение «Цена за килограмм массы» для этих строительных материалов очень низкая. А транспортные тарифы привязаны именно к массе груза, а не его стоимости. Это обуславливает ориентацию потребителей преимущественно на местных производителей, которые становятся более конкурентоспособными практически не зависимо от качественных параметров.

Территориальный фактор вообще является одним из определяющих в формировании затрат на производство в России из-за ее огромной территории и нерационального размещения производства. Однако, чем выше степень переработки сырья и чем выше требования к его качеству, тем менее существенным является транспортный фактор. Об этом свидетельствует, в частности, довольно жесткая, несмотря на очевидную дороговизну перевозки, конкуренция импортных строительных и отделочных материалов категории «люкс» с продукцией местных предприятий. На российском рынке «евроремонт» стали доминировать импортные строительные и отделочные матери-

Таблица 2

Товары	Удельный вес представленных к продаже импортных товаров в общем количестве обследованных (%)	
	IV кв. 1999	I кв. 2000
Сорочки в верхние мужские	71	73
Брюки мужские	43	49
Полуботинки мужские	79	83
Блузки женские	71	71
Цветные телевизоры	94	90
Видеомагнитофоны	99	98

алы. Причина, помимо прочего, уже упоминаемое нами соотношение «Цена за килограмм массы», из-за которого удельный вес транспортных расходов в стоимости таких материалов крайне низок.

Наибольшее влияние мирового рынка ощущается на рынке *товаров народного потребления*: бытовой электроники, одежды, обуви, продуктов питания. По данным за IV квартал 1999 - I квартал 2000 г., около половины товарных ресурсов товарооборота составляла продукция, поступившая по импорту (включая неорганизованный ввоз), по некоторым видам продукции объемы продаж импортных товаров уже преобладают над отечественными. Единственно, где отечественные производители лидируют, так это в сфере продуктов питания. Здесь импортные продукты составили около трети товарооборота по растительному маслу, плавленному сыру, мясным консервам, маргарину, макаронным изделиям, шоколаду. Около 10% колбасных изделий, 33% безалкогольных изделий были импортными. В остальных продуктовых группах импорт составил менее 10%.

К отраслям с традиционно низкой степенью конкуренции производителей относятся *сырьевой и топливно-энергетический комплексы* - сфера господства естественных монополий. Подавляющая доля топливных ресурсов реализуется по прямым договорам. Только на рынке нефтепродуктов значительная часть продукции реализуется через предприятия оптовой торговли. Таким образом, привязка производителей топливных ресурсов к их потребителям является достаточно жесткой и часто вынужденной.

Именно об этом свидетельствует тот факт, что во взаимоотношениях энергопотребителей с предприятиями ТЭК стали нормой неплатежи: по данным на 1 марта 2000 г., около 70% просроченной дебиторской задолженности промышленности приходилось на топливную промышленность и электроэнергетику. Поэтому сама постановка вопроса о конкуренции на внутреннем российском рынке топливно-энергетических ресурсов достаточно условна.

Вместе с тем, в последнее время здесь происходят совершенно новые процессы, свидетельствующие об ослаблении монополии, во всяком случае, монополии энергетиков. Это связано со все расширяющейся практикой приобретения предприятиями автономных энергетических установок (котельных) зарубежного производства. Такие установки, имеющие высокий технический уровень, обеспечивают получение более дешевого электричества и тепла, нежели при подключении к централизованным сетям. Иными словами, мы наблюдаем тенденцию к децентрализации энергоснабжения и на этой почве - возникновение конкуренции, выигрыш от которой достается зарубежным поставщикам оборудования и российским потребителям энергии.

Военно-промышленный комплекс также сложился в нашей стране как совокупность жестко специализированных, часто уникальных производств, жестко привязанных друг к другу технологическими требованиями. Вместе с тем понятие конкуренции здесь звучит более привычно, так как логика дублирования военных производств создала конкуренцию между изготовителями ряда видов вооружений (самолеты, танки и др.). Однако этот опыт не сильно помог оборонным предприятиям в тот момент, когда они стали на путь конверсии и попытались выйти на рынки гражданской продукции. Опыт первых лет конверсии свидетельствует о том, что эта конкуренция была не в пользу предприятий ВПК: сказывалось незнание ими рынка гражданской продукции (в то время это были в основном товары народного потребления) и ее дороговизна.

Сейчас происходит более успешное освоение предприятиями ВПК рынка высокотехнологичной гражданской продукции, на котором они часто выигры-

вают конкуренцию качества у гражданских производителей.

Таким образом, можно утверждать, что и по сей день в России на рынках многих товаров конкуренция либо отсутствует, либо только начинает развертываться. Появляются, правда, сегменты рынка, на которых конкуренция уже достаточно сильна как между отечественными, так и отечественными и зарубежными производителями, а в ряде случаев — только между зарубежными фирмами (например, российские рынки аудио- и видеотехники, мониторов для компьютеров и др.).

Обострение конкуренции в России происходит, с одной стороны, в условиях чрезвычайно низкого спроса, а с другой - при практически полном отсутствии у предприятий инвестиционных ресурсов. Такая ситуация в большинстве случаев приводит не к совершенствованию производства, а к «вышибанию» слабейших с рынка, к полной потере ими рынка. Именно это произошло со многими российскими товарами народного потребления, особенно легкой промышленности и бытовой электроники.

В такой ситуации у государства есть только два варианта политики: либо должно смириться в неизбежностью гибели целых секторов промышленности и перспективой огромной безработицы, либо идти на меры протекционистской защиты отечественных товаров, сознательно ограничивая конкуренцию со стороны более сильных западных производителей до тех пор, пока оздоровление макроэкономической ситуации не начнет, наконец, приносить плоды на микроэкономическом уровне.

По нашему мнению, второй сценарий гораздо продуктивнее первого. И, самое главное, первый правильный шаг был сделан за нас, так как благодаря девальвации национальной валюты в 1998 г. рынок оказался по многим позициям «закрытым» для импорта, что дало первый толчок для оживления промышленности. Однако полный период перехода занимает гораздо больше времени, чем в первом случае.

**ФЕДОРОВ Игорь Владимирович**, ассистент кафедры прикладной математики и информационных систем.

## Книжная полка

История мировой экономики: Учеб. для вузов / Под ред. Г.Б. Поляка, А.Н. Марковой. — М.: Юнити-Дана, 2003 — 727 с.: с ил.

История мировой экономики — это история человечества. Она аккумулирует хозяйственный опыт общества, воспитывает историзм, масштабность и реализм мышления, поскольку дает возможность познать и сопоставить развитие экономики разных стран в различные эпохи.

Изучение истории мировой экономики показывает, как менялись от первобытности до настоящего времени производительные силы и отраслевая структура экономики, производственные отношения и формы организации производства, хозяйственный механизм управления и экономическая политика государства, а также социальная структура общества.

Хронологический и страновой подходы к изложению материала позволили представить ведущие страны Древности, Средневековья, Нового и Новейшего времени и отразить основные особенности и тенденции в их экономическом развитии с выявлением факторов, обусловивших это развитие.

Для студентов и преподавателей высших учебных заведений, а также широкого круга читателей. Издание иллюстрировано.

Рекомендовано Минобразования РФ.

# ПСИХОЛОГИЯ

УДК 159.947.5

**М. Ю. СЕМЕНОВ  
Е. Г. ЕФРЕМОВ**

Омский государственный  
университет

Омский государственный  
технический университет

## **МАТЕРИАЛЬНАЯ УДОВЛЕТВОРЕННОСТЬ**

**В статье проведен содержательный анализ понятия "материальная удовлетворенность" с точки зрения психолога. Предложено определение материальной удовлетворенности. Кроме того, выделены факторы, определяющие материальную удовлетворенность, куда вошли уровень личного благосостояния, уровень материальных потребностей, направленность личности, опыт предыдущего удовлетворения материальных потребностей, положительная высокая оценка вероятности удовлетворения материальных потребностей в будущем.**

Результаты исследований К. Рубинштейн позволили классифицировать людей на две существенно различающиеся группы: "материально удовлетворенных" и "материально неудовлетворенных". Первые контролируют свои финансы, тогда как вторые позволяют деньгам управлять их поведением. Так, если возникает желание купить что-нибудь слишком дорогое, то представители первой группы постараются либо накопить достаточно денег, либо забыть об этой вещи. Неудовлетворенные же чаще всего попытаются взять деньги в долг. Во второй группе также значительно выше частота эмоциональных расстройств и психосоматических заболеваний [7]. Мы поставили перед собой задачу провести психологический анализ феномена материальной удовлетворенности-неудовлетворенности.

Ранее [5] нами были рассмотрены факторы, определяющие удовлетворенность человека. Было показано, что удовлетворенность зависит от силы потребности, типа потребности, от величины соотношения желаемого и имеемого блага, опыта удовлетворения потребности в прошлом и оценки вероятности удовлетворения потребности в будущем. Это соответствует предложенной С. В. Магуном [3, с. 27] формуле, но отношения не однозначные, как это представлено в формуле, а более сложные. В этой статье будет предпринята попытка выделить факторы, определяющие материальную удовлетворенность.

Что такое "материальная удовлетворенность" и сфера материального? Обычно к ней относят денежный достаток, обеспеченность вещами (например, одежда или квартира), услугами (например, образо-

вание или туристические путевки). Большинство товаров и услуг современный человек получает за деньги. "По оценкам, в среднем через деньги осуществляется в современном мире 85 % удовлетворения потребностей человека в пище, на 90 % в одежде, на 80 % в жилье, на 60 (в США, в России этот процент почти 95) в транспортных услугах. Тотальная деньгизация и есть характерная черта нового этапа цивилизационного развития, в которое вступило человеческое общество в конце второго, начале третьего тысячелетия". [1, с. 144] Поэтому в сознании людей материальная обеспеченность связывается, прежде всего, с деньгами. Именно отношение к деньгам является показателем материальной удовлетворенности/неудовлетворенности в работе В. Д. Рубинштейн [9].

Одной из задач нашего исследования являлось определение материальной удовлетворенности. На основании вышеизложенных утверждений, основываясь на определении понятия "удовлетворенность", предложенном Е. П. Ильиным [2], можно дать следующее рабочее определение. **Материальная удовлетворенность** — это диспозиция, выражающая положительное отношение к материальному достатку как фактору жизни, материальным условиям жизни в результате неоднократно испытываемого удовлетворения и гарантированного, с точки зрения субъекта, получения этого удовлетворения и впредь. Материальная удовлетворенность — долгосрочная оценочная функция материального обеспечения. Материальная удовлетворенность является положительным оценочным отношением, а материальная неудовлетворенность — отрицательным. Материальная удовлетворенность зависит от силы материальных потребностей, от величины желаемого и имеемого материального блага.

Материальное *удовлетворение* — это эмоциональное состояние, возникающее вследствие реализации мотива материального обеспечения. Другое дело — *удовлетворенность*, понимаемая как отношение к материальному обеспечению, материальному достатку.

Таким образом, материальная удовлетворенность определяется:

- предыдущим опытом успешного удовлетворения материальных потребностей,
- положительной оценкой субъектом вероятности удовлетворения материальных потребностей в будущем,
- силы материальных потребностей,
- величина желаемого и наличного материального блага.

Это определение близко к позиции К. Левина, который понимал удовлетворенность как эмоциональную оценку отношения валентности цели (силу потребности, опредмеченной в цели) и возможности (или результата) ее достижения. Также данное определение согласуется с позицией бихевиористов, которое выражается в следующей мысли: "...основным механизмом функционирования мотивации ... является стремление организма снять, снизить напряжение, вызванное возникшей нуждой. Если та или иная форма поведения привела к снятию напряжения, к удовлетворению некоторой потребности, то вероятность воспроизведения этой формы поведения в дальнейшем (при возникновении соответствующей нужды) растет (закон эффекта)". [4, с. 347] Закрепляется поведение, а значит, закрепляется, становится устойчивой и эмоциональная реакция, переходя из удовлетворения в удовлетворенность.

## Материальная удовлетворенность и материальное благосостояние

Рассмотрим отношения между материальной удовлетворенностью и материальным благосостоянием. Эти отношения можно представить в виде функции (1).

$$Y_{мп} = f(MO) \quad (1)$$

где  $Y_{мп}$  — уровень удовлетворения материальных потребностей,  $MO$  — уровень материальной обеспеченности.

Таким образом, уровень удовлетворенности материальным положением является функцией от уровня материальной обеспеченности. Но такое определение требует уточнения.

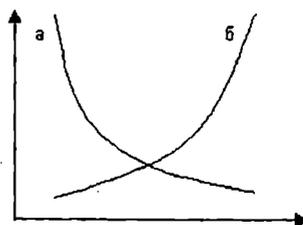
В первом приближении можно утверждать, что чем выше уровень материальной обеспеченности, тем выше уровень удовлетворенности материальным положением. Для того, чтобы изучить отношение между материальной удовлетворенностью и благосостоянием более подробно, исследуем обозначенную выше функцию (1). Рассмотрим пределы этой функции.

1. Если благосостояние стремится к минимуму, то возможны следующие уровни материальной удовлетворенности:

а) материальная удовлетворенность — бож, святой, т.е. человек, у которого низкий уровень материальных потребностей и которого устраивает выбранный "нищенский" образ жизни (высокие показатели по оси ординат). Его даже могут тяготить материальные блага;

б) материальная неудовлетворенность — бедный, необеспеченный, беженец, недовольный своим положением, но волею судьбы оказавшийся без материального ресурса (низкие показатели по оси ординат). Его тяготит материальная необеспеченность (график 1).

Уровень материальной удовлетворенности



Уровень личного благосостояния

**График 1.** Зависимость уровня материальной удовлетворенности от уровня материального благосостояния, если благосостояние стремится к минимуму.

Таким образом, при описании факторов, определяющих материальную удовлетворенность, наряду с материальным благосостоянием (имеемое), мы выделяем и внутреннее состояние — потребность в материальных благах — как желаемый уровень благосостояния. Построим таблицу.

Похожая схема используется Е. Б. Фанталовой [6] при оценке внутреннего конфликта, который в наших терминах может быть обозначен как материальная неудовлетворенность.

Исходя из этого, можно выразить материальную удовлетворенность как функцию двух переменных:

$$Y_{мп} = f(MO, MP), \quad (2)$$

Таблица  
Соотношение уровня благосостояния, силы потребности и удовлетворенности

Соотношение уровня благосостояния и силы потребности	Состояние
Имеемое = Желаемое	Удовлетворенные
Имеемое < Желаемое	Неудовлетворенные
Имеемое > Желаемое	Удовлетворенные/неудовлетворенные

где  $U_{мп}$  – уровень удовлетворения материальных потребностей,  $MO$  – уровень материальной обеспеченности,  $МП$  – уровень материальных потребностей.

2. Если благосостояние стремится к бесконечности (естественно, относительно потребностей) и человек полностью материально обеспечен, можно, основываясь на жизненном опыте и наблюдениях, выделить следующие типы поведения:

а) человек продолжает приращение материального блага в виде капитала. Он оценивает свой уровень материальной обеспеченности не в сравнении с потребностями своей жизни, а в сравнении, например, с богатством других людей, еще более богатых (ненасытный человек, "... там царь Кощей над золотом чухнет..."). Тогда можно говорить об удовлетворении с помощью благосостояния не материальных, а иных потребностей, например, потребности в социальном признании. Но из-за того, что эти виды удовлетворенности связываются с материальной удовлетворенностью, человек может испытывать материальную неудовлетворенность, даже имея полное материальное обеспечение. Значит, что важна направленность личности, ее основной ориентир, на который завязываются различные ресурсы;

б) человек продолжает заниматься бизнесом, но увеличение капиталов и получение прибылей не является для такого предпринимателя целью. Он либо получает удовлетворение от самого процесса зарабатывания денег, либо ставит для себя какую-то цель вне материальной сферы, а богатство выступает условием или средством для достижения этой цели (возможно, Дж. Сорос). Если он разделяет для себя сферы материального и прочего, например духовного, он может быть материально удовлетворенным и неудовлетворенным духовно. Если же не разделяет, то получается вариант (а), когда у человека связывается материальная удовлетворенность с иной неудовлетворенностью, что в итоге дает материальную неудовлетворенность;

в) человек отходит от дел и уделяет свое время занятиям "для души": путешествует, занимается искусством и т. д. Тогда можно говорить о материальной удовлетворенности;

г) человек не использует свое материальное положение или тяготится им. Достаточно много примеров, когда подростки или молодые люди из обеспеченных семей разрывают связь с семьей и материальным достатком, как было принято, например, у хиппи. Аналогичная ситуация складывается у миссионеров или монахов, когда они ради служения вере отказываются от материальных благ. У них на первое место выходят иные, духовные потребности.

д) Человек так организовал свою жизнь, что, работая, он материально себя обеспечивает в необходимой мере. Основная цель работы такого человека находится вне материальной сферы. Подобный тип людей подробно описан А. Маслоу как самоактуализиру-

ющиеся личности. "Самоактуализирующиеся люди, все без исключения, вовлечены в какое-то дело, во что-то находящееся вне них самих. Они преданы этому делу, оно является чем-то очень ценным для них – это своего рода призвание, в старом, проповедническом смысле слова. Они занимаются чем-то, что является для них призванием судьбы и что они любят так, что для них исчезает разделение "труд – радость". Один посвящает свою жизнь закону, другой – справедливости, еще кто-то – красоте или истине" [8]. У этих людей есть материальная удовлетворенность.

Эти типы поведения и соответствующая зависимость между материальной удовлетворенностью и представлены на графике 2.



График 2. Зависимость уровня материальной удовлетворенности от уровня материального благосостояния, если человек полностью материально обеспечен.

Ситуация, когда человек полностью материально обеспечен, раскрывает важность направленности и интересов для анализа взаимосвязей между материальной удовлетворенностью и благосостоянием.

Таким образом, можно предположить, что удовлетворенность материальным положением зависит от:

- уровня личного благосостояния,
- возможности человека различать материальные и нематериальные потребности,
- уровня материальных потребностей,
- направленности и интересов личности.

Объединяя 1 и 2 функции, мы можем заключить, что уровень удовлетворения материальных потребностей является функцией от следующих факторов:

$$U_{мп} = f(MO, MP, H-I), \quad (3)$$

где  $U_{мп}$  – уровень материальной удовлетворенности,  $MO$  – уровень материальной обеспеченности,  $МП$  – уровень материальных потребностей,  $H$  – направленность личности,  $I$  – интересы личности.

**Личностные факторы, определяющие материальную удовлетворенность**

Направленность и интересы личности можно рассматривать в данном контексте как приоритетные, доминирующие объекты или явления, на которые направлена деятельность субъекта, то, ради чего человек живет: 2-а: социальное признание; 2-б, в и д: самореализация; 2-г: служение.

Уровень материальных потребностей – желаемое – можно рассматривать как силу потребности (см. Е. Б. Фанталову [6]) и как уровень притязаний в данной сфере. Он зависит от сложившейся системы матери-

альных расходов, тех норм материальной жизни, которые сформировались у человека под влиянием референтного и ближайшего социального окружения, СМИ, родительской семьи и т. п.

Уровень материальной обеспеченности, возможно, следует рассматривать с точки зрения той части дохода, которую получает человек из семейного бюджета в абсолютном выражении. Тогда для его определения следует взять совокупный бюджет семьи и отделить долю семейного бюджета, приходящуюся на данного человека.

Таким образом, в данной статье мы предложили определение материальной удовлетворенности, выделили факторы, определяющие материальную удовлетворенность, куда вошли уровень личного благосостояния, уровень материальных потребностей, направленность личности, предыдущее удовлетворение материальных потребностей, положительная высокая оценка вероятности удовлетворения материальных потребностей в будущем.

#### Литература

1. Жириновский В. В., Юровицкий В. М. Новые деньги для России и мира. — М.: Издательский дом "Грааль". — 1998. — 511 с.
2. Ильин Е. П. Мотивация и мотивы. — СПб: Издательство "Питер", 2000. — 512 с.: ил.

3. Магун С. В. О взаимосвязях между значимостью различных потребностей личности и их удовлетворенностью // Вопросы психологии. — 1978. — № 6. — С. 86-93.

4. Современная психология: справочное руководство. — М.: ИНФРА-М, 1999. — 688 с.

5. Семенов М. Ю. Удовлетворение и удовлетворенность // Омский научный вестник. — Декабрь, 2000, вып. 13. — С. 154 — 156.

6. Фанталова Е. Б. Диагностика внутреннего конфликта. Приложение № 2 к "Журналу практического психолога". — М.: Фолиум, 1997, 48 с.

7. Фенько А. Б. Проблема денег в зарубежных психологических исследованиях // Психологический журнал, № 1, 2000. С. 50 — 62.

8. Maslow A. Self-actualizing and Beyond. // Challenges of Humanistic Psychology. N. Y., 1967.

9. Rubinstein C. Money & self-esteem, relationships, secrecy, envy, satisfaction. // Psychology Today. 1981. № 5. P. 24-44.

**СЕМЕНОВ Михаил Юрьевич**, преподаватель кафедры общей психологии ОмГУ.

**ЕФРЕМОВ Евгений Георгиевич**, кандидат психологических наук, заведующий кафедрой психологии труда и организационной психологии. ОмГТУ.

УДК 159.947.5

**В. С. КУБАРЕВ**  
**Ю. В. МАЦНЕВ**  
**М. Ю. СЕМЕНОВ**

Омский государственный  
технический университет  
Омский государственный  
университет

## БИРЖЕВЫЕ ТОРГИ КАК ФОРМА ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ИГРЫ

В статье проведен содержательный анализ биржевой деятельности как особого вида игровой деятельности взрослых. Большинство современных зарубежных психологов рассматривают игры взрослых с точки зрения психоанализа. Авторы выделили конструктивные и деструктивные мотивы в играх взрослых. Непредсказуемость поведения биржевого рынка, высокая степень и цена риска порождают иррациональные способы поведения и использование бессознательных мотивов через механизм проекции. Авторы выделили три основных фактора, которые определяют эффективность деятельности биржевика: личный фактор, предполагающий анализ бессознательных мотивов и постоянную эмоциональную саморегуляцию; социальный фактор, предполагающий независимость принимаемых решений от влияния биржевой толпы; мыслительный фактор, предполагающий рациональное принятие решений.

Современная психология все более распространяется на различные сферы экономической деятельности человека. Так называемый «человеческий фактор» в современной экономике приобретает ведущее значение. Биржевые торги как особый экономический феномен должны быть рассмотрены, в том числе и с точки зрения психологии. Так, А. Эдлер указывает на три основных психологических фактора эффективности биржевика:

- а) «разумная психология», предполагающая контроль над своим эмоциональным состоянием;
- б) учет влияния биржевой толпы на сознание индивида;
- в) контроль над капиталом, предполагающий разумное вложение своих денежных средств.

В работе Эдлера, с точки зрения психоаналитической концепции, биржевая деятельность рассматривается как азартная игра, где «ставка делается на

удачу или собственный талант». Однако он не определяет, как и почему игровой компонент проявляется на бирже, формально представленной как пространство деятельности. Мы условно разделяем понятия «деятельность» и «игра», предполагая, что всякая игра может быть рассмотрена как деятельность, но не всякую деятельность можно рассматривать как игру. Другими словами, необходимо ответить на вопрос о том, какие факторы определяют переход от деятельности к игре и какие механизмы в этом участвуют.

Для того, чтобы рассмотреть специфику биржевой игры, рассмотрим понятие игры, ее основные характеристики и функции и попробуем обнаружить их в ситуации биржевых торгов.

В общем случае под игровой деятельностью понимают совокупность действий субъекта, носящих знаковый (символический характер): В. С. Мухина писала: «...Настоящее игровое действие будет только тогда, когда ребенок под одним действием понимает другое, под одним предметом - другой». Как писал Л. С. Выготский «Игра - это своеобразное отношение к действительности, которое характеризуется созданием мнимых ситуаций или переносом свойств одних предметов на другие».

Различные авторы выделяют следующие основные функции детской игры:

1. Игра как тренировка (К. Гросс, Ж. Пиаже).
2. Игра как эмоциональная реализация (З. Фрейд, В. В. Зеньковский).
3. Игра как условие развития психических процессов (Л. С. Выготский, А. В. Запорожец, П. Я. Гальперин).
4. Игра как форма освоения социального контроля. (Е. А. Бугрименко).
5. Игра как форма реализации системы социальных отношений (Д. Б. Эльконин).

Понятие игры рассматривалось в концепции Э. Берна. В отличие от предыдущих авторов, он исследовал именно игры взрослых, а не детей. Игра, по Э. Берну, «представляет собой повторяющийся набор порой однообразных транзакций, внешне выглядящих вполне правдоподобно, но обладающих скрытой мотивацией...» Он выделяет следующие основные особенности игры:

**1. Наличие скрытого мотива деятельности.** Т.е., если в той или иной деятельности мы находим мотив, скрываемый (в первую очередь, от себя) субъектом этой деятельности, то можно говорить об игре. О бессознательной мотивации азартных игр говорил З. Фрейд, анализируя страсть к игре Ф. М. Достоевского.

**2. Наличие выигрыша.** Здесь имеются в виду именно психологические выигрыши, что предполагает обязательное его наличие, причем не важно положительного или отрицательного. Этот выигрыш носит бессознательный характер и в случае, если данное поведение или данная игра перестает давать этот выигрыш, человек просто перестает играть.

**3. Имитационный характер.** Данная особенность предполагает, что бессознательные мотивы личности реализуются не в явной, а в завуалированной, скрытой форме. В качестве такой формы и выступает сама игра.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что функциональная направленность детской игры состоит в активной адаптации к внешним условиям, в обеспечении физического, психического и социального развития. В отличие от детских игр, предложенные Э. Берном характеристики взрослых игр позволяют утверждать, что основной их функцией является символическая реализация бессознательных мотивов человека, причем сама игра и выступает этой символической

формой. В этом контексте, с нашей точки зрения, было бы точнее говорить не о детских и взрослых играх, а о развивающих (заявленные мотивы игры согласуются с бессознательными) и компенсаторных (заявленные мотивы игры не согласованы с бессознательными).

Можно утверждать, что механизмы реализации развивающих и компенсаторных игр требуют дальнейших исследований. На данном этапе мы можем лишь сказать о том, что они различны на основании степени конфликтности явных и скрытых мотивов.

Следующим вопросом, который требует своего рассмотрения, является вопрос об особенностях биржевой деятельности и о роли игры в ней. Можно предположить, что в определенных условиях биржевые торги для некоторых участников выступают не как профессиональная деятельность, а как игра.

В биржевой деятельности можно условно выделить три ее вида:

- дейтрейдинг, или краткосрочные спекуляции;
- позиционное инвестирование, или долгосрочное инвестирование;
- маркетмэйкинг, или управление рынком.

На наш взгляд, именно в дейтрейдинге можно наблюдать феномен «взрослой» игры. Это связано с двумя аспектами спекуляции: во-первых, с возможностью угадать или конфиденциально узнать поведение массы и сыграть на этом; во-вторых, угадать или конфиденциально получить информацию об экономической ситуации и сыграть на этом. Указанные аспекты сближают спекуляцию с азартной игрой, т.к.:

- а) нельзя точно предсказать результат (вроде рулетки);
- б) высокая динамичность (если угадал, то сразу выиграл много);
- в) высокая эмоциональная насыщенность;
- г) отсутствуют рациональные критерии принятия решения.

В случае с долговременными инвестициями факторы динамичности и эмоциональной насыщенности выражены слабо, а прогнозирование и принятие решений носят рациональный характер. В случае управления биржевым рынком субъект сам создает правила, его собственные ресурсы сопоставимы с ресурсами рынка, например, как в мифе о Дж. Соросе, заработавшем за 2 недели \$1 млрд. Здесь субъект, управляя, сам создает будущее поведение рынка, а значит, факторы неопределенности и эмоциональной насыщенности также нивелируются.

С какими же основными проблемами сталкивается человек, занимающийся краткосрочной спекуляцией? А. Элдер пишет о следующих опасностях, ожидающих новичка на бирже:

- Бессознательные деструктивные мотивы. «Биржевики — это люди с внутренними конфликтами, которые они реализуют на биржевых торгах».
- Фантазии, заставляющие человека не замечать реальности.
- Мифы о биржевых премудростях, о возможности автоматизации накопления прибыли.
- Опасность ориентирования на личности, считающиеся профессионалами или «гуру».
- Сильная эмоциональная нагрузка, которая может привести к неразумным действиям.
- Влияние толпы на принятие решений (психологическое заражение). «Анализ биржи — это анализ поведения толпы».
- Отсутствие контроля над капиталом.

Названные «опасности», кроме последней, можно объединить одной характеристикой — все они имеют

бессознательную, иррациональную основу. Хотя потеря контроля над капиталом также возникает вследствие его нерационального, неразумного использования.

Далее, нам необходимо рассмотреть причины, которые обуславливают именно такую специфику краткосрочной спекуляции. Можно представить следующий механизм:

1. После того, как какое-либо предприятие осуществило эмиссию ценных бумаг, последние приобретают как бы независимость существования от предприятия; выпущенные акции приобретают собственную цену, не связанную с их реальной стоимостью, причем эта цена изменяется под воздействием множества факторов, как экономических, так и внеэкономических, например, психологических или социальных.

2. Ввиду огромного количества факторов, влияющих на цену акции, возникают неопределенность и непредсказуемость колебания цен, в результате чего рациональный прогноз становится практически невозможным. Отсюда появляются мифы о биржевых премудростях, о возможности автоматизации накопления прибыли и т.д. Здесь же возникает опасность социального влияния («как все, так и я»), так как известно, что в ситуации неопределенности человек более подвержен конформизму, нежели в ситуации определенности.

3. Два выше изложенных аспекта закладывают основу для актуализации иррациональных факторов — бессознательных мотивов и фантазий, замещающих рациональные инструменты прогнозирования. На этом этапе кратковременная спекуляция превращается в азартную игру.

Исходя из вышесказанного, можно выделить следующие особенности цены акций:

1) Вероятностный прогноз изменения будущего состояния.

2) Многофакторность причин изменений.

3) Динамичность.

Эти три основные характеристики и делают ценные бумаги материалом для кратковременных спекуляций.

Таким образом, можно выделить четыре стороны деятельности биржевика, которые определяют ее эффективность:

— анализ бессознательных мотивов (личностный фактор);

— эмоциональная саморегуляция (аффективный фактор);

— независимость принимаемых решений от влияния биржевой толпы (социальный фактор);

— рациональное принятие решений (мыслительный фактор).

Психологический аспект деятельности биржевика необходимо рассматривать с точки зрения четырех названных факторов. Для более глубокого понимания феномена биржевой игры необходимы дальнейшие исследования. Нам представляется целесообразной разработка специальных тренинговых занятий, направленных на обучение биржевиков самоконтролю в рамках выделенных факторов.

#### Литература

1. Берн Э. Игры, в которые играют люди. Люди, которые играют в игры. — СПб. — М.: Университетская книга, АСТ, 1996.

2. Выготский Л. С. Психология. — М.: «Апрель ПРЕСС», 2000.

3. Зеньковский В. В. Психология детства. — М.: «Школа-пресс», 1996.

4. Карпова С. Н., Лысюк А. П. Игра и нравственное развитие дошкольников. — М.: Изд-во МГУ, 1986.

5. Мухина В. С. Психология дошкольника. — М.: «Просвещение», 1975.

6. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии. — СПб.: «Питер Пресс», 2001.

7. Эдлер А. Как играть и выигрывать на бирже. — СПб.: «Питер Пресс», 2000.

8. Эльконин Д. Б. Психология игры. — М.: «Педагогика», 1978.

9. Фрейд З. Основной инстинкт. — М.: «Олимп», 1997.

**КУБАРЕВ Вячеслав Сергеевич**, ассистент кафедры психологии труда и организационной психологии ОмГТУ.

**МАЦНЕВ Юрий Васильевич**, заведующий психологической лабораторией кафедры психологии труда и организационной психологии ОмГТУ.

**СЕМЕНОВ Михаил Юрьевич**, преподаватель кафедры общей психологии ОмГТУ.

## Книжная полка

Кабаченко Т. С.

Психология в управлении человеческими ресурсами: Учебное пособие / Кабаченко Т. С. — СПб.: ЗАО "Изд-во "Питер". 2003. — 400 с.: с ил.

Это учебное пособие создано на материале исследований и практических работ в области управления человеческими ресурсами. Психологическая составляющая рассматривается как часть системы, которая включает также юридическое, организационное, экономическое и процессуально-гигиеническое обеспечение. Особое внимание уделяется конкретным направлениям в деятельности психологов, работающих в этой области: психолого-просветительской деятельности, диагностике, психологическому консультированию, экспертной и воздействующей практике. Ценность данного издания заключается в том, что оно позволяет понять наработанные в советской, а затем и в российской психологической управленческой практике технологии и инструменты, ни в чем не уступающие зарубежным разработкам, и использовать их в практике управления персоналом. Учебное пособие предназначено студентам, преподавателям вузов и специалистам в области управления персоналом, менеджмента, психологии управления.

Рекомендовано УМО.

# ШКОЛА МОЛОДОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

УДК 616-071+614.253.002

**М. А. ЛИВЗАН  
А. В. КОНОНОВ**

Омская государственная  
медицинская академия

## КЛИНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ: БИОЭТИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

**В работе отражены требования, предъявляемые к исследованиям в области медицины с участием человека: этические аспекты проведения клинических испытаний и принципы медицины, основанной на доказательствах. Представлена информация о локальном этическом комитете Омской государственной медицинской академии, процедуре оформления заключения комитета.**

Необходимость следования единым этическим нормам во всех областях, где человек является объектом познания и деятельности, сейчас признается всеми. Обострение извечного противоречия между техницизмом и гуманизмом, законами рыночной экономики и нравственными нормами жизни общества привело к формированию целого свода законодательных актов, регламентирующих проведение исследования с участием человека [3, 4].

Для обеспечения соблюдения в соответствии с международным и российским законодательством этических норм в Омской государственной медицинской академии функционирует Этический комитет, состав которого утвержден Ученым советом вуза.

Создание Этического комитета совпало с публикацией в марте 2002 года решения экспертного совета ВАК по медицине о необходимости при принятии к рассмотрению и защите диссертаций, тематика ко-

торых связана с использованием лекарственных средств (как зарегистрированных, так и новых, находящихся на рассмотрении), методов диагностики и лечения человека, проверять их соответствие юридическим и этическим принципам медико-биологических исследований. При отсутствии разрешения Минздрава РФ, данных об информированном согласии пациентов и заключения локального этического комитета работы, в которых имеются элементы клинических испытаний (лекарственных средств, других методов лечения, а также диагностики) запрещено принимать к рассмотрению в диссертационные советы.

Заседания Этического комитета Омской государственной медицинской академии проходят ежемесячно. Для получения заключения исследователь не позднее, чем за 3 дня до проведения заседания Этического комитета с заявкой-представлением от проблемной комиссии по соответствующей специальности,

должен представить брошюру исследователя, протокол исследования, индивидуальную регистрационную карту, информацию для пациента, форму информированного согласия пациента на участие в исследовании.

При вынесении заключения члены Этического комитета руководствуются нормативными и законодательными документами:

- Хельсинской декларацией Всемирной ассоциации «Рекомендации для врачей, занимающихся биомедицинскими исследованиями с участием людей»;
- Конституцией Российской Федерации (12.12.93 г.);
- Федеральным законом «Основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан» от 22.07.93 г.;
- Федеральным законом «О лекарственных средствах» от 22.06.98 г.;
- Стандартом отрасли ОСТ 42-511-99 «Правила проведения качественных клинических испытаний в Российской Федерации» от 29.12.98 г.;
- Приказом Минздрава России «О порядке принятия решения о проведении клинических исследований лекарственных средств» № 103 от 24.03.2000 г.

Заключение локального этического комитета выдается исследователю и представляется в диссертационный совет в письменной форме в течение 15 дней с даты проведения заседания.

Одним из принципов качественных клинических испытаний (GCP) является научная обоснованность исследования. Важно понимать, что исследование никогда не будет оправдано с этических позиций без соответствия требованиям медицины, основанной на доказательствах, так как его результаты не будут заслуживать доверия и не смогут быть полезными для медицины и общества [5]. В протоколе исследования должны быть четко отражены цель исследования, феномен и переменные интересы. Необходимо установить, измерение каких показателей (переменных) позволит адекватно проанализировать феномен интереса, при этом количество регистрируемых показателей должно быть минимально достаточным для того, чтобы ответить на исследовательский вопрос и подтвердить или опровергнуть выдвинутую гипотезу. Врачу-исследователю крайне важно применять наиболее объективные методы оценки эффективности лечения, используя не только суррогатные (например, уровень артериального давления, гемоглобина и т.п.), но и прямые критерии (длительность терапии, длительность ремиссии, количество осложнений, качество жизни). Суррогатные (косвенные) критерии проще, и, на первый взгляд, являются более объективными. К сожалению, злоупотребление суррогатными критериями приводит к забвению главного предназначения медицины — увеличения потенциала здоровья. В отечественной медицине до сих пор крайне редко используется такой критерий эффективности, как качество жизни, хотя этот критерий имеет четкое определение и может быть выражен количественно [2].

В каждом исследовании соответственно его целям имеются критерии включения и исключения пациентов из исследовательского процесса, позволяющие сформировать выборку. При этом сформированная выборка (исследуемая популяция) должна быть репрезентативна (представительна) по отношению ко всей популяции. Для этого существует два способа: формирование случайной выборки (когда вероятность попасть в группу обследования для каждого индивидуума в популяции одинакова) и вероятностной выборки (когда каждый индивидуум имеет известную

(не обязательно равную) вероятность включения в группу обследования. При других методах формирования выборки последняя может быть существенно смещена по отношению к исходной популяции (смещенная выборка) и тогда следует четко понимать по отношению к каким больным можно применять (или не применять) полученные результаты. Размер выборки должен быть минимально достаточным для обеспечения достоверности выводов исследования и определяется формулами медицинской статистики [5].

Оптимальный путь к ответу на исследовательский вопрос, правильность и полноту получаемых данных, корректность выводов и, самое главное, безопасность субъектов исследования обеспечивает адекватный дизайн (схема, шаблон) исследования. Наиболее распространенными являются следующие его варианты [1, 6]:

**Наблюдение и эксперимент.** В наблюдении исследователь лишь описывает процесс, в эксперименте — активно вмешивается в события.

**Исследование методом "поперечного среза" (одномоментные) и продленные исследования.** В исследованиях "поперечного среза" каждого участника исследуют один раз, а в продленных исследованиях участников обследуют более одного раза, т.е. наблюдают на протяжении определенного периода времени.

**Ретроспективные и проспективные исследования.** В ретроспективных исследованиях оценивают прошедшие события. К сожалению, никогда нет уверенности в том, что наблюдаемая группа больных отражает общие для всех таких больных характеристики, а сведения о прошлом никогда не бывают надежными. Поэтому такие результаты обычно не рассматриваются как исчерпывающе доказательные. Тем не менее, поскольку такая организация относительно дешева и проста, а для редких заболеваний является единственно возможной, подобный дизайн находит свое применение.

В проспективных (продленных) исследованиях вначале составляется план исследования и порядок сбора и обработки данных. Большинство проводимых в последние десятилетия исследований являются проспективными. Правильное осуществление этого варианта дизайна позволяет проводить корректные исследования с получением результатов, заслуживающих доверия.

**Несравнительные и сравнительные исследования.** При несравнительном исследовании используют методы описательной статистики, при сравнительном — сравнивают две и более группы.

Несравнительные исследования и исследования "методом поперечного среза", как правило, относятся к "пилотным", или поисковым, а более крупные, серьезные, подтверждающие исследования, за редким исключением, проводятся как сравнительные продленные.

**Контролируемые исследования.** Контролируемое в широком смысле означает проведение исследования в соответствии с протоколом и под контролем монитора, этического комитета и официальных инстанций, в узком смысле такое исследование предполагает наличие контрольной группы пациентов. Естественно, результаты, полученные в ходе контролируемого исследования (в тех случаях, когда это возможно), заслуживают большего доверия.

**Когортные исследования.** Когорта — группа лиц, изначально объединенных каким-либо общим признаком и наблюдаемая в течение определенного периода времени. Когортные исследования, как правило, являются продленными. В редких случаях форми-

руют так называемую ретроспективную когорту, когда выборку формируют ретроспективно, а в настоящее время повторно обследуют.

**Исследования случай-контроль.** Отличительная особенность этой методики состоит в том, что к моменту начала исследования все изучаемые исходы уже наступили. Это ретроспективные исследования, и потому они обладают меньшей степенью доказательности. Однако выполнение этого варианта дизайна требует меньших материальных и временных затрат, чем когортное исследование.

При выборе дизайна следует учитывать два существенных момента:

1. Ни один из всего многообразия применяемых в настоящее время видов дизайна не имеет заведомых преимуществ перед другими.

2. Выбор дизайна каждого исследования должен быть обоснованным, т.е. исследователь должен сам представлять и иметь возможность объяснить другим, почему для данного испытания был выбран именно этот, а не какой-нибудь другой дизайн.

Даже самые добросовестные исследователи не всегда могут избежать непреднамеренного влияния на результаты исследований, которые они проводят. Такое непреднамеренное влияние называют смещением, или систематической ошибкой. Для ее устранения, формирования однородных по характеристикам контрольных групп в сравнительных исследованиях и обеспечения правомерности применения статистических тестов используют методы рандомизации ("random" - означает случайный), стратификации и процедуры слепого метода. Рандомизация обеспечивает желаемую однородность пациентов в целевых группах и позволяет добиться эквивалентности — по полу, возрасту, длительности заболевания, сопутствующей патологии, сопутствующей терапии и т.д. — групп между собой и максимально уменьшить необъективность при получении данных.

Существуют и случайные ошибки (первого и второго рода), когда отклонение результата (отдельного) наблюдения в выборке от истинного значения в популяции обусловлено исключительно случайностью. В отличие от систематической ошибки, влияние случайности нельзя устранить, но можно уменьшить с помощью правильно спланированного исследования, а оставшуюся ошибку затем оценить статистическими методами.

Исследования в области медицины во все времена носили особый характер, ведь это единственная область познаний, где в качестве объекта исследования выступает человек. Поэтому и к исследователю, и к исследованию предъявляются самые высокие требования. Во-первых, при всех обстоятельствах исследователь должен оставаться Врачом, соблюдая принципы врачебной этики и ставя интересы пациента выше интересов исследования. Во-вторых, исследование должно быть выполнено соответственно принципам качественных клинических испытаний и медицины, основанной на доказательствах. Иначе исследование создает лишь наукообразность работы врача и его результаты не могут быть в последующем внедрены в широкую медицинскую практику.

#### Литература

1. Власов В.В. Введение в доказательную медицину. — М.: Медиа Сфера, 2001. — 392 с.
2. Зильбер А. Новое перо на старой шляпе? Доказательная медицина: реальная польза или исследовательская мода?. — Медицинский вестник, апрель 2002 г. - № 12 (211). — С. 8.
3. Петров В.И., Седова Н.Н. Практическая биоэтика: этические комитеты в России. — М.: Триумф, 2002. — 192 с.
4. Правовые основы здравоохранения в России / Под редакцией акад. РАМН Ю.А. Шевченко. - М.: Геотар-Мед, 2001. — 212 с.
5. Сергиенко В.И., Бондарева И.Б. Математическая статистика в клинических исследованиях. — М.: Геотар медицина, 2000. — 256 с.
6. Флетчер Р., Флетчер С., Вагнер Э. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины. - Перевод с англ. - М.: Медиа Сфера, 1998. — 352 с.

**ЛИВЗАН Мария Анатольевна**, кандидат медицинских наук, заведующая курсом клинической патологии при кафедре патологической анатомии, заместитель проректора по последипломному образованию.

**КОНОНОВ Алексей Владимирович**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой патологической анатомии с курсом клинической патологии, проректор по научно-исследовательской работе.

УДК 001:517.911/.958

**Л. З. ШРАЙБЕР**

Омский государственный  
аграрный университет

## ПЛАГИАТ — ОПАСНАЯ НАУЧНАЯ БОЛЕЗНЬ

**Плагиат требует аккуратности и здравого смысла: не следует переписывать бросающиеся в глаза тексты и, тем более, помещать их в сборники и журналы, посвященные совсем другой тематике.**

1. «Применительно к нашей конструкции системы будем считать  $n$  каких-либо переменных (элементов)  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , связанных дифференциальными формами:  $(\sum Q_j dx_j) = 0, j = 1, 2, \dots, m, m < n$ , где  $Q_j$  —

дифференцируемые функции в заданной области изменения переменных.

Таким образом, наши системы являются топологическими структурами, в которых находят мате-

математическую формулировку интуитивные понятия окрестности, предела и непрерывности, к которым нас приводит наше представление об окружающей среде. В частном случае переменные могут быть связаны конечными уравнениями  $F_j(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0$ ,  $j = 1, 2, \dots, m$ ,  $m < n$ , где  $F_j$  является дифференцируемой функцией в заданной области изменения переменных  $\langle \dots \rangle$ . Система существует и развивается во времени, поэтому следующий шаг в определении системы — нахождение дифференциальных уравнений для переменных системы. В соответствии с [3] система дифференциальных уравнений для системы, заданной с точностью до пересекающихся многообразий (1), будет иметь вид  $dx_i/dt = f_i(Q_1, \dots, Q_n, u_1, \dots, u_s)$ , где  $Q_i$  могут быть частными производными от уравнений (2), а  $u_1, \dots, u_s$  являются неопределенными коэффициентами.

Наличие этих неопределенных коэффициентов в структуре дифференциальных уравнений — очень существенный момент. Их число зависит как от числа переменных  $n$ , так и от числа наложенных связей, ограничений, которое равно  $m$ , при этом оказывается, что если  $n < b$ , то с ростом числа наложенных связей число неопределенных коэффициентов уменьшается, а если  $n \geq b$ , то с ростом числа наложенных связей число неопределенных коэффициентов сначала растет, а пройдя максимум, начинает убывать. В общем случае число неопределенных коэффициентов  $s$  в структуре дифференциальных уравнений определяется формулой  $s = C_n^{m+1}$ . Наличие максимума в числе неопределенных коэффициентов при изменении  $m$  и является тем свойством многомерных систем, на котором основывается рассматриваемая модель» [1].

«Будем считать, что система включает в себя совокупность элементов (переменных)  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , связанных дифференциальными формами  $(\sum Q_j dx_j) = 0$ ,  $j = 1, 2, \dots, m$ ,  $m < n$ , где  $Q_j$  — дифференцируемые функции в заданной области изменения переменных. В соответствии с [1] структура дифференциальных уравнений для системы, заданной с точностью до пересекающихся многообразий (1), будет иметь вид  $dx_i/dt = f_i(Q_1, \dots, Q_n, u_1, \dots, u_s)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ ; где  $Q_i$  — могут быть частными производными от уравнений (2), а  $u_1, \dots, u_s$  являются неопределенными коэффициентами.

Наличие этих неопределенных коэффициентов в структуре уравнений очень важно. Их число зависит как от числа переменных  $n$ , так и от числа наложенных связей, ограничений, которое равно  $m$ . При этом оказывается, что если  $n < b$ , то с ростом числа наложенных связей число неопределенных коэффициентов уменьшается, а если  $n \geq b$ , то с ростом числа наложенных связей число неопределенных коэффициентов сначала растет, а пройдя максимум, начинает убывать. В общем случае число неопределенных коэффициентов в структуре дифференциальных уравнений определяется формулой  $s = C_n^{m+1}$ . Наличие максимума в числе неопределенных коэффициентов при изменении  $m$  и является тем свойством многомерных систем, на котором основывается рассматриваемая модель» [2].

Статья [1] выделялась среди работ прикладного характера, посвященных расчету надежности, оптимизации технических средств и прогнозированию экономических процессов. Она сразу же вспомнилась, когда появились многообразия и дифференциальные формы в сутубо прикладном сборнике. Как показывает следующий пример, лучше в качестве исходного текста не брать широко известные материалы.

2. «Уровень управления зависит от характеристик транспортных потоков и определяет алгоритм управления, состав автоматизированных систем управления дорожным движением, ориентировочные капиталовложения на ее создание и ожидаемую эффективность. Это понятие отражает степень сложности реализации того или иного вида управления.

Уровень управления выбирается в зависимости от величины  $z$ :

$z \leq 2$  (АСУД 1.1, АСУД 1.2, АСУД 1.3 — базовые модели АСУД зонального управления);

$2 \leq z \leq 3,5$  (АСУД 2.1 — базовая модель АСУД с бесцентровой структурой, реализующая координированное управление движением транспорта на группе перекрестков по трем программам координации с их сменой в определенное время суток);

$3,5 < z \leq 6,5$  (АСУД 2,2 — базовая модель АСУД, реализующая координированное управление световой сигнализацией по семи заранее рассчитанным программам координации);

$6,5 < z \leq 11$  (АСУД 2.2 или АСУД 3 — базовая модель АСУД с управляющим вычислительным комплексом (УВК), осуществляющим сбор, обработку и анализ информации о характеристиках транспортных потоков в характерных точках, а также выбор программы координации на дорожно-уличной сети города или его района);

$z < 11$  (АСУД 3).

Учитывая, что существующая и перспективная технология проектирования автоматизированных систем управления дорожным движением ориентируется на агрегатные комплексы средств, позволяющие по существу реализовать некоторые решения из набора базовых типов АСУД, показатель  $z$  на предпроектной стадии создания АСУД можно вычислить по формуле  $z = c^2/N$ , где  $c$  — количество светофорных объектов в городе;  $N$  — число жителей в городе.

При расчете показателя  $z$  на перспективу величина  $c$  в формуле определяется установленной сотрудниками ВНИИ МВД СССР функциональной зависимостью, в которую входят показатели уровня автомобилизации и численности населения городов. Результаты расчетов прогнозируемых величин приведены в табл. 1. Чтобы повысить эффективность работы

Таблица 1

Размер города	Количество светофорных объектов по годам прогнозирования			
	1985	1990	1995	2000
Средний (50-100 тыс. чел.)	10	14	19	26
Большой (100-250 тыс. чел.)	26	36	48	5
Крупный (250-500 тыс. чел.)	51	71	96	130

всей транспортной системы города, необходимо и целесообразно совершенствовать дорожно-уличную сеть в тесной взаимосвязи с применяемыми методами и техническими средствами организации дорожного движения, уровнями автоматизированного управления» [3].

«Для ориентировочной оценки типа системы можно использовать показатель  $z$ , от значения которого зависит выбор необходимого типа системы управления для данного города (табл. 2):  $z = y^2/10^3x_1$ , где  $y$  — число светофорных объектов в городе;  $x_1$  — население города, млн. чел.

Таблица 2

z	Необходимый тип системы	Примечания
(2; 3,5] (3,5; 6,5]	Система ТСКУ-3М Система АСКУ	Система не выпускается (заменяется аналогом)
>6,5	Система ГОРОД	

Величину  $u$  можно вычислить по приближенной эмпирической формуле:

$$y = [0,45 + 0,35 \operatorname{arctg} 80(x_1 - 0,04)] \times \\ \times [12 + 43x_1^{1,3} \exp((6,54 \cdot 10^{-3}x_2 + g_3)(1 - 0,11x_1))],$$

где  $x_2$  — число зарегистрированных в городе транспортных средств в тысячах приведенных единиц;  $x_3$  — суточная интенсивность через границу города транзитного движения в тысячах приведенных единиц;  $g$  — коэффициент структуры сети» [4].

**Замечания:** а) Величина  $u$  в Руководстве (обязательном для работников ГАИ) заменена в тезисах [3] на  $c$ , множитель  $10^3$  отсутствует, поэтому расчет по формуле приводит к странным результатам (авторы тезисов, очевидно, просто не обратили на него внимания): для большого города  $c = 26$ ,  $N = 100\,000 \Rightarrow z = 26^2/100\,000 = 0,007$ ; таким образом, величина  $z$  во много раз меньше минимального значения  $z$  в таблице 2;

б) оказывается, при росте населения от 100 тыс. чел. до 250 тыс. чел. число светофорных объектов не меняется (равно 26) — в исходном тексте такого утверждения нет;

в) прогнозировать уровень управления ( $z$ ), не прогнозируя рост числа светофорных объектов на 5-10 лет, невозможно, именно для этого в Руководстве приведена формула расчета величины  $u$ . Сотрудники ВНИИ МВД не причастны к выводу функциональной зависимости; этот подход впервые был опубликован еще в 1974 году (среди авторов статьи «для служебного пользования», конечно, нет ни Т.Ш. Горшкова, ни В.М. Полукарова); переписывать, добавив «воду» и ошибки, из официального руководства — для этого надо иметь «смелость».

3. «Для полной ясности нашего анализа «Федона» из него необходимо сделать еще по крайней мере три логически вытекающих из платоновского учения вывода, которые сам Платон, правда, не делает (он их будет делать в других диалогах), но которые мы должны сейчас за него сделать, чтобы не запутаться в этом сложном предмете» [5].

**Замечание:** Платон сделал выводы в других работах, но поскольку эти работы опубликованы, причем несколько раньше работ современного комментатора, то повторение этих выводов выглядит непонятно.

4. «Для того, чтобы обслуживание на транспорте удовлетворяло определенному уровню качества, можно потребовать выполнения условия

$$\frac{\Phi_k}{\sum_j b_j X_{jk}} \leq \rho_k, k = \overline{1, K},$$

означающего, что отношение среднего количества пассажиров ( $\Phi_k$ ), проезжающих за время оборотного рейса на самом напряженном участке маршрута, к количеству предоставляемых рабочих мест ( $b_j$  - вместимость ТС  $j$ -ой марки) не должно превышать задан-

ного значения  $\rho_k$ ,  $0 < \rho_k \leq 1$ . Так как в самый напряженный период пик (обозначим его номер через  $K_0$ ) на маршруте работает максимальное количество ТС, то

$$x_{jk} \leq x_j, k = \overline{1, K}, j = \overline{1, J}, x_{jK_0} = x_j, j = \overline{1, J} \text{ » [6].}$$

5. Нет смысла переписывать идентичный текст из сборника, изданного в Киевском институте кибернетики. Правда, величина  $\rho_k$  заменена в нем на  $Q_k$ , — очевидно, К.Б. Насретдинов (в настоящее время — доктор технических наук) не привык пользоваться древнегреческим алфавитом.

6. «Книга господина Бомбэ проходила незамеченной. Но Карпани, интересуясь всякой новинкой о Гайдне, покупает эту книгу, приносит домой, разрезает, читает, с ужасом привскакивает. Нигде ни слова о нем, но всюду его слова. Какой ужас! Бомбэ пишет как ученик Гайдна: «Когда я присутствовал при последних минутах жизни Иосифа Гайдна, меня охватила страшнейшая лихорадка, я не мог владеть собою». Ведь это он, Карпани, присутствовал! Ведь это у него была лихорадка! Никакой Бомбэ не учился у Гайдна! Как же смеет этот француз так бесстыдно красть чужие труды! И вот немного спустя книга господина Бомбэ о музыканте Гайдне привлекает уже всеобщее внимание. Газеты перепечатывают письма Карпани о том, как его обокрали».

#### Литература

- Игнатъев М.Б. Об одной модели процесса развития в сложных системах. В кн.: «Прикладные задачи технической кибернетики», М.: «Советское радио», 1966.
- Павленко Г.П. К вопросу о синтезе универсальных автоматизированных систем контроля сложных объектов. В сб.: «АСУ и технические средства», Вып. 1, Омск, 1973.
- Горшков Т.Ш., Полукаров В.М. Организация дорожного движения и проблемы совершенствования транспортных систем городов. «III научно-практическая конференция стран-членов СЭВ по проблемам безопасности дорожного движения. III секция» София, 10-13 октября 1984 г.
- Якушин Л.А., Космачев А.Н., Вялых А.Г. и др. «Автоматизированные системы и технические средства управления дорожным движением (пособие)». Утверждено Управлением ГАИ МВД СССР, Москва, 1977.
- Лосев А.Ф. Комментарии. / Платон. Сочинения в трех томах. Т. 2. М.: «Мысль», 1970. - 611 с.
- Раскин Е.М., Хейфец П.Б. Экономико-математическая модель определения структуры ресурса подвижного состава на маршрутах ПАТП. // Академия наук СССР. Дальневосточный научный центр. Институт автоматизации и процессов управления. «Моделирование процессов управления транспортными системами». Тезисы докладов всесоюзной конференции (Отв. редактор А.П. Артынов). Владивосток. 1977.
- Насретдинов К.Б. Городской пассажирский транспорт крупного города как сложная экономическая система. // Ордена Ленина институт кибернетики АН УССР «Применение математических методов в экономических исследованиях и планировании». Киев. 1978.
- Виноградов А.К. Три цвета времени. Роман. М.: ГИХЛ, 1957. - 599 с.

**ШРАЙБЕР Леонид Зиновьевич**, инженер научно-технического центра.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ УСЛУГИ

Дополнительные образовательные услуги по программам профессиональной переподготовки и программам курсов повышения квалификации для специалистов полиграфической отрасли (лицензия на право ведения образовательной деятельности в сфере профессионального образования № 24 Г-0386 от 1 апреля 1999 г) предлагает Центр дополнительного образования МГУП.

**Краткосрочные двухнедельные специализированные курсы** дают возможность овладеть набором знаний, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. Предлагаемый набор – более 100 курсов по доредакционным, редакционным и послепечатным процессам, информационным технологиям в полиграфии, по издательскому делу и книгораспространению, экономике, маркетингу, дизайну. Разработаны специальные программы повышения квалификации для редакторов, технологов, механиков, руководителей подразделений экономических, маркетинговых и рекламных служб.

По окончании учебы выдается удостоверение государственного образца о повышении квалификации (при продолжительности курса свыше 72 ч) или удостоверение МГУП (до 72 ч).

Курсы повышения квалификации включают также программы, ориентированные на слушателей, желающих получить начальные навыки работы в отдельных профессиональных программных обработках информации, повысить профессиональную подготовку операторов компьютерных издательских систем, печатников. Программы данных курсов рассчитаны на 40 академических часов и уточняются в соответствии с пожеланиями заказчиков. Занятия проводятся в форме тренинга и организуются для небольшой группы слушателей (2-4 человека), т.е. фактически являются индивидуальными. Все практические задания направлены на выработку и закрепление у обучаемого профессиональных навыков. По окончании учебы выдается удостоверение университета печати.

Оперативной формой обучения являются **одно- и двухдневные специализированные семинары**, которые проводятся с участием ведущих преподавателей университета и известных специалистов отрасли. Семинары отличаются их практической направленностью. Семинары строятся по модульному принципу, что дает возможность получения системных знаний по интересующим вопросам. Цикл семинаров одного направления приравнивается к краткосрочным курсам повышения квалификации.

Обучение платное.

*Справка: приказом Министра финансов РФ от 15 марта 2000 г. №26н затраты на подготовку и переподготовку кадров предприятиям разрешается включать в себестоимость продукции (работ, услуг) и расходовать на эти цели до 4 % фонда оплаты труда работников.*

Специалисты Центра готовы оказать содействие в проведении обучения по индивидуальному курсу с учетом специфики предприятия и степени подготовки слушателя. Иногородним слушателям предоставляется благоустроенное общежитие. Университет готов провести выездные семинары и курсы на предприятиях в регионах.

Подробную информацию о расписании этих и многих других курсов Вы сможете узнать по тел.: **976-33-76** (Ирина, Людмила).

**Наш адрес:** г. Москва, ул. Прянишникова, 2а.

**Проезд:** м. "Войковская", трамвай №27 до остановки "Полиграфический институт" или автобусы № 179, 282, 204, 191 до остановки "Кинотеатр Байкал".