

МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

# УЧЁНЫЙ

ежемесячный научный журнал

být v jedné rovině vš  
bez výjimky.

VELLÉ DIDAKTIKY

Vše, co potřebuje vědět učit.

Vše, co by mělo být sledováno  
ale nejprve se navrhuje v  
obecné rovině, a poté po  
částech.

11

2013

Часть I

JOH. AMOS COMENIUS  
PACTUS.  
Hoc est,  
fundamentalium in Mundo Re-  
rum & in Vita Actionum  
Pictura & Nomenclatura.  
sichtbare Welt /  
Das ist /  
den Welt = Dinge und Ess-  
Berrichtungen  
Benahmung.

OMNIA  
vše s přírodou  
všechný věc  
ktika, Ch. XXI



ISSN 2072-0297

# Молодой учёный

Ежемесячный научный журнал

№ 11 (58) / 2013

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

**Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г.**

Журнал входит в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на платформе eLibrary.ru.

Журнал включен в международный каталог периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory».

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Главный редактор:** Ахметова Галия Дуфаровна, *доктор филологических наук*

**Члены редакционной коллегии:**

Ахметова Мария Николаевна, *доктор педагогических наук*

Иванова Юлия Валентиновна, *доктор философских наук*

Лактионов Константин Станиславович, *доктор биологических наук*

Комогорцев Максим Геннадьевич, *кандидат технических наук*

Ахметова Валерия Валерьевна, *кандидат медицинских наук*

Брезгин Вячеслав Сергеевич, *кандидат экономических наук*

Котляр Алексей Васильевич, *кандидат геолого-минералогических наук*

Яхина Асия Сергеевна, *кандидат технических наук*

Насимов Мурат Орленбаевич, *кандидат политических наук*

Лескова Екатерина Викторовна, *кандидат физико-математических наук*

**Ответственный редактор:** Кайнова Галина Анатольевна

**Международный редакционный совет:**

Айрян Заруи Геворковна, *кандидат филологических наук, доцент (Армения)*

Арошидзе Паата Леонидович, *доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)*

Атаев Загир Вагитович, *кандидат географических наук, профессор (Россия)*

Велковска Гена Цветкова, *доктор экономических наук, доцент (Болгария)*

Гайич Тамара, *доктор экономических наук (Сербия)*

Данатаров Агахан, *кандидат технических наук (Туркменистан)*

Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, *доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)*

Игисинов Нурбек Сагинбекович, *доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)*

Лю Цзюань, *доктор филологических наук, профессор (Китай)*

Нагервадзе Марина Алиевна, *доктор биологических наук, профессор (Грузия)*

Прокопьев Николай Яковлевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

Прокофьева Марина Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)*

Ребезов Максим Борисович, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)*

Хоналиев Назарали Хоналиевич, *доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)*

Хоссейни Амир, *доктор филологических наук (Иран)*

**Художник:** Евгений Шишков

**Верстка:** Павел Бурьянов

На обложке изображен Ян Амос Коменский — чешский общественный деятель, основоположник научной педагогики.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

**Адрес редакции:**

420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231. E-mail: info@moluch.ru; http://www.moluch.ru/.

**Учредитель и издатель:** ООО «Издательство Молодой ученый»

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии «Конверс», г. Казань, ул. Сары Садыковой, д. 61

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

- Андрейчик М.Н., Коптенко Е.В., Орлова А.А.**  
Интегральные операторы в весовых пространствах измеримых функций .....1
- Атамуратов А.Ж.**  
Приведение к тригонометрической проблеме моментов на примере задачи гашения колебаний прямоугольной мембраны, балки и прямоугольной пластины ..... 6
- Атамуратов А.Ж.**  
Получение интегралов энергии для прямоугольной мембраны, балки и прямоугольной пластины ..... 10
- Расулова З.Д.**  
О дискретном спектре обобщенной модели Фридрихса с возмущением ранга не более чем 4 .....15

### ФИЗИКА

- Емельянов А.А., Медведев А.В., Кобзев А.В., Козлов А.М., Бесклеткин В.В., Бочкарев Ю.П., Авдеев А.С., Чернов М.В., Габзалилов Э.Ф., Киряков Г.А.**  
Моделирование системы АИН с ШИМ — линейный асинхронный двигатель ( $Z_1 = 6$ ) с обмоткой индуктора через ярмо .....18
- Середин П.В., Леньшин А.С.**  
Основные проблемы формирования нано- и гетероструктур на основе кремния и полупроводников АЗВ5 для современной оптоэлектроники.....28

### ХИМИЯ

- Головлев С.В.**  
Анализ процессов формирования молекулярных кластеров в системе углеродный нанообъект — водная среда .....32
- Фармонов Ж.Б., Суванова Ф.У.**  
Подбор адсорбентов для очистки хлопковых масел .....34

### ИНФОРМАТИКА

- Агеева С.П.**  
Проблемы внедрения CRM ..... 37
- Акимов А.Г.**  
Автоматизированная система электронного контроля .....39
- Демин А.В.**  
Логико-вероятностные методы прогнозирования и распознавания нарушений динамики финансовых временных рядов ..... 41
- Слизова С.В.**  
Электронные учебники. Плюсы и минусы.....46
- Третьякова В.И.**  
Моделирование операционной системы реального времени сетями Петри .....48
- Хачунц Д.С.**  
Программная реализация двумерной математической модели транспорта примесей в многокомпонентной воздушной среде ..... 51
- Юдин Т.Н.**  
Анализ комплексных программных решений, реализующих планирование ресурсов предприятия.....53

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Арискин М.В., Никишина О.В.**  
Применение клеенных стальных шайб в стыковых соединениях элементов деревянных конструкций .....58
- Арискин М.В., Пыж Е.В.**  
Экспериментальные исследования соединений деревянных конструкций на клеенных стальных шайбах ..... 61
- Арискин М.В., Пыж Е.В.**  
Исследования напряженно-деформированного состояния деревянных соединений .....65
- Арискин М.В., Пыж Е.В.**  
Алгоритм расчета соединений деревянных конструкций с применением клеенных шайб ..68
- Ашыров С.Ч.**  
Теоретическое обоснование конструктивно-технологических параметров комбинированного орудия для обработки почвы ..... 70
- Биксаев А.Ш., Сенюшкин Н.С., Лоскутников А.А., Салимова И.И.**  
Летательные аппараты нетрадиционных схем ..75
- Будылина Е.А., Гарькина И.А., Данилов А.М., Пылайкин С.А.**  
Управление безопасностью сложных систем ....78
- Будылина Е.А., Гарькина И.А., Сухов Я.И.**  
Алгоритм качественного анализа структуры и свойств материалов в области структурно-фазовых переходов .....81
- Гаврилова Е.В., Бажина К.А.**  
Органолептическая оценка полуфабрикатов мясных рубленых с растительными компонентами .....84
- Данатаров А.**  
Новый метод повышения плодородия орошаемых земель .....86
- Динь Дык Лок, Мамонтов В.А.**  
Исследование влияния качества цементованного слоя на эксплуатационные характеристики зубчатых колес ..... 90
- Доронина А.С., Амерханов И.М., Альхамова Г.К., Губер Н.Б., Асенова Б.К.**  
Порядок проведения добровольной сертификации продукции в ЦРО — ДУМ РТ .....92
- Дуць А.О., Губер Н.Б., Хайруллин М.Ф., Ребезов Я.М., Асенова Б.К.**  
Критерии оценки конкурентоспособности сыровяленых мясopодуKтов .....95
- Дятлов М.Н., Долгов К.О., Тодорев А.Н.**  
Основные факторы, снижающие работоспособность водителя перед рейсом .....99
- Зинина О.В., Ребезов М.Б., Соловьева А.А.**  
Значение микроструктурного анализа при разработке способов биомодификации мясного сырья ..... 103
- Камалова Д.З.**  
Световая реконструкция древних городов Узбекистана ..... 106
- Канцедалов Д.А., Суркаев А.Л., Гольцов А.С.**  
Микроконтроллер STM32F4 как элемент информационно-измерительной системы для исследования поля давления волны электрического взрыва проводников ..... 115
- Кондратьева А.В., Прохасько Л.С., Мазаев А.Н.**  
Потребительские предпочтения питьевого молока в Челябинске ..... 117
- Крживка В.**  
Приливные электростанции ..... 120
- Лиходумова М.А., Прохасько Л.С.**  
К вопросу о потребительских предпочтениях слабоалкогольных напитков в г. Челябинске..... 126
- Ляпунова И.А., Тетруашвили Е.В.**  
Единственность решения задачи демо-генетической модели адаптации вредителей к изменению кормовой базы..... 130
- Маецкий А.В.**  
Экспериментальные результаты оптического контроля качества распыливания топлива при изменении способа топливоподачи и диаметра сопла распылителя ..... 133
- Мандровский К.П.**  
Оптимизация режима движения комбинированных дорожных машин при выполнении работ по содержанию дорог с использованием математических моделей..... 139
- Меркульев А.Ю., Горячев Н.В., Юрков Н.К.**  
Системы охлаждения полупроводниковых электрорадиоизделий ..... 143
- Мурадова А.А.**  
Анализ влияния использования протоколов MPLS и RSVP на надежность сети NGN..... 146
- Назаревич С.А.**  
Разработка процесса оценки результатов научно-технических исследований ..... 151
- Нгуен Минь Тиен**  
Исследование режимов проведения стендовых испытаний электронных систем управления двигателем автомобиля..... 155

|   |   |
|---|---|
| <b>Нгуен Минь Тиен</b><br>Исследование методики проведения<br>и математической модели оценки влияния<br>технического состояния элементов электронных<br>систем управления двигателем на экологические<br>показатели ..... 157 | <b>Ряховский А.Е., Коннов А.Л.</b><br>Метод контуров для повышения технических<br>характеристик распределенной вычислительной<br>сети ОАО «РЖД»..... 179                    |
| <b>Никифоров Д.С.</b><br>Анализ разработки и доработка<br>сложнопостроенных объектов месторождений<br>на поздней стадии эксплуатации ..... 160  | <b>Степанов Е.В.</b><br>Исследование свойств импрегнатора ..... 183   |
| <b>Нуштаева А.И., Губер Н.Б.</b><br>Анализ состояния рынка мясных баночных<br>консервов России и Уральского региона ..... 168   | <b>Толстоуцкий В.А., Антощенко Р.В.</b><br>Методология моделирования функционирования<br>многоэлементных мобильных машин на плоской<br>горизонтальной поверхности ..... 186 |
| <b>Петров В.К.</b><br>Влияние влажности ореха на процесс<br>его разрушения..... 171   | <b>Фадеева Г.Д., Железняков Л.А., Паршина К.С.</b><br>Использование перспективных строительных<br>конструкций ..... 191   |
| <b>Поздняков Е.В., Дручинин Д.Ю.</b><br>Способы и современные средства механизации<br>для удаления пней ..... 173   | <b>Фадеева Г.Д., Железняков Л.А. Паршина К.С.</b><br>Характеристика рынка ремонтно-строительных<br>работ города Пензы. Часть 1..... 193                                     |
| <b>Ролич М.Л.</b><br>Обеспечение качества обслуживания сетей<br>на базе MPLS ..... 177  | <b>Фадеева Г.Д., Железняков Л.А., Паршина К.С.</b><br>Характеристика рынка ремонтно-строительных<br>работ города Пензы. Часть 2..... 195                                    |



# МАТЕМАТИКА

## Интегральные операторы в весовых пространствах измеримых функций

Андрейчик Марина Николаевна, магистр;  
 Коптенок Елизавета Викторовна, магистр;  
 Орлова Анна Андреевна, магистр

Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского

### Введение

Хорошо известно, что интегральные операторы с ядрами Пуассона и Коши проектируют классы Гельдера на единичной окружности на соответствующие классы аналитических функций ([1], [2]) На этом основаны многие вопросы математической физики (теория краевых задач типа Привалова, Гильберта, Римана и т. д.) ([1], [2]) Однако во многих задачах комплексного и функционального анализа возникает потребность проектирования более широких классов функций, заданных на том или ином множестве на соответствующие пространства аналитических функций.

В последние годы появляется много работ российских и зарубежных математиков посвященных проектированию  $L^p$  пространства суммируемых функций на весовые пространства Бергмана. Эти вопросы изложены в известных монографиях ([3], [4]) В этой статье мы продолжаем исследование по проблематике, изложенной в работе [5]. Впервые было замечено, что интегральные операторы с ядрами Бергмана проектируют классы измеримых в единичном круге функций, производная которых по углу суммируема, отображается на пространства аналитических функций удовлетворяющих такому же условию.

В этой статье мы докажем близкие теоремы в том случае, когда производная по одному направлению, скажем по радиусу, имеет определенный рост при приближении к единичной окружности (в случае полуплоскости — к вещественной оси)

### Формулировка и доказательство основных результатов статьи

Для формулировки доказательства основных результатов введем следующие обозначения.

Пусть  $\mathbb{C}$  — комплексная плоскость,  $\mathbb{C}^+$  — верхняя полуплоскость, т. е.  $\mathbb{C}^+ = \{z \in \mathbb{C} : \text{Im } z > 0\}$ ,  $D = \{z : |z| < 1\}$  — единичный круг на комплексной плоскости  $\mathbb{C}$ ,  $H(D)$  — множество всех аналитических функций в  $D$ . Пусть далее  $H(\mathbb{C}^+)$  — множество аналитических функций в  $\mathbb{C}^+$ ,

$$Q_s(z, \zeta) = \frac{s+1}{\pi} \frac{(1-|\zeta|^2)^s}{(1-\bar{\zeta}z)^{s+2}}, \quad \zeta, z \in D \text{ — ядро Бергмана для круга порядка } s, \text{ а}$$

$$B_s(z, \zeta) = \frac{c(s)\eta^s}{(\bar{\zeta} - z)^{s+2}}, \quad \zeta, z \in \mathbb{C}^+ \text{ — ядро Бергмана для полуплоскости } \mathbb{C}^+ \text{ порядка } s,$$

$$K_s(f)(z) = \frac{s+1}{\pi} \int_D \frac{f(\zeta)(1-|\zeta|^2)^s}{(1-\bar{\zeta}z)^{s+2}} d\xi d\eta, \text{ где } \zeta = \xi + i\eta, s > \gamma - 1. \tag{1}$$

$$T_s(f)(z) = c(s) \int_{\mathbb{C}^+} B_s(z, \zeta) f(\zeta) d\xi d\eta, \text{ где } \zeta = \xi + i\eta, s > \gamma - 1$$

Если  $\varphi$  — монотонно возрастающая положительная функция на  $(0; +\infty)$ , а  $L(E)$  — множество измеримых функций на измеримом множестве  $E$ , то

$$L^\infty(\varphi, D) = \left\{ f \in L^0(D) : |f(z)| \leq c_f \varphi\left(\frac{1}{1-|z|}\right), z \in D \right\}$$

$$L^\infty(\varphi, \mathbb{C}^+) = \left\{ f \in L^0(\mathbb{C}^+) : |f(x+iy)| \leq c_f \varphi\left(\frac{1}{y}\right), z = x+iy \in \mathbb{C}^+ \right\},$$

где  $C_f$  — некоторое положительное число, зависящее только от  $f$ ,  $\varphi$  — некоторая монотонно растущая положительная функция на  $\mathbb{R}_+ = [0, +\infty)$ ,  $n$  — неотрицательное целое число, то есть  $n \in \mathbb{Z}_+$

Как указывалось выше, такие операторы были исследованы в  $L^p$  пространствах суммируемых функций ([3], [4]). Мы изучаем поведение этих операторов в следующих пространствах суммируемых функций:

$$A_n(\varphi, D) = \left\{ f \in H(D) : \left| f^{(n)}(z) \right| \leq C_f \varphi\left(\frac{1}{1-|z|}\right), z \in D \right\}, \tag{2}$$

$$A_n(\varphi, \mathbb{C}^+) = \left\{ f \in H(\mathbb{C}^+) : \left| f^{(n)}(z) \right| \leq C_f \varphi\left(\frac{1}{y}\right), z = x+iy \in \mathbb{C}^+ \right\}$$

**Определение.** Скажем, что функция  $\varphi$  принадлежит классу  $\Omega$ , если существует положительное число  $C_\varphi$ , такое что:  $\left| \frac{\varphi'(x)x}{\varphi(x)} \right| \leq C_\varphi$  и  $\int_1^x \frac{\varphi(u)}{u} du \leq C_\varphi \cdot \varphi(x)$ ,  $\int_1^x \frac{\varphi(u)}{u^2} du \leq \frac{\varphi(x)}{x}$ ,  $x \in \mathbb{R}_+$  и  $\varphi$  удовлетворяет оценке  $\varphi(x) \leq C_\varphi(x^\gamma + 1)$ , при всех  $x \in \mathbb{R}_+$  и при некотором  $\gamma > 0$ .

Основной результат статьи являются доказательства следующих двух утверждений.

**Теорема 1.** Пусть функция  $f$  интегрируема в  $D$  и такая, что  $f$  и  $\frac{\partial^n f}{\partial r^n}(r \cos \theta, r \sin \theta)$  принадлежат классу  $L^\infty_\varphi(D)$ , при некотором  $n \in \mathbb{Z}_+$ , где  $\varphi \in \Omega$ . Тогда  $K_S$  тоже принадлежит классу  $A_n(\varphi, D)$ .

**Теорема 2.** Пусть  $f$  — интегрируема в  $\mathbb{C}^+$  и такая, что  $f$  и  $\frac{\partial^n f}{\partial y^n}(x, y)$  принадлежат классу  $L^\infty_\varphi(\mathbb{C}^+)$  при некотором  $n \in \mathbb{Z}_+$ . Тогда функция  $T_S(f)$  принадлежит классу  $A_n(\varphi, \mathbb{C}^+)$  т. е. оператор  $T_S(f)$  отображает пространство функций  $n$ -ая производная, которых принадлежит классу  $L^\infty_\varphi(\mathbb{C}^+)$  на пространство  $A_n(\varphi, \mathbb{C}^+)$ .

Доказательство теоремы 1

Пусть функция  $f$  — удовлетворяет условию:

$$\left| \frac{\partial^n f}{\partial r^n}(re^{i\theta}) \right| \leq C_f \varphi\left(\frac{1}{1-r}\right), \theta \in [-\pi; \pi], r \in [0; 1], z \in \mathbb{Z}_+$$



Докажем, что аналогичная оценка справедлива для функции  $K_s^{(n)}(f)(z)$ .

Указанную оценку мы получим при  $n = 1$ , при  $n \geq 2$  основные рассуждения сохраняются, появляются только технические сложности.

Итак, пусть  $n = 1$ . Заметим, что указанный интеграл (1) абсолютно сходится, если  $f \in L^\infty(D)$  и  $s > \gamma$ . Действительно, имеем

$$|K(f)(z)| \leq C_f \int_D \left( \frac{1-|\zeta|^2}{|1-\bar{\zeta}z|^{s+2}} \right)^s \varphi \left( \frac{1}{1-|\zeta|} \right) d\xi d\eta \leq C_f C_\varphi \int_D \left( \frac{1-|\zeta|^2}{|1-\bar{\zeta}z|^{s+2}} \right)^{s-\gamma} d\xi d\eta + \ln \frac{1}{1-|z|},$$

В последней оценке мы воспользовались тем, что  $\varphi \in \Omega$ . Учитывая также оценку

$$\int_D \left( \frac{1-|\zeta|^2}{|1-\bar{\zeta}z|^{s+2}} \right)^{s-\gamma} d\xi d\eta \leq \frac{C}{(1-|z|)^{s-\gamma}}$$

окончательно получим:

$$|K(f)(z)| \leq \frac{C(f, \varphi)}{(1-|z|)^{s-\gamma}},$$

где  $C(f, \varphi)$  — постоянное число, зависящее только от  $f$  и  $\varphi$ .

Перейдем к оценке функции  $K_s'(f)(z)$ .

Вычисляя производную функции  $K_s(f)$  получаем:

$$K_s'(f) = \frac{s+1}{\pi} \int_D \frac{f(\zeta) (1-|\zeta|^2)^s (s+2) \bar{\zeta}}{(1-\bar{\zeta}z)^{s+3}} d\xi d\eta = \frac{(s+1)(s+2)}{\pi} \int_0^1 \int_{-\pi}^\pi \frac{e^{-i\varphi} f(re^{i\varphi}) (1-r^2)^s r^2 dr d\varphi}{(1-re^{-i\varphi}z)^{s+3}}.$$

Преобразуем внутренний интеграл, интегрируя его по частям и учитывая, что  $s > \gamma$ , получим:

$$\begin{aligned} \int_0^1 \frac{f(re^{i\varphi}) (1-r^2)^s r^2 dr}{(1-re^{-i\varphi}z)^{s+3}} &= \frac{1}{(s+2)ze^{-i\varphi}} \int_0^1 f(re^{i\varphi}) (1-r^2)^s r^2 d \left( \frac{1}{(1-zre^{-i\varphi})^{s+2}} \right) = \\ &= \frac{1}{(s+2)ze^{-i\varphi}} \left( \int_0^1 \frac{f(re^{i\varphi})}{(1-zre^{-i\varphi})^{s+2}} (2r(1-r^2)^s - r^2s(1-r^2)^{s-1} 2r) dr - \int_0^1 \frac{\partial f}{\partial r}(re^{i\varphi}) (1-r^2)^s \frac{1}{(1-zre^{-i\varphi})^{s+2}} dr \right). \end{aligned}$$

Тогда

$$\begin{aligned} K_s'(f)(z) &= \frac{(s+1)}{\pi} \left( \int_0^1 \frac{f(re^{i\varphi})}{(1-zre^{-i\varphi})^{s+2}} (2r(1-r^2)^s - r^2s(1-r^2)^{s-1} 2r) - \int_{-\pi}^\pi \frac{1}{z} \left( \int_0^1 \frac{\partial f}{\partial r}(re^{i\varphi}) r^2 (1-r^2)^s \right) \frac{1}{(1-zre^{-i\varphi})^{s+2}} dr \right) d\varphi = \\ &= \frac{(s+1)}{\pi} \int_{-\pi}^\pi \left( \int_0^1 \frac{\partial f}{\partial r}(re^{i\varphi}) r^2 (1-r^2)^s \frac{dr}{(1-zre^{-i\varphi})^{s+2}} + \int_0^1 \frac{f(re^{i\varphi})}{(1-zre^{-i\varphi})^{s+2}} (2r(1-r^2)^s - r^2s(1-r^2)^{s-1} 2r) dr \right) d\varphi. \end{aligned}$$

Введем следующие обозначения:

$$I_1 := \int_0^1 \frac{\partial f}{\partial r}(re^{i\varphi}) r^2 (1-r^2)^s \frac{dr d\varphi}{(1-zre^{-i\varphi})^{s+2}}$$

$$I_2 := \int_0^1 \frac{f(re^{i\theta})}{(1-zre^{-i\theta})^{s+2}} (2r(1-r^2)^s - r^2 s(1-r^2)^{s-1} 2r) dr, z \in D$$

Следующая оценка  $I_1$  получается стандартным образом (см. [5])

$$\int_{-\pi}^{\pi} |I_1(\theta)| d\theta \leq C_f \varphi\left(\frac{1}{1-|z|}\right)$$

Перейдем к оценке  $I_2$ . Для этого сначала оценим  $f$ , учитывая, что  $\left|\frac{\partial f(z)}{\partial r}\right| < C_f \varphi\left(\frac{1}{1-|z|}\right)$ .

Имеем

$$f(re^{i\varphi}) + f(0) = \int_0^r \frac{\partial f}{\partial t}(te^{i\varphi}) dt.$$

Отсюда получаем

$$|f(re^{i\theta})| \leq \int_0^r \left|\frac{\partial f}{\partial t}(te^{i\theta})\right| dt \leq C_f \left(\int_0^r \varphi\left(\frac{1}{1-t}\right) dt + 1\right).$$

Сделаем замену переменной в последнем интеграле,  $u = \frac{1}{1-t}$  получим

$$|f(re^{i\theta})| \leq C_f \int_0^{\frac{1}{1-r}} \frac{\varphi(u)}{u^2} du \leq C_f \varphi\left(\frac{1}{1-r}\right) (1-r) \tag{3}$$

В последней оценке мы воспользуемся тем, что функция  $\varphi \in \Omega$ . Вернемся к оценке  $I_2$ . Не ограничивая общность, можно предположить, что  $\rho = |z|, \frac{1}{2} \leq \rho < 1$ .

Тогда получим:

$$|I_2(\theta)| \leq C(s) \left[ \int_0^1 \frac{|f(re^{i\theta})|}{|1-zre^{-i\theta}|^{s+2}} (1-r^2)^s dr + \int_0^1 \frac{|f(re^{i\theta})|}{|1-zre^{-i\theta}|^{s+2}} (1-r^2)^{s-1} dr \right] := C(s) [I_2^1(\theta) + I_2^2(\theta)] \tag{4}$$

Интеграл  $\int_{-\pi}^{\pi} I_2^1(\theta) d\theta$  оценивается стандартным образом (см. [3], стр.106). Другими словами нетрудно установить, что

$$\int_{-\pi}^{\pi} I_2^1(\theta) d\theta \leq C(f, \varphi) \left(\frac{1}{1-|z|}\right) \tag{5}$$

Для доказательства теоремы 1 остается получить соответствующую оценку для  $\int_{-\pi}^{\pi} I_2^2(\theta) d\theta$ .

Учитывая оценку (3) имеем:

$$\int_{-\pi}^{\pi} I_2^2(\theta) d\theta \leq C \int_{-\pi}^{\pi} \int_0^1 \frac{(1-r^2)^{s-1} |f(re^{i\theta})| r}{|1-zre^{-i\theta}|^{s+2}} dr d\theta \leq \int_{-\pi}^{\pi} \int_0^1 \frac{(1-r^2)^{s-1}}{|1-zre^{-i\theta}|^{s+2}} \int_1^{\frac{1}{1-r}} \frac{\varphi(u)}{u^2} du .$$

Следовательно,

$$\int_{-\pi}^{\pi} I_2^2(\theta) d\theta \leq C \int_{-\pi}^{\pi} \int_0^1 \frac{(1-r^2)^s \varphi\left(\frac{1}{1-r}\right)}{|1-zre^{-i\theta}|^{s+2}} dr d\theta \leq \int_0^1 \frac{\varphi\left(\frac{1}{1-r}\right)(1-r^2)^s}{|1-r\rho|^{s+1}} dr.$$

Применяя рассуждения, используемые при доказательстве результатов в работе [5] отсюда окончательно получаем:

$$\int_{-\pi}^{\pi} I_2^2(\theta) d\theta \leq C(f, \varphi) \varphi\left(\frac{1}{1-\rho}\right) \tag{6}$$

Объединяя оценку (4), (5), (6) получаем:

$$|z K'_s(z)| \leq C \varphi\left(\frac{1}{1-|z|}\right) \tag{7}$$

где  $\rho = |z| < 1$

Но поскольку функция  $K'_s(z)$  принадлежит классу  $H(D)$ , то из оценки (7) немедленно следует утверждение теоремы.

Теорема доказана.

Доказательство теоремы 2 проводится, аналогичным образом, учитывая свойства ядра Бергмана

$$B_s(z, \zeta) = \frac{c(s) \eta^s}{(\bar{\zeta} - z)^{s+2}}, \quad \zeta, z \in \mathbb{C}^+ \text{ для полуплоскости.}$$

**Замечание.** Используя интегральное представление аналитической функции по свойствам ядра Бергмана через вещественную часть и классические теоремы Привалова и Харди-Литлвуда из теоремы 1 и теоремы 2 сразу следует, что, если гармоническая функция в замкнутом круге имеет модуль непрерывности  $\omega$ , то гармонические сопряженные функции будут иметь такой же модуль непрерывности в замкнутом круге, если  $\omega$  удовлетворяет хорошо известному условию Бари-Стечкина (см. [6]).

Литература:

1. Мухелишвили Н. И. Сингулярные интегральные уравнения. Граничные задачи теории функций и некоторые их приложения к математической физике. М.-Л. Гостехиздат. 1946 г. 448 с.
2. Гахов Ф. Д. Краевые задачи. М.: Наука, 1977 г.
3. Djrbashian M. M., Shamoyan F. A. Topics in theory of  $A_{\alpha}^p$  spaces, Teubner — Verlag, Leipzig, 1988.
4. Н. Hedermalm, В. Korenblum, К. Zhu. Theory of Bergman spaces, Springer — Verlag New York, 2000.
5. М. Н. Андрейчик, Е. В. Коптенок, А. А. Орлова Интегральные операторы с ядрами типа Бергмана в пространствах аналитических функций, с заданным модулем непрерывности // Молодой ученый. — 2013. — № 8 (55) — с. 1–5.
6. Бари Н. К., Стечкин С. Б. Наилучшие приближения и дифференциальные свойства двух сопряженных функций // ТММО, Том 5, 1956.

## Приведение к тригонометрической проблеме моментов на примере задачи гашения колебаний прямоугольной мембраны, балки и прямоугольной пластины

Атамуратов Андрей Жиенбаевич, аспирант

МАТИ — Российский государственный технологический университет имени К. Э. Циолковского (г. Москва)

Рассматривается задача приведения к тригонометрической проблеме моментов при исследовании задачи гашения колебаний на примере исследования таких структур как прямоугольная мембрана, балка и прямоугольная пластина.

**Ключевые слова:** прямоугольная мембрана, балка, прямоугольная пластина, колебания системы, метод Фурье, тригонометрическая проблема моментов.

**Введение.** Исследование колебаний и незамедлительная реакция на разрушительные воздействия от них имеет важную не только научную, но практическую значимость для общества. Сколько можно было бы предотвратить несчастных случаев, если бы удалось предотвратить разрушение механических конструкций в связи с внешним воздействием. Необходимо создавать инструменты, которые позволяли бы будучи встроены в технику предотвращать подобные явления или предупреждать о них заранее. Но для этого необходимо научиться быстро анализировать колеблющиеся процессы и оценивать дальнейшее развитие ситуации, что требует модификации в существующих подходах.

В этой работе будет показан классический подход к решению таких задач — приведение к проблеме моментов. Полученные проблемы моментов относятся к тригонометрическим проблемам моментов и являются довольно-таки сложным инструментом получения управляющей функции.

В данной работе решается проблема колебаний сложных механических структур на примере прямоугольной мембраны, балки и прямоугольной пластины. Каждая из этих механических структур имеет ряд своих особенностей, которые требуют отдельного рассмотрения относительно каждой из них.

**Задача гашения колебаний прямоугольной мембраны.** Колебания таких структур как прямоугольные мембраны описываются уравнением общего вида

$$u_{tt} = a^2(u_{xx} + u_{yy}) + g(t, x, y), \quad t > 0, \quad 0 < x \leq l_1, \quad 0 < y \leq l_2, \quad a = \text{const}. \quad (1)$$

Начальные отклонения и скорость перемещения этого первоначального возмущения мембраны

$$u(0, x, y) = H_0(x, y), \quad u_t(0, x, y) = H_1(x, y) \quad (2)$$

будем рассматривать как начальные условия. На границе прямоугольной мембраны наложим условие закрепления согласно

$$u(t, 0, y) = u(t, l_1, y) = u(t, x, 0) = u(t, x, l_2) = 0 \quad (3)$$

Задача гашения колебаний прямоугольной мембраны формулируется следующим образом: требуется найти управляющую функцию  $g(t, x, y)$  (из некоторого класса), позволяющую за конечное время  $T$  полностью погасить начальные возмущения (2), то есть

$$u(T, x, y) = 0, \quad u_t(T, x, y) = 0 \quad (4)$$

Для начала необходимо получить аналитическое решение, что сделать посмотрев [9]. Получается, что решением уравнения является

$$u(t, x, y) = \sum_{n,m=1}^{\infty} \left[ \bar{A}_{n,m} \cos(a\lambda_{n,m}t) + \bar{B}_{n,m} \sin(a\lambda_{n,m}t) + \frac{1}{a\lambda_{n,m}} \int_0^t g_{n,m}(\tau) \sin[a\lambda_{n,m}(t-\tau)] d\tau \right] \sin(\mu_n x) \sin(\nu_m y) \quad (5)$$

где  $\lambda_{n,m}^2 = \nu_m^2 + \mu_n^2$ ,  $\mu = \frac{\pi n}{l_1}$ ,  $\nu = \frac{\pi m}{l_2}$  для собственных функций  $X = \sin(\mu x)$ , с коэффициентами ряда Фурье

$$\bar{A}_{n,m} = \frac{4}{l_1 l_2} \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} h_0(x, y) \sin(\mu_n x) \sin(\nu_m y) dx dy \quad (6)$$

$$\bar{B}_{n,m} = \frac{4}{a\lambda_{n,m} l_1 l_2} \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} h_1(x, y) \sin(\mu_n x) \sin(\nu_m y) dx dy, \quad (7)$$

где  $g_{n,m}(t)$  получается по формуле коэффициентов ряда Фурье

$$g_{n,m}(t) = \frac{4}{l_1 l_2} \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} g(t, x, y) \sin(\mu_n x) \sin(\nu_m y) dx \tag{8}$$

Для того, чтобы получить тригонометрическую систему моментов для задачи гашения колебаний прямоугольной мембраны необходимо аналитическое решение уравнения (5) подставить в условия гашения (4)

$$\left\{ \begin{aligned} & \left( \bar{A}_{n,m} \cos(a\sqrt{\lambda_{n,m}}T) + \bar{B}_{n,m} \sin(a\sqrt{\lambda_{n,m}}T) + \right. \\ & \left. \frac{1}{a\sqrt{\lambda_{n,m}}} \int_0^T g_{n,m}(\tau) \sin[a\sqrt{\lambda_{n,m}}(T-\tau)] d\tau \right) \sin(\sqrt{\mu_n}x) \sin(\sqrt{\nu_m}y) = 0 \\ & \left( -a\sqrt{\lambda_{n,m}}\bar{A}_{n,m} \sin(a\sqrt{\lambda_{n,m}}T) + a\sqrt{\lambda_{n,m}}\bar{B}_{n,m} \cos(a\sqrt{\lambda_{n,m}}T) + \right. \\ & \left. \int_0^T g_{n,m}(\tau) \cos[a\sqrt{\lambda_{n,m}}(T-\tau)] d\tau \right) \sin(\sqrt{\mu_n}x) \sin(\sqrt{\nu_m}y) = 0 \end{aligned} \right. \tag{9}$$

Нашу система моментов (9) можно переписать следующим образом

$$\left\{ \begin{aligned} & \int_0^T g_{n,m}(\tau) \sin[a\sqrt{\lambda_{n,m}}(T-\tau)] d\tau = -a\sqrt{\lambda_{n,m}} (\bar{A}_{n,m} \cos(a\sqrt{\lambda_{n,m}}T) + \bar{B}_{n,m} \sin(a\sqrt{\lambda_{n,m}}T)) \\ & \int_0^T g_{n,m}(\tau) \cos[a\sqrt{\lambda_{n,m}}(T-\tau)] d\tau = -a\sqrt{\lambda_{n,m}} (-\bar{A}_{n,m} \sin(a\sqrt{\lambda_{n,m}}T) + \bar{B}_{n,m} \cos(a\sqrt{\lambda_{n,m}}T)) \end{aligned} \right. \tag{10}$$

Умножая на мнимую единицу  $i$ , складывая уравнения в системе, её можно привести к виду

$$\left\{ \begin{aligned} & \int_0^T g_{n,m}(\tau) \cos(a\sqrt{\lambda_{n,m}}\tau) d\tau = -a\sqrt{\lambda_{n,m}} \bar{B}_{n,m} \\ & \int_0^T g_{n,m}(\tau) \sin(a\sqrt{\lambda_{n,m}}\tau) d\tau = a\sqrt{\lambda_{n,m}} \bar{A}_{n,m} \end{aligned} \right. \tag{11}$$

Система (11) и есть искомая тригонометрическая проблема моментов для прямоугольной мембраны.

**Задача гашения колебаний балки.** Колебания балки описываются гиперболическим по Петровскому уравнением

$$u_{tt} = -a^2 u_{xxxx} + g(t, x), \quad 0 < t, \quad 0 < x \leq l, \quad a = const \tag{12}$$

Начальные отклонения и скорость перемещения этого первоначального возмущения балки

$$u(0, x) = h_0(x), \quad u_t(0, x) = h_1(x), \tag{13}$$

будем рассматривать как начальные условия. На концах балки наложим условия нежёсткого (шарнирного) закрепления

$$u(t, 0) = u_{xx}(t, 0) = 0, \quad u(t, l) = u_{xx}(t, l) = 0. \tag{14}$$

Задача гашения колебаний балки формулируется следующим образом: требуется найти управляющую функцию  $g(t, x)$  (из некоторого класса), позволяющую за конечное время  $T$  полностью погасить начальные возмущения (13), то есть

$$u(T, x) = 0, \quad u_t(T, x) = 0 \tag{15}$$

Для начала необходимо получить аналитическое решение, что можно сделать использовав метод Фурье. Тогда мы получим, что решением уравнения будет

$$u(t, x) = \sum_{n=0}^{\infty} \left[ \bar{A}_n \cos(a\mu_n^2 t) + \bar{B}_n \sin(a\mu_n^2 t) + \frac{1}{a\mu_n^2} \int_0^t g_n(\tau) \sin[a\mu_n^2(t-\tau)] d\tau \right] \sin(\mu_n x), \tag{16}$$

где  $\lambda_n = \mu_n^4, \mu_n = \frac{\pi n}{l}, n = 1, 2, \dots$ , с коэффициентами ряда Фурье

$$\bar{A}_n = \frac{2}{l} \int_0^l h_0(x) \sin(\mu_n x) dx \tag{17}$$

$$\bar{B}_n = \frac{2}{a\mu_n^2 l} \int_0^l h_1(x) \sin(\mu_n x) dx, \tag{18}$$

$$\bar{B}_n = \frac{2}{a\mu_n^2 l} \int_0^l h_1(x) \sin(\mu_n x) dx, \quad (18)$$

где  $g_n(t)$  получается по формуле коэффициентов ряда Фурье

$$g_n(t) = \frac{2}{l} \int_0^l g(t, x) \sin(\mu_n x) dx \quad (19)$$

Для того, чтобы получить тригонометрическую систему моментов для задачи гашения колебаний балки необходимо аналитическое решение уравнения (16) подставить в условия гашения (15)

$$\left\{ \begin{aligned} & \left[ \bar{A}_n \cos(a\mu_n^2 T) + \bar{B}_n \sin(a\mu_n^2 T) + \frac{1}{a\mu_n^2} \int_0^T g_n(\tau) \sin[a\mu_n^2 (T - \tau)] d\tau \right] \sin(\mu_n x) = 0 \\ & \left[ -a\mu_n^2 \bar{A}_n \sin(a\mu_n^2 T) + a\mu_n^2 \bar{B}_n \cos(a\mu_n^2 T) + \frac{1}{a\mu_n^2} \left( \int_0^t g_n(\tau) \sin[a\mu_n^2 (t - \tau)] d\tau \right)' \right]_{t=T} \sin(\mu_n x) = 0 \end{aligned} \right. \quad (20)$$

Нашу система моментов (20) можно переписать следующим образом

$$\left\{ \begin{aligned} & \int_0^T g_n(\tau) \sin[a\mu_n^2 (T - \tau)] d\tau = -a\mu_n^2 [\bar{A}_n \cos(a\mu_n^2 T) + \bar{B}_n \sin(a\mu_n^2 T)] \\ & \int_0^T g_n(\tau) \cos[a\mu_n^2 (T - \tau)] d\tau = -a\mu_n^2 [-\bar{A}_n \sin(a\mu_n^2 T) + \bar{B}_n \cos(a\mu_n^2 T)] \end{aligned} \right. \quad (21)$$

Умножая на мнимую единицу  $i$ , складывая уравнения в системе, её можно привести к виду

$$\left\{ \begin{aligned} & \int_0^T g_n(\tau) \cos(a\mu_n^2 \tau) d\tau = -a\mu_n^2 \bar{B}_n \\ & \int_0^T g_n(\tau) \sin(a\mu_n^2 \tau) d\tau = a\mu_n^2 \bar{A}_n \end{aligned} \right. \quad (22)$$

Система (22) эквивалентна следующей системе моментов

$$\left\{ \begin{aligned} & \int_0^T g_n(\tau) \frac{\exp(ia\mu_n^2 \tau)}{\|\exp(ia\mu_n^2 \tau)\|} d\tau = \frac{a\mu_n^2 (i\bar{A}_n - \bar{B}_n)}{\|\exp(ia\mu_n^2 \tau)\|} \\ & \int_0^T g_n(\tau) \frac{\exp(-ia\mu_n^2 \tau)}{\|\exp(-ia\mu_n^2 \tau)\|} d\tau = -\frac{a\mu_n^2 (i\bar{A}_n + \bar{B}_n)}{\|\exp(-ia\mu_n^2 \tau)\|} \end{aligned} \right. \quad (23)$$

Системы (22) и (23) и есть искомая тригонометрическая проблема моментов для прямоугольной мембраны.

**Задача гашения колебаний прямоугольной пластины.** Колебания Малые поперечные колебания упругой изотропной пластины постоянной толщины описываются уравнением Жармен-Лагранжа

$$\rho u_{tt} = -D\Delta\Delta u + g(t, x, y), \quad 0 < t, \quad 0 < x \leq l_1, \quad 0 < y \leq l_2 \quad (24)$$

где  $D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}$  — изгибная жесткость пластинки;  $\nu$  — коэффициент Пуассона;  $E$  — модуль Юнга;  $\rho$  —

удельная плотность на единицу площади пластинки;  $t$  — время. Для большего удобства это уравнение можно привести к виду

$$u_{tt} = -a^2 \Delta\Delta u + \tilde{g}(t, x, y), \quad a = const \quad (25)$$

Начальные отклонение и скорость его распространения будем рассматривать как начальные условия

$$u(0, x, y) = h_0(x, y), \quad u_t(0, x, y) = h_1(x, y). \quad (26)$$

На концах пластины наложим условия шарнирного закрепления

$$u|_r = 0, \quad \Delta u|_r = 0 \quad (27)$$

Задача гашения колебаний прямоугольной мембраны формулируется следующим образом: требуется найти управляющую функцию  $\tilde{g}(t, x, y)$  (из некоторого класса), позволяющую за конечное время  $T$  полностью погасить начальные возмущения (11), то есть

$$u(T, x, y) = 0, u_t(T, x, y) = 0 \tag{28}$$

Для начала необходимо получить аналитическое решение, что можно сделать используя метод Фурье. Тогда мы получим, что решением уравнения будет

$$u(t, x, y) = \sum_{n,m=1}^{\infty} \left[ \bar{A}_{n,m} \cos(a\lambda_{n,m}^2 t) + \bar{B}_{n,m} \sin(a\lambda_{n,m}^2 t) + \frac{1}{a\lambda_{n,m}^2} \int_0^t g_{n,m}(\tau) \sin[a\lambda_{n,m}^2 (t - \tau)] d\tau \right] \sin(\mu_n x) \sin(\nu_m y) \tag{29}$$

где  $\lambda_{n,m} = \sqrt[4]{\nu_m^4 + \mu_n^4} = \sqrt[4]{\left(\frac{\pi n}{l_1}\right)^4 + \left(\frac{\pi m}{l_2}\right)^4}$ , с коэффициентами ряда Фурье

$$\bar{A}_{n,m} = \frac{4}{l_1 l_2} \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} h_0(x, y) \sin(\mu_n x) \sin(\nu_m y) dx dy \tag{30}$$

$$\bar{B}_{n,m} = \frac{4}{a\lambda_{n,m}^2 l_1 l_2} \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} h_1(x, y) \sin(\mu_n x) \sin(\nu_m y) dx dy \tag{31}$$

где  $g_{n,m}(t)$  получается по формуле коэффициентов ряда Фурье

$$g_{n,m}(t) = \frac{4}{l_1 l_2} \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} g(t, x, y) \sin(\mu_n x) \sin(\nu_m y) dx dy \tag{32}$$

Для того, чтобы получить тригонометрическую систему моментов для задачи гашения колебаний балки необходимо аналитическое решение уравнения (29) подставить в условия гашения (28).

$$\begin{cases} \left( \bar{A}_{n,m} \cos(a\lambda_{n,m}^2 T) + \bar{B}_{n,m} \sin(a\lambda_{n,m}^2 T) + \frac{1}{a\lambda_{n,m}^2} \int_0^T g_{n,m}(\tau) \sin[a\lambda_{n,m}^2 (T - \tau)] d\tau \right) \sin(\mu_n x) \sin(\nu_m y) = 0 \\ \left( -a\lambda_{n,m}^2 \bar{A}_{n,m} \sin(a\lambda_{n,m}^2 T) + a\lambda_{n,m}^2 \bar{B}_{n,m} \cos(a\lambda_{n,m}^2 T) + \int_0^T g_{n,m}(\tau) \cos[a\lambda_{n,m}^2 (T - \tau)] d\tau \right) \sin(\mu_n x) \sin(\nu_m y) = 0 \end{cases} \tag{33}$$

Нашу систему моментов (33) можно переписать следующим образом

$$\begin{cases} \int_0^T g_{n,m}(\tau) \sin[a\lambda_{n,m}^2 (T - \tau)] d\tau = -a\lambda_{n,m}^2 \bar{A}_{n,m} \cos(a\lambda_{n,m}^2 T) - a\lambda_{n,m}^2 \bar{B}_{n,m} \sin(a\lambda_{n,m}^2 T) \\ \int_0^T g_{n,m}(\tau) \cos[a\lambda_{n,m}^2 (T - \tau)] d\tau = a\lambda_{n,m}^2 \bar{A}_{n,m} \sin(a\lambda_{n,m}^2 T) - a\lambda_{n,m}^2 \bar{B}_{n,m} \cos(a\lambda_{n,m}^2 T) \end{cases} \tag{34}$$

Умножая на мнимую единицу  $i$ , складывая уравнения в системе, её можно привести к виду

$$\begin{cases} \int_0^T g_{n,m}(\tau) \cos(a\lambda_{n,m}^2 \tau) d\tau = -a\lambda_{n,m}^2 \bar{B}_{n,m} \\ \int_0^T g_{n,m}(\tau) \sin(a\lambda_{n,m}^2 \tau) d\tau = a\lambda_{n,m}^2 \bar{A}_{n,m} \end{cases} \tag{35}$$

Система (35) эквивалентна следующей системе моментов

$$\begin{cases} \int_0^T g_{n,m}(\tau) \frac{\exp(ia\lambda_{n,m}^2 \tau)}{\|\exp(ia\lambda_{n,m}^2 \tau)\|} d\tau = \frac{a\lambda_{n,m}^2 (i\bar{A}_{n,m} - \bar{B}_{n,m})}{\|\exp(ia\lambda_{n,m}^2 \tau)\|} \\ \int_0^T g_{n,m}(\tau) \frac{\exp(-ia\lambda_{n,m}^2 \tau)}{\|\exp(-ia\lambda_{n,m}^2 \tau)\|} d\tau = -\frac{a\lambda_{n,m}^2 (i\bar{A}_{n,m} + \bar{B}_{n,m})}{\|\exp(-ia\lambda_{n,m}^2 \tau)\|} \end{cases} \tag{36}$$

Системы (35) и (36) и есть искомая тригонометрическая проблема моментов для прямоугольной мембраны.

Данные тригонометрические проблемы моментов требуют дальнейших исследований. Но, как можно увидеть, решение получить из них не так уж и просто. Поэтому разрабатываются альтернативные подходы к решению задачи гашения, основанные на численных методах [2–9]. Численные методы решения задачи гашения колебаний является очень удобным. Эти способы дают возможность автоматизации процесса обнаружения и исследования деформационной картины объекта, при этом не зависит от выбранных функций в качестве начальных условий. Всё это и многие другие преимущества могут стать большим подспорьем для дальнейшего исследования и разработки новых методик.

Литература:

1. Тихонов А. Н., Самарский А. А. Уравнения математической физики. — М.: Наука, 1977.
2. Атамуратов А. Ж., Михайлов И. Е., Муравей Л. А. О гашении колебаний балки. Труды ИСА РАН. Динамика неоднородных систем. Т.50 (1). — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. С. 53–58.
3. Атамуратов А. Ж., Михайлов И. Е. Численное решение задачи о гашении колебаний балки. Тезисы докладов Международной конференции по прикладной математике и информатике, посвященной 100-летию со дня рождения академика А. А. Дородницына. ВЦ РАН, Москва, 7–11 декабря 2010 г. С. 83–84.
4. Aslanov S., Atamuratov A., Mikhailov I., Muravey L., The damping of vibrations for mechanical systems // II International Conference «Optimization and applications» (OPTIMA-2011), Abstracts, Petovac, Montenegro, Sept. 25 — Oct. 2, 2011. P. 34.
5. Muravey L., Mikhailov I., Atamuratov A., The damping problem of vibrations for large mechanical systems // ICIAM2011, Abstracts, Vancouver, Canada, July 18–22, 2011. P. 87.
6. Атамуратов А. Ж., Михайлов И. Е., Муравей Л. А. О гашении колебаний сложных механических структур // Авиакосмическая техника и технология, 2012, № 4. С. 54–59.
7. Atamuratov A., Mikhailov I., Muravey L. On the numerical damping of beam's vibrations // VII International Aerospace Congress IAC'12. Abstracts. Moscow, Russia. 26–31 August, 2012. P. 31–32.
8. Атамуратов А. Ж. Исследование подходов к решению задач математической физики на примере уравнения колебаний прямоугольной мембраны // Молодой ученый. № 10. 2013. С. 1–5. <http://www.moluch.ru/archive/57/6198/>

## Получение интегралов энергии для прямоугольной мембраны, балки и прямоугольной пластины

Атамуратов Андрей Жиенбаевич, аспирант

МАТИ — Российский государственный технологический университет имени К. Э. Циолковского (г. Москва)

*Рассматривается задача получения функционала, который полностью описывают все возможные состояния физического объекта для управления им. Этот функционал называется интегралом энергии. В статье приведены способы получения интеграла энергии на примере прямоугольной мембраны, балки и прямоугольной пластины.*

**Ключевые слова:** *прямоугольная мембрана, балка, прямоугольная пластина, колебания системы, управление, интеграл энергии.*

**Введение.** Рассматривая задачи управления какими-либо физическими процессами нельзя не отметить задачи, относящиеся к задачам о гашении колебаний различных физических объектов. Подобного рода задачи имеют огромное прикладное значение поскольку могут позволить управлять различного рода процессами разрушений и дать возможность стабилизировать объект до разрушения. В данной области ведутся исследования, основанные преимущественно на численных методах решения таких задач [1–7]. Но как любая задача управления, гашение колебаний требует объекта управления. И как бы это не звучало парадоксально, управление осуществляется не над самим объектом, а над определённой группировкой его физических свойств, неким функционалом, который описывает все возможные состояния объекта исследования во времени.

В этой работе будет показано, как найти такие функционалы, которые называются интегралами энергии, на примере прямоугольной мембраны, балки и прямоугольной пластины.

**Интеграл энергии прямоугольной мембраны.** Колебания таких структур как прямоугольные мембраны описываются уравнением общего вида

$$u_{tt} = a^2(u_{xx} + u_{yy}) + g(t, x, y), \quad t > 0, \quad 0 < x \leq l_1, \quad 0 < y \leq l_2, \quad a = \text{const}. \quad (1.1)$$

Начальные отклонения и скорость перемещения этого первоначального возмущения мембраны

$$u(0, x, y) = H_0(x, y), \quad u_t(0, x, y) = H_1(x, y) \quad (1.2)$$



будем рассматривать как начальные условия. На границе прямоугольной мембраны наложим условие закрепления согласно

$$u(t, 0, y) = u(t, l_1, y) = u(t, x, 0) = u(t, x, l_2) = 0 \tag{1.3}$$

Утверждение. Пусть функция  $u(t, x)$  дважды непрерывно дифференцируема в замкнутой области  $\Omega: 0 \leq x \leq l_1, 0 \leq y \leq l_2, 0 \leq t \leq T$ , и является решением задачи

$$\begin{cases} u_{tt} = a^2(u_{xx} + u_{yy}) \\ u(0, x, y) = u_t(0, x, y) = 0 \\ u(t, 0, y) = u(t, l_1, y) = 0 \\ u(t, x, 0) = u(t, x, l_2) = 0 \end{cases} \tag{1.4}$$

$T$  — произвольно фиксированное положительное число. Тогда  $u(t, x) \equiv 0$  в области  $\Omega$ .

Доказательство. Умножим уравнение  $u_{tt} = a^2(u_{xx} + u_{yy})$  на  $u_t$  и проинтегрируем по области  $\Omega$ . Получим

$$\int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_{tt} u_t dy dx dt = a^2 \int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} (u_{xx} u_t + u_{yy} u_t) dy dx dt. \tag{1.5}$$

Заметим, что

$$u_{tt} u_t = \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial t} (u_t^2) \tag{1.6}$$

и поэтому

$$\int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_{tt} u_t dy dx dt = \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} \frac{\partial}{\partial t} (u_t^2) dt dy dx = \frac{1}{2} \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} [u_t^2(t, x, y) - u_t^2(0, x, y)] dx = \frac{1}{2} \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_t^2 dy dx. \tag{1.7}$$

Далее, применим два раза интегрирование по частям к первой сумме правой части равенства в уравнении (1.5)

$$\int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_{xx} u_t dy dx dt = \int_0^t \int_0^{l_1} [u_x(t, l_1, y) u_t(t, l_1, y) - u_x(t, 0, y) u_t(t, 0, y)] dy dt - \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} (u_x^2)_t dy dx dt$$

или

$$\int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_{xx} u_t dy dx dt = -\frac{1}{2} \int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} (u_x^2)_t dy dx dt = -\frac{1}{2} \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} (u_x^2(t, x, y) - u_x^2(0, x, y)) dy dx = -\frac{1}{2} \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_x^2 dy dx \tag{1.8}$$

Это равенство (1.8) получилось благодаря тому, что  $u_t(t, 0, y) = u_t(t, l_1, y) = 0$  получается из дифференцирования условий  $u(t, 0, y) = u(t, l_1, y) = 0$  по  $t$ , а  $u_x(0, x, y) = 0$  получается, если продифференцировать условие  $u(0, x, y) = 0$  по  $x$ . Далее, применим два раза интегрирование по частям ко второй сумме правой части равенства в уравнении (1.5)

$$\begin{aligned} \int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_{yy} u_t dy dx dt &= \int_0^t \int_0^{l_1} [u_y(t, l_2, y) u_t(t, l_2, y) - u_y(t, 0, y) u_t(t, 0, y)] dy dt - \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} (u_y^2)_t dy dx dt \text{ или} \\ \int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_{yy} u_t dy dx dt &= -\frac{1}{2} \int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} (u_y^2)_t dy dx dt = -\frac{1}{2} \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} (u_y^2(t, x, y) - u_y^2(0, x, y)) dy dx = -\frac{1}{2} \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_y^2 dy dx \end{aligned} \tag{1.9}$$

Это равенство (1.9) получилось благодаря тому, что  $u_t(t, x, 0) = u_t(t, x, l_2) = 0$  получается из дифференцирования условий  $u(t, x, 0) = u(t, x, l_2) = 0$  по  $t$ , а  $u_y(0, x, y) = 0$  получается, если продифференцировать условие  $u(0, x, y) = 0$  по  $y$ .

Следовательно

$$\frac{1}{2} \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} (u_t^2 + a^2 u_x^2 + a^2 u_y^2) dy dx = 0 \tag{1.10}$$

Интеграл

$$E(t) = \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} (u_t^2 + a^2 u_x^2 + a^2 u_y^2) dy dx \tag{1.11}$$

называется интегралом энергии прямоугольной мембраны. Мы видим, что  $E(t) = 0$ . Далее, из равенства нулю интеграла энергии следует, что  $u_t(t, x, y) = u_x(t, x, y) = u_y(t, x, y) \equiv 0$  в области  $\Omega$ . Значит  $u(t, x) = \text{const}$  в области  $\Omega$ . А так как функция  $u(t, x)$  непрерывна в области  $\Omega$  и  $u(0, x) = 0$  следует, что  $u(t, x) \equiv 0$  в  $\Omega$ .

**Интеграл энергии балки.** Колебания балки описываются гиперболическим по Петровскому уравнением

$$u_{tt} = -a^2 u_{xxxx} + g(t, x), \quad 0 < t, 0 < x \leq l, a = \text{const} \quad (2.1)$$

Начальные отклонения и скорость перемещения этого первоначального возмущения балки

$$u(0, x) = h_0(x), \quad u_t(0, x) = h_1(x), \quad (2.2)$$

будем рассматривать как начальные условия. На концах балки наложим условия нежёсткого (шарнирного) закрепления

$$u(t, 0) = u_{xx}(t, 0) = 0, \quad u(t, l) = u_{xx}(t, l) = 0. \quad (2.3)$$

*Утверждение.* Пусть функция  $u(t, x)$  четырежды непрерывно дифференцируема в замкнутой области  $\Omega: 0 \leq x \leq l, 0 \leq t \leq T$ , и является решением задачи

$$\begin{cases} u_{tt} = -a^4 u_{xxxx} \\ u(0, x) = u_t(0, x) = 0 \\ u(t, 0) = u_{xx}(t, 0) = 0 \\ u(t, l) = u_{xx}(t, l) = 0 \end{cases} \quad (2.4)$$

$T$  — произвольно фиксированное положительное число. Тогда  $u(t, x) \equiv 0$  в области  $\Omega$ .

Доказательство. Умножим уравнение  $u_{tt} = -a^4 u_{xxxx}$  на  $u_t$  и проинтегрируем по области  $\Omega$ . Получим

$$\int_0^t \int_0^l u_{tt} u_t dx dt = -a^4 \int_0^t \int_0^l u_{xxxx} u_t dx dt. \quad (2.5)$$

Заметим, что

$$u_{tt} u_t = \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial t} (u_t^2) \quad (2.6)$$

и поэтому

$$\int_0^t \int_0^l u_{tt} u_t dx dt = \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^l \frac{\partial}{\partial t} (u_t^2) dt dx = \frac{1}{2} \int_0^l [u_t^2(t, x) - u_t^2(0, x)] dx = \frac{1}{2} \int_0^l u_t^2 dx. \quad (2.7)$$

Далее, применим два раза интегрирование по частям к правой части равенства в уравнении (2.5)

$$\int_0^l u_{xxxx} u_t dx = u_t u_{xxx} \Big|_0^l - \int_0^l u_{xxx} u_{tx} dx = u_t(t, l) u_{xxx}(t, l) - u_t(t, 0) u_{xxx}(t, 0) - \int_0^l u_{xxx} u_{tx} dx = - \int_0^l u_{xxx} u_{tx} dx.$$

Это равенство получилось благодаря тому, что  $u_t(t, 0) = u_t(t, l) = 0$  получается из дифференцирования условий  $u(t, 0) = u(t, l) = 0$ . Далее

$$- \int_0^l u_{xxx} u_{tx} dx = -u_{tx} u_{xx} \Big|_0^l + \int_0^l u_{xx} u_{txx} dx = -u_{tx}(t, l) u_{xx}(t, l) - u_{tx}(t, 0) u_{xx}(t, 0) + \int_0^l u_{xx} u_{txx} dx = \int_0^l u_{xx} u_{txx} dx$$

Следовательно

$$\frac{1}{2} \int_0^l u_t^2 dx = -a^4 \int_0^t \int_0^l u_{xx} u_{txx} dx dt \quad (2.8)$$

Поскольку  $\frac{\partial}{\partial t} (u_{xx}^2) = 2u_{xx} u_{txx}$ , то (2.8) преобразуется к виду

$$\frac{1}{2} \int_0^l u_t^2 dx = -\frac{a^4}{2} \int_0^t \int_0^l \frac{\partial}{\partial t} (u_{xx}^2) dx dt. \quad (2.9)$$

Тогда можно записать

$$\frac{1}{2} \int_0^l u_t^2 dx + \frac{a^4}{2} \int_0^l u_{xx}^2 dx = 0. \quad (2.10)$$

Интеграл, полученный из (П2.10)

$$E(t) = \int_0^l \left[ \frac{1}{2} u_t^2 + \frac{a^4}{2} u_{xx}^2 \right] dx \tag{2.11}$$

называется интегралом энергии балки. Мы видим, что  $E(t) = 0$ . Далее, из равенства нулю интеграла энергии следует, что  $u_t(t, x) = u_{xx}(t, x) \equiv 0$  в области  $\Omega$ . Значит  $u(t, x) = const$  в области  $\Omega$ . А так как функция  $u(t, x)$  непрерывна в  $\Omega$  и  $u(0, x) = 0$  следует, что  $u(t, x) \equiv 0$  в  $\Omega$ .

**Интеграл энергии прямоугольной пластины.** Колебания Малые поперечные колебания упругой изотропной пластины постоянной толщины описываются уравнением Жармен-Лагранжа

$$\rho u_{tt} = -D \Delta \Delta u + g(t, x, y), \quad 0 < t, \quad 0 < x \leq l_1, \quad 0 < y \leq l_2 \tag{3.1}$$

где  $D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}$  — изгибная жесткость пластинки;  $\nu$  — коэффициент Пуассона;  $E$  — модуль Юнга;  $\rho$  — удельная плотность на единицу площади пластинки;  $t$  — время. Для большего удобства это уравнение можно привести у виду

$$u_{tt} = -a^2 \Delta \Delta u + \tilde{g}(t, x, y), \quad a = const \tag{3.2}$$

Начальные отклонение и скорость его распространения будем рассматривать как начальные условия

$$u(0, x, y) = h_0(x, y), \quad u_t(0, x, y) = h_1(x, y). \tag{3.3}$$

На концах пластины наложим условия шарнирного закрепления

$$u|_{\Gamma} = 0, \quad \Delta u|_{\Gamma} = 0 \tag{3.4}$$

*Утверждение.* Пусть функция  $u(t, x)$  четырежды непрерывно дифференцируема в замкнутой области  $\Omega: 0 \leq x \leq l, 0 \leq t \leq T$ , и является решением задачи

$$\begin{cases} u_{tt} = -a^2(u_{xxxx} + u_{yyyy}) \\ u(0, x, y) = u_t(0, x, y) = 0 \\ u|_{\Gamma} = 0 \\ \Delta u|_{\Gamma} = 0 \end{cases} \tag{3.5}$$

$T$  — произвольно фиксированное положительное число. Тогда  $u(t, x) \equiv 0$  в области  $\Omega$ .

Доказательство. Умножим уравнение  $u_{tt} = -a^4 u_{xxxx}$  на  $u_t$  и проинтегрируем по области  $\Omega$ . Получим

$$\int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_{tt} u_t dy dx dt = -a^4 \left( \int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_{xxxx} u_t dy dx dt + \int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_{yyyy} u_t dy dx dt \right). \tag{3.6}$$

Заметим, что

$$u_{tt} u_t = \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial t} (u_t^2) \tag{3.7}$$

и поэтому

$$\int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_{tt} u_t dy dx dt = \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} \frac{\partial}{\partial t} (u_t^2) dy dx dt = \frac{1}{2} \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} [u_t^2(t, x) - u_t^2(0, x)] dy dx dt = \frac{1}{2} \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_t^2 dy dx dt \tag{3.8}$$

Далее, применим два раза интегрирование по частям к каждому из слагаемых в правой части равенства в уравнении (3.6), при этом рассмотрим интегралы только по той переменной, по которой берётся производная.

$$\int_0^{l_1} u_{xxxx} u_t dx = u_t u_{xxx} \Big|_0^{l_1} - \int_0^{l_1} u_{xxx} u_{tx} dx = u_t(t, l_1, y) u_{xxx}(t, l_1, y) - u_t(t, 0, y) u_{xxx}(t, 0, y) - \int_0^{l_1} u_{xxx} u_{tx} dx = - \int_0^{l_1} u_{xxx} u_{tx} dx \tag{3.9}$$

Это равенство получилось благодаря тому, что  $u_t(t, 0, y) = u_t(t, l_1, y) = 0$  получается из дифференцирования условий  $u(t, 0, y) = u(t, l_1, y) = 0$ . Далее

$$- \int_0^{l_1} u_{xxx} u_{tx} dx = -u_{tx} u_{xx} \Big|_0^{l_1} + \int_0^{l_1} u_{xx} u_{txx} dx = -u_{tx}(t, l_1, y) u_{xx}(t, l_1, y) - u_{tx}(t, 0, y) u_{xx}(t, 0, y) + \int_0^{l_1} u_{xx} u_{txx} dx = \int_0^{l_1} u_{xx} u_{txx} dx \tag{3.10}$$

А поскольку  $\frac{\partial}{\partial t}(u_{xx}^2) = 2u_{xx}u_{txx}$ , тогда первое слагаемое в правой части (3.6) можно записать следующим образом

$$\int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_{xxxx} u_t dy dx dt = \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_{xx} u_{txx} dy dx dt = \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} \frac{\partial}{\partial t}(u_{xx}^2) dy dx dt = \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} (u_{xx}^2(t, x, y) - u_{xx}^2(0, x, y)) dy dx dt \quad (3.11)$$

Учитывая, что  $u_{xx}^2(0, x, y) = 0$ , что в свою очередь получается из дифференцирования начального условия в (3.5), получаем

$$\int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_{xxxx} u_t dy dx dt = \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_{xx}^2(t, x, y) dy dx dt \quad (3.12)$$

Теперь возьмём второе слагаемой в правой части равенства (3.6) и применим все действия, которые производили выше.

$$\int_0^{l_2} u_{yyyy} u_t dy = u_t u_{yyy} \Big|_0^{l_2} - \int_0^{l_2} u_{yyy} u_{ty} dy = u_t(t, x, l_2) u_{yyy}(t, x, l_2) - u_t(t, x, 0) u_{yyy}(t, x, 0) - \int_0^{l_2} u_{yyy} u_{ty} dy = - \int_0^{l_2} u_{yyy} u_{ty} dy \quad (3.13)$$

Это равенство получилось благодаря тому, что  $u_t(t, x, 0) = u_t(t, x, l_2) = 0$  получается из дифференцирования условий  $u(t, x, 0) = u(t, x, l_2) = 0$ . Далее

$$- \int_0^{l_2} u_{yyy} u_{ty} dy = -u_{ty} u_{yy} \Big|_0^{l_2} + \int_0^{l_2} u_{yy} u_{tyy} dy = -u_{ty}(t, x, l_2) u_{yy}(t, x, l_2) - u_{ty}(t, x, 0) u_{yy}(t, x, 0) + \int_0^{l_2} u_{yy} u_{tyy} dy = \int_0^{l_2} u_{yy} u_{tyy} dy \quad (3.14)$$

А поскольку  $\frac{\partial}{\partial t}(u_{yy}^2) = 2u_{yy}u_{tyy}$ , тогда первое слагаемое в правой части (3.15) можно записать следующим образом

$$\int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_{yyyy} u_t dy dx dt = \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_{yy} u_{tyy} dy dx dt = \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} \frac{\partial}{\partial t}(u_{yy}^2) dy dx dt = \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} (u_{yy}^2(t, x, y) - u_{yy}^2(0, x, y)) dy dx dt \quad (3.15)$$

Учитывая, что  $u_{yy}^2(0, x, y) = 0$ , что в свою очередь получается из дифференцирования начального условия в (3.5), получаем

$$\int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_{yyyy} u_t dy dx dt = \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_{yy}^2(t, x, y) dy dx dt \quad (3.16)$$

Тогда можно записать

$$\frac{1}{2} \int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_t^2 dy dx dt + \frac{a^2}{2} \int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_{xx}^2(t, x, y) dy dx dt + \frac{a^2}{2} \int_0^t \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_{yy}^2(t, x, y) dy dx dt = 0 \quad (3.17)$$

Интеграл, полученный из (3.17)

$$E(t) = \frac{1}{2} \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_t^2 dy dx dt + \frac{a^2}{2} \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_{xx}^2(t, x, y) dy dx dt + \frac{a^2}{2} \int_0^{l_1} \int_0^{l_2} u_{yy}^2(t, x, y) dy dx dt \quad (3.18)$$

называется интегралом энергии балки. Мы видим, что  $E(t) = 0$ . Далее, из равенства нулю интеграла энергии следует, что  $u_t(t, x, y) = \Delta u(t, x, y) \equiv 0$  в области  $\Omega$ . Значит  $u(t, x, y) = const$  в области  $\Omega$ . А так как  $u(t, x, y)$  непрерывна в  $\Omega$  и  $u(0, x, y) = 0$  следует, что  $u(t, x, y) \equiv 0$  в  $\Omega$ .

Полученные интегралы энергии представляют собой функционалы, зависящие от параметра времени  $t$  и физических характеристик, касающихся непосредственно рассматриваемого объекта, и сильно зависят от функции  $g(t, \dots)$  в правой части уравнений (1.1), (2.1) и (3.1) и начальных условий. Данные функционалы могут быть использованы в дальнейшем при решении задачи управления колебаниями мембраны, балки или пластины в зависимости от функции  $g(t, \dots)$ .

Литература:

1. Атамуратов А. Ж., Михайлов И. Е., Муравей Л. А. О гашении колебаний балки. Труды ИСА РАН. Динамика неоднородных систем. Т.50 (1). — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. С. 53–58.
2. Атамуратов А. Ж., Михайлов И. Е. Численное решение задачи о гашении колебаний балки. Тезисы докладов Международной конференции по прикладной математике и информатике, посвященной 100-летию со дня рождения академика А. А. Дородницына. ВЦ РАН, Москва, 7–11 декабря 2010 г. С. 83–84.

3. Aslanov S., Atamuratov A., Mikhailov I., Muravey L., The damping of vibrations for mechanical systems // II International Conference «Optimization and applications» (OPTIMA-2011), Abstracts, Petovac, Montenegro, Sept. 25 — Oct. 2, 2011. P. 34.
4. Muravey L., Mikhailov I., Atamuratov A., The damping problem of vibrations for large mechanical systems // ICIAM2011, Abstracts, Vancouver, Canada, July 18–22, 2011. P. 87.
5. Атамуратов А. Ж., Михайлов И. Е., Муравей Л. А. О гашении колебаний сложных механических структур // Авиакосмическая техника и технология, 2012, № 4. С. 54–59.
6. Atamuratov A., Mikhailov I., Muravey L. On the numerical damping of beam's vibrations // VII International Aerospace Congress IAC'12. Abstracts. Moscow, Russia. 26–31 August, 2012. P. 31–32.
7. Атамуратов А. Ж. Исследование подходов к решению задач математической физики на примере уравнения колебаний прямоугольной мембраны // Молодой ученый. № 10. 2013. С. 1–5. <http://www.moluch.ru/archive/57/6198/>

## О дискретном спектре обобщенной модели Фридрихса с возмущением ранга не более чем 4

Расулова Зилола Дурдимуратовна, студент  
Бухарский государственный университет, г. Бухара, Узбекистан

Как известно, что некоторые актуальные задачи, в частности, задачи квантовой механики, статистической механики и гидродинамики сводятся к исследованию спектральных свойств обобщенной модели Фридрихса [1,2]. Поэтому изучение дискретного спектра обобщенной модели Фридрихса играет важную роль в современной математической физике.

В настоящей работы рассматривается (ограниченный и самосопряженный) обобщенный модель Фридрихса  $A$  с возмущением ранга не более чем 4. Отметим, что оператор  $A$  ассоциирован с системой не более чем двух квантовых частиц на  $d$ -мерной решетке. Найден явный вид существенного и дискретного спектра оператора  $A$ .

Пусть  $T^d$  -  $d$ -мерный тор, т. е. куб  $(-\pi; \pi]^d$  — с соответствующим отождествлением противоположных граней,  $C$  — одномерное комплексное пространство, а  $L_2(T^d)$  — гильбертово пространство квадратично-интегрируемых (комплекснозначных) функций, определенных на  $T^d$ .

Обозначим через  $H$  прямую сумму пространств  $H_0 = C$  и  $H_1 = L_2(T^d)$ , т. е.  $H = H_0 \oplus H_1$ . Пространство  $H_0$  и  $H_1$  называется нолчастичном и одночастичном подпространством фоковского пространства  $F(L_2(T^d))$  над  $L_2(T^d)$ , соответственно.

Рассмотрим обобщенную модель Фридрихса  $A$  действующую в гильбертовом пространстве  $H$  как  $2 \times 2$  блочно операторная матрица

$$A = \begin{pmatrix} A_{00} & A_{01} \\ A_{01}^* & A_{11} \end{pmatrix},$$

где операторы  $A_{ij} : H_j \rightarrow H_i, i, j = 0,1$  определяются по правилам

$$A_{00}f_0 = w_0f_0, \quad A_{01}f_1 = \int_{T^d} v_0(s)f_1(s)ds,$$

$$(A_{11}f_1)(p) = w_1(p)f_1(p) - v_1(p) \int_{T^d} v_1(s)f_1(s)ds - v_2(p) \int_{T^d} v_2(s)f_1(s)ds. \tag{1}$$

Здесь  $f_i \in H_i, i = 0,1$ ,  $w_0$  - фиксированное вещественное число,  $w_1(\cdot)$  и  $v_i(\cdot), i = 0,1,2$  — вещественно-непрерывные функции на  $T^d$ , а  $A_{01}^*$  сопряженный оператор к  $A_{01}$ .

Легко можно проверить, что при этих предположениях оператор  $A$  ограничен и самосопряжен в гильбертовом пространстве  $H$ . Надо отметить, что всякий линейный ограниченный оператор в  $H$  всегда записывается как  $2 \times 2$  блочно операторная матрица.

Оператор  $A_{01}$  называется оператором уничтожения, а оператор  $A_{01}^*$  называется оператором рождения [4].

Обозначим через  $\sigma_{\text{ess}}(\cdot)$  и  $\sigma_{\text{disc}}(\cdot)$  соответственно существенный спектр и дискретный спектр ограниченного самосопряженного оператора.

Пусть оператор  $A_0$  действует в  $H$  как

$$A_0 = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & A_{11}^0 \end{pmatrix},$$

где  $(A_{11}^0 f_1)(p) = w_1(p) f_1(p)$ .

Оператор возмущения  $A - A_0$  оператора  $A_0$  является самосопряженным оператором ранга не более чем 4. Следовательно, из известной теоремы Г. Вейля [3] о сохранении существенного спектра при возмущениях конечного ранга вытекает, что существенный спектр оператора  $A$  совпадает с существенным спектром оператора  $A_0$ .

Известно, что  $\sigma_{\text{ess}}(A_0) = [m; M]$ , где числа  $m$  и  $M$  определяются следующим образом:

$$m = \min_{p \in T^d} w_1(p), \quad M = \max_{p \in T^d} w_1(p).$$

Из последних фактов следует, что

$$\sigma_{\text{ess}}(A) = [m; M]. \quad (1)$$

Определим регулярную в  $C \setminus [m; M]$  функции

$$I_{ij}(z) = \int_{T^d} \frac{v_i(s)v_j(s)}{w_1(s) - z} ds, \quad i, j = 0, 1, 2;$$

$$\Delta(z) = \begin{vmatrix} w_0 - z - I_{00}(z) & I_{01}(z) & I_{02}(z) \\ I_{10}(z) & 1 - I_{11}(z) & I_{12}(z) \\ I_{20}(z) & I_{21}(z) & 1 - I_{22}(z) \end{vmatrix}.$$

Следующая теорема устанавливает связь между собственными значениями оператора  $A$  и нулями функции  $\Delta(\cdot)$ .

**Теорема 1.** Для дискретного спектра оператора  $A$  имеет место равенство

$$\sigma_{\text{disc}}(A) = \{z \in C \setminus [m; M] : \Delta(z) = 0\}.$$

**Доказательство.** Чтобы доказать теоремы достаточно показать, что оператор  $A$  имеет собственное значение  $z \in C \setminus [m; M]$  тогда и только тогда, когда  $\Delta(z) = 0$ .

Действительно. Пусть число  $z \in C \setminus [m; M]$  — есть собственное значение оператора  $A$  и пусть  $f = (f_0, f_1) \in H$  — соответствующая собственная вектор-функция. Тогда  $f_0$  и  $f_1$  удовлетворяют следующую систему уравнений

$$(w_0 - z)f_0 + \int_{T^d} v_0(s)f_1(s)ds = 0;$$

$$v_0(p)f_0 + (w_1(p) - z)f_1(p) - v_1(p) \int_{T^d} v_1(s)f_1(s)ds - v_2(p) \int_{T^d} v_2(s)f_1(s)ds = 0. \quad (2)$$

В силу равенства (1) для любых  $z \in C \setminus [m; M]$  и  $p \in T^d$  имеет место соотношение  $w_1(p) - z \neq 0$ . Из второго уравнения системы (2) для  $f_1$  имеем

$$f_1(p) = \frac{v_1(p)C_1 + v_2(p)C_2 - v_0(p)f_0}{w_1(p) - z}, \quad (3)$$

где

$$C_i = \int_{T^d} v_i(s)f_1(s)ds, \quad i = 1, 2. \quad (4)$$

Подставляя выражение (3) для  $f_1$  в первое уравнение системы (2) и равенству (4) получим, что система уравнений (2) имеет ненулевое решение тогда и только тогда, когда система уравнений

$$(w_0 - z - I_{00}(z))f_0 + I_{01}(z)C_1 + I_{02}(z)C_2 = 0;$$

$$I_{10}(z)f_0 + (1 - I_{11}(z))C_1 + I_{12}(z)C_2 = 0;$$

$$I_{20}(z)f_0 + I_{21}(z)C_1 + (1 - I_{22}(z))C_2 = 0;$$

имеет ненулевое решение, т. е. когда  $\Delta(z) = 0$ . Теорема 1 доказана.

Согласно теореме 1 функция  $\Delta(\cdot)$  обладает характеристическим свойством определителя Фредгольма. По этой причине мы назовём её определителем Фредгольма, ассоциированный с оператором  $A$ .

Рассмотрим некоторые частные случаи:

I. Из теоремы 1 видно, что если функции  $v_i(\cdot)$ ,  $i = 0, 1, 2$  удовлетворяет условие

$$I_{ij}(z) = 0, \quad i \neq j, \quad i, j = 0, 1, 2 \tag{5}$$

при всех  $z \in C \setminus [m; M]$ , то дискретный спектр оператора  $A$  совпадает с объединением дискретных спектров операторов

$$A_i = A_{11}^0 - v_i, \quad i = 1, 2; \quad A_3 = \begin{pmatrix} A_{00} & A_{01} \\ A_{01}^* & A_{11}^0 \end{pmatrix},$$

где

$$(v_i f_1)(p) = v_i(p) \int_{T^d} v_i(s) f_1(s) ds, \quad i = 1, 2,$$

т. е.

$$\sigma_{\text{disc}}(A) = \sigma_{\text{disc}}(A_1) \cup \sigma_{\text{disc}}(A_2) \cup \sigma_{\text{disc}}(A_3).$$

Из определения операторов  $A_i$ ,  $i = 1, 2, 3$  видно, что они имеют более простую структуру чем  $A$ , причем операторы  $A_i$ ,  $i = 1, 2$  имеют по одному простых собственных значений, лежащих левее  $m$ , а оператор  $A_3$  имеет две простых собственных значений, один из них лежать левее  $m$ , а второе правее  $M$ .

Положим

$$V_i = \{p \in T^d : v_i(p) \neq 0\}, \quad i = 0, 1, 2.$$

Отметим, что если мера Лебега множества  $V_i \cap V_j$  равно нулю при всех  $i \neq j$ ,  $i, j = 0, 1, 2$ , то выполняется условие (5).

II. Если  $w_1(p) = a = \text{const}$ , то обозначая

$$b_{ij} = \int_{T^d} v_i(s) v_j(s) ds, \quad i, j = 0, 1, 2,$$

имеем, что  $\sigma_{\text{ess}}(A) = \{a\}$  (т. е. число  $z = a$  является бесконечнократным собственным значением оператора  $A$ ) и

$$\Delta(z) = \frac{1}{a-z} [((a-z)(w_0-z) - b_{00})(a-z-b_{11})(a-z-b_{22}) + 2b_{01}b_{02}b_{12} - b_{02}^2(a-z-b_{11}) - b_{01}^2(a-z-b_{22}) - b_{12}^2((a-z)(w_0-z) - b_{00})].$$

Видно, что в этом случае  $(a-z)\Delta(z)$  является полином четвертого порядка, и следовательно, оно имеет не более чем четыре (с учетом кратности) вещественных нулей отлично от  $a$ . По теореме 1 это означает, что оператор  $A$  имеет не более чем четыре (с учетом кратности) собственных значений, лежащих вне существенного спектра.

Литература:

1. Л. Д. Фаддеев. О модели Фридрикса в теории возмущений непрерывного спектра // Труды Математического Института АН СССР, 1964, Т. 73, С. 292–313.
2. Р. А. Минлос, Я. Г. Синай. Исследование спектров стохастических операторов, возникающих в решетчатых моделях газа // Теоретическая и математическая физика, 1979, Т. 2, № 2, С. 230–243.
3. М. Рид, Б. Саймон. Методы современной математической физики // Т. 4, Анализ операторов, М.: Мир, 1982.
4. К. О. Фридрихс. Возмущения спектра операторов в гильбертовом пространстве. М.: Мир, 1972.

## ФИЗИКА

### Моделирование системы АИН с ШИМ — линейный асинхронный двигатель ( $Z_1 = 6$ ) с обмоткой индуктора через ярмо

Емельянов Александр Александрович, старший преподаватель;  
 Медведев Алексей Владимирович, аспирант;  
 Кобзев Антон Валерьевич, студент;  
 Козлов Алексей Максимович, студент;  
 Бесклеткин Виктор Викторович, студент;  
 Бочкарев Юрий Павлович, студент;  
 Авдеев Александр Сергеевич, студент;  
 Чернов Михаил Владимирович, студент;  
 Габзалилов Эльвир Фиргатович, студент;  
 Киряков Георгий Анатольевич, студент

Российский государственный профессионально-педагогический университет (г. Екатеринбург)

В работе [1] рассматривалось математическое моделирование линейного асинхронного двигателя с намоткой каждой пазовой катушки через ярмо индуктора (статора). Питание этих катушек ( $Z_1 = 6$ ) осуществлялось от отдельных источников синусоидального напряжения.

В данной работе рассматривается процесс математического моделирования линейного асинхронного двигателя при раздельном питании обмоток двигателя от отдельных автономных инверторов напряжения (АИН) с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) в программном пакете MATLAB [3]. Результаты данной работы будут основой для создания учебно-лабораторной установки по исследованию характеристик системы «АИН — ЛАД».

Математическое моделирование системы построено на основе функциональной схемы элементарного широтно-импульсного модулятора с нулевой схемой инвертирования [2]. В соответствии с числом катушек в индукторе (статоре), необходимо иметь шесть каналов широтно-импульсных модуляторов, как показано на рис. 1.

В этой схеме приняты следующие обозначения:

—  $u_{31}, \dots, u_{36}$  — напряжения задания:

$$\begin{aligned} u_{31} &= U_M \cdot \cos(\omega t); & u_{34} &= U_M \cdot \cos(\omega t - \pi); \\ u_{32} &= U_M \cdot \cos(\omega t - \pi/3); & u_{35} &= U_M \cdot \cos(\omega t - 4\pi/3); \\ u_{33} &= U_M \cdot \cos(\omega t - 2\pi/3); & u_{36} &= U_M \cdot \cos(\omega t - 5\pi/3). \end{aligned}$$

—  $u_{on}$  — опорное напряжение (общее для всех каналов), представляет собой пилообразное (двухстороннее, симметричное) напряжение с частотой на *несколько порядков* превышающее частоту напряжения задания.

—  $HO_1, \dots, HO_6$  — нуль-органы, обеспечивают сравнение напряжений задания с опорным напряжением. Если  $u > u_{on}$ , то выходное напряжение  $HO$   $u_{HO} > 0$ , в противном случае  $u_{HO}$  меняет знак на противоположный.

—  $\Phi_{11}$  и  $\Phi_{12}, \dots, \Phi_{61}$  и  $\Phi_{62}$  — формирователи сигналов управления силовыми ключами. Формирователи сигналов управления имеют взаимно инверсные релейные характеристики [2] и сепарируют сигнал нуль-органа  $HO$  по двум каналам управления ключами инвертора. Кроме того, предусматривают небольшие временные задержки включения ключей. Это необходимо для предотвращения коротких замыканий силовых блоков питания (СБП1, ..., СБП6) через ключи инвертора.

—  $u_{\Phi 11}$  и  $u_{\Phi 12}, \dots, u_{\Phi 61}$  и  $u_{\Phi 62}$  — дискретные выходные сигналы с формирователей подаются на драйверы (оптроны) соответствующих транзисторов.



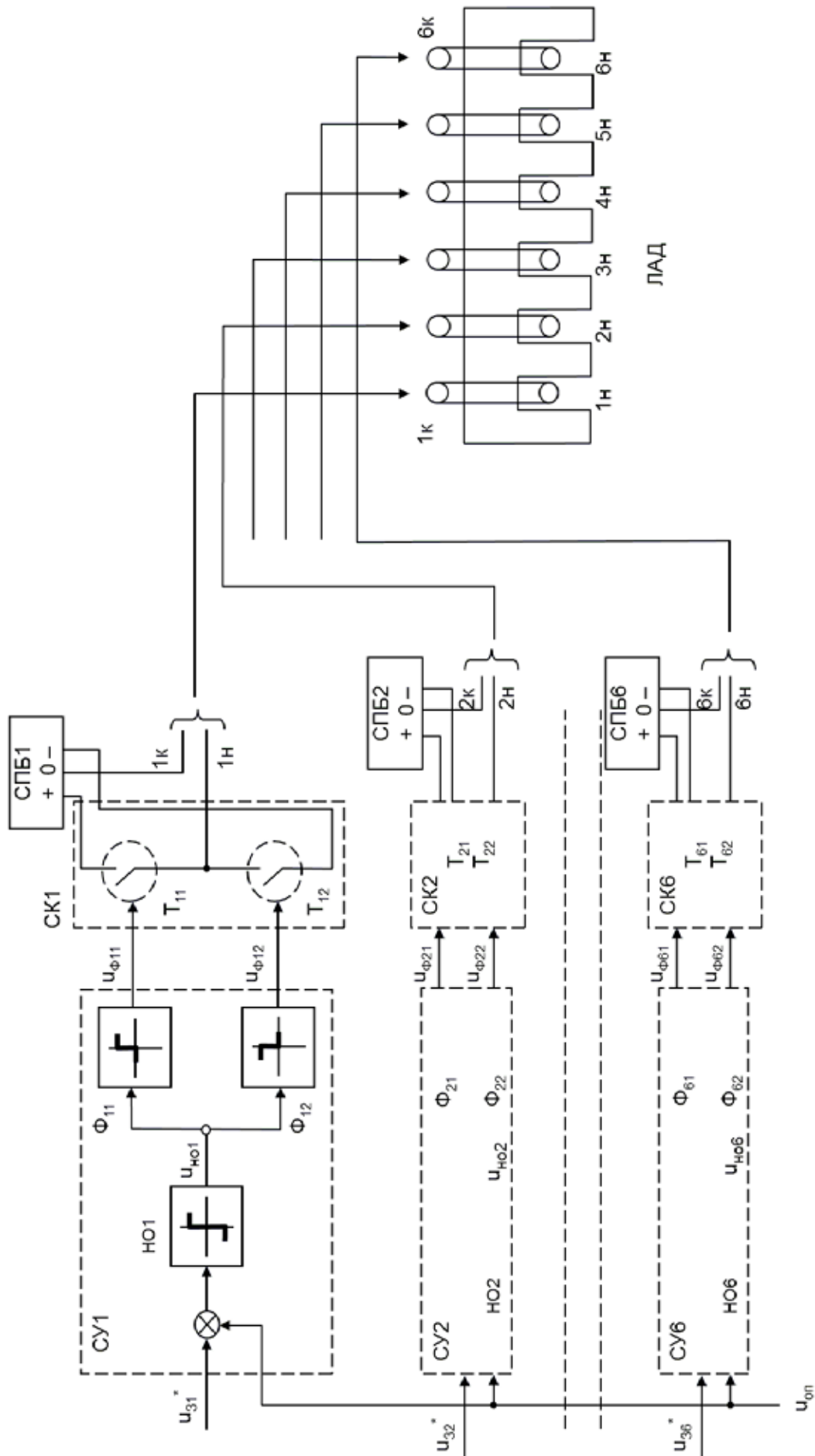


Рис. 1. Функциональная схема системы «АИН с ШИМ — ЛАД»

Алгоритм расчета опорного сигнала ШИМ  $u_{i1}$  имеет следующий вид (рис. 2).

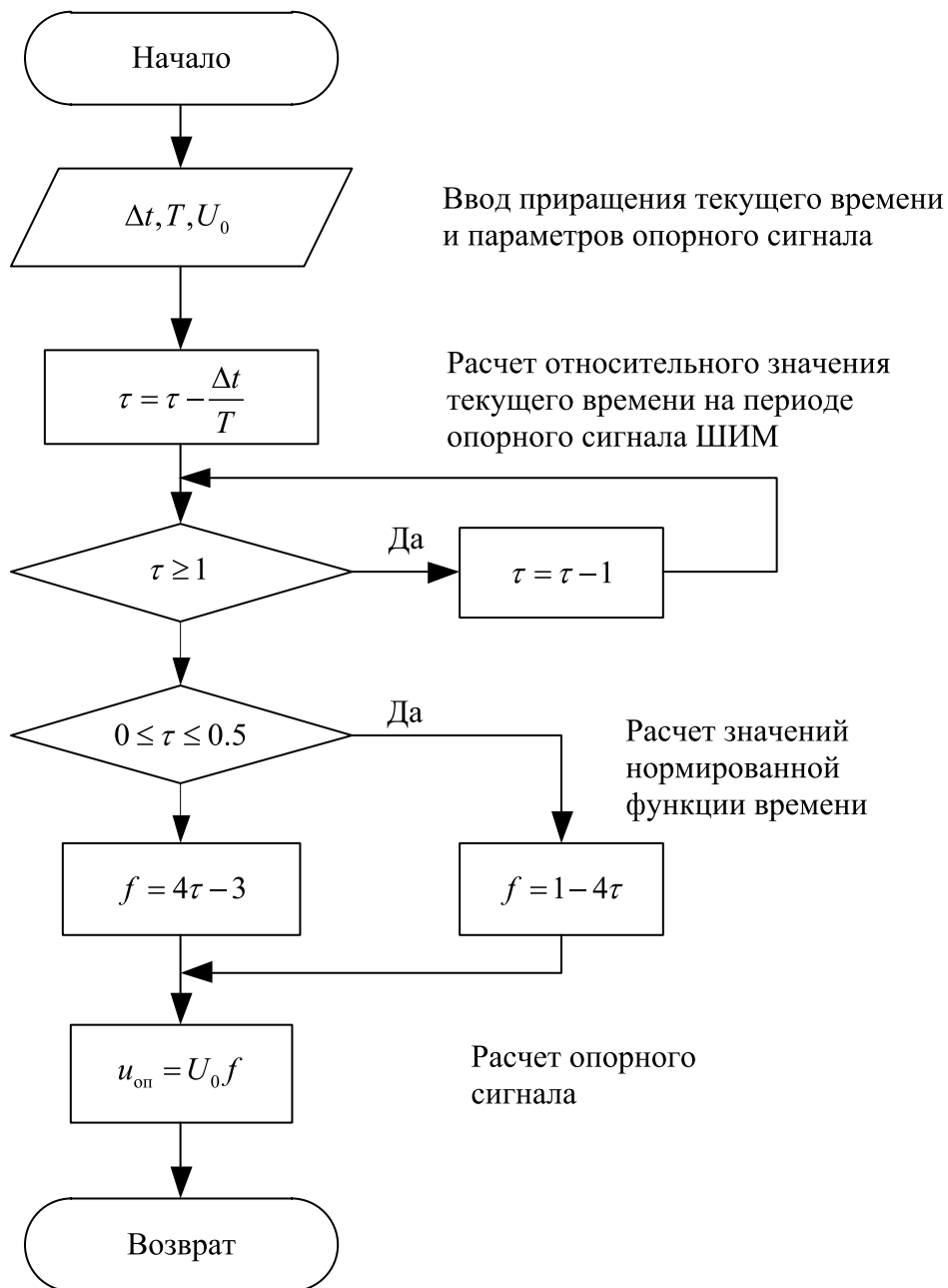


Рис. 2. Алгоритм расчета опорного сигнала ШИМ

Одна из возможных реализаций данного алгоритма на языке высокого уровня MATLAB примет следующий вид:

```

dt=0.00001;           % Приращение текущего времени
U0=1;                 % Амплитуда опорного сигнала
tau=0;                % Относительное значение текущего времени
time=0;               % Время, используемое для построения графиков
u0p (1)=1;            % Выходной сигнал пилообразной формы
pwm=-1;
um=1;                 % Амплитуда синусоидального сигнала
f_sin=50;              % Частота синусоидального сигнала
f_triangle=1000;      % Частота пилообразного сигнала
for i=1:4000
    tau (i+1)=tau (i)+dt*f_triangle;
    time (i+1)=time (i)+dt;
  
```

```

s(i+1)=um*sin(2*pi*f_sin*time(i+1));
if tau(i+1)>=1
    tau(i+1)=tau(i+1)-1;
end
if (tau(i+1)>=0) && (tau(i+1)<0.5)
    f(i)=1-4*tau(i+1);
else
    f(i)=4*tau(i+1)-3;
end
u0p(i+1)=U0*f(i);

if (s(i+1)>=u0p(i+1))
    pwm(i+1)=1;
else
    pwm(i+1)=-1;
end
end
plot(time,s,'-.',time,u0p,'--',time,pwm,'-');
hold on;
grid on
axis([0 0.02 -2.4 2.4]);

```

Результаты сравнений  $u_{HO1}$  напряжения задания  $u_{z1} = U_M \cdot \cos(\omega t)$  с опорным сигналом  $u_{оп}$  для двух значений ( $u_m = 1$  и  $u_m = 2$ ) приведены на рис. 3 и рис. 4 соответственно (сплошной линией обозначено выходное напряжение  $u_{HO1}$  с нуля-органа).

Напряжения  $U_1, \dots, U_6$  на каждой катушке индуктора будут повторять по форме  $u_{HO1}, \dots, u_{HO6}$ , а по амплитуде будут увеличены на коэффициент усиления инвертора  $k_{инв}$  (рис. 5).

Одна из возможных реализаций математической модели системы «АИН ШИМ — ЛАД» на языке высокого уровня MATLAB примет следующий вид:

```

% Математическая модель ЛАД с укладкой статорной обмотки через спинку
% ярма ( Z1=6 ) с помощью магнитных схем замещения с ШИМ
function lad_z11_6_spin_SHIM
    % Исходные данные асинхронного двигателя
    Rb=0.1003*10^7;
    rs=9.5;
    Ls=0.037;
    rr=4.6345*10^-5;
    Lr=0.0372*10^-5;
    dt=0.00001;
    tz=9.769*10^-3;
    m=1.9;
    v0=0;
    wn=200;
    f=50;
    w=2*pi*f;
    UA=wn/dt;
    Um=310/2;
    um=1;
    X=zeros(20,1);
    F=0;
    %начальные условия для ШИМ
    kinv=Um*0.5;
    U0=1;
    tau=0;
    time=0;

```

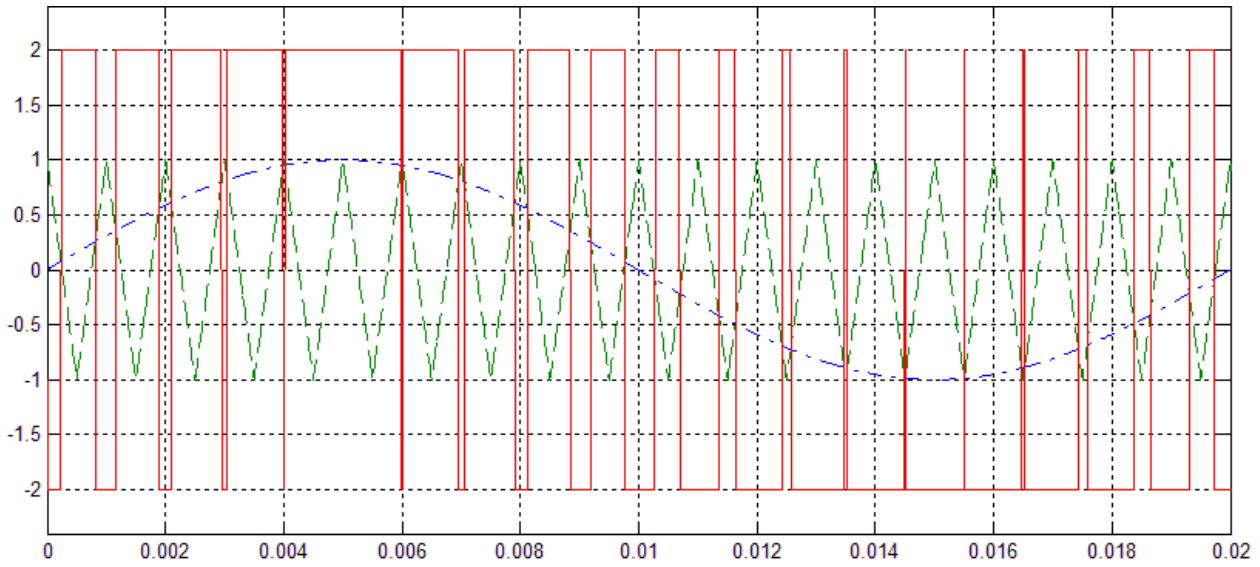


Рис. 3. Временные зависимости  $u_{HO1}$  при  $u_m = 1$

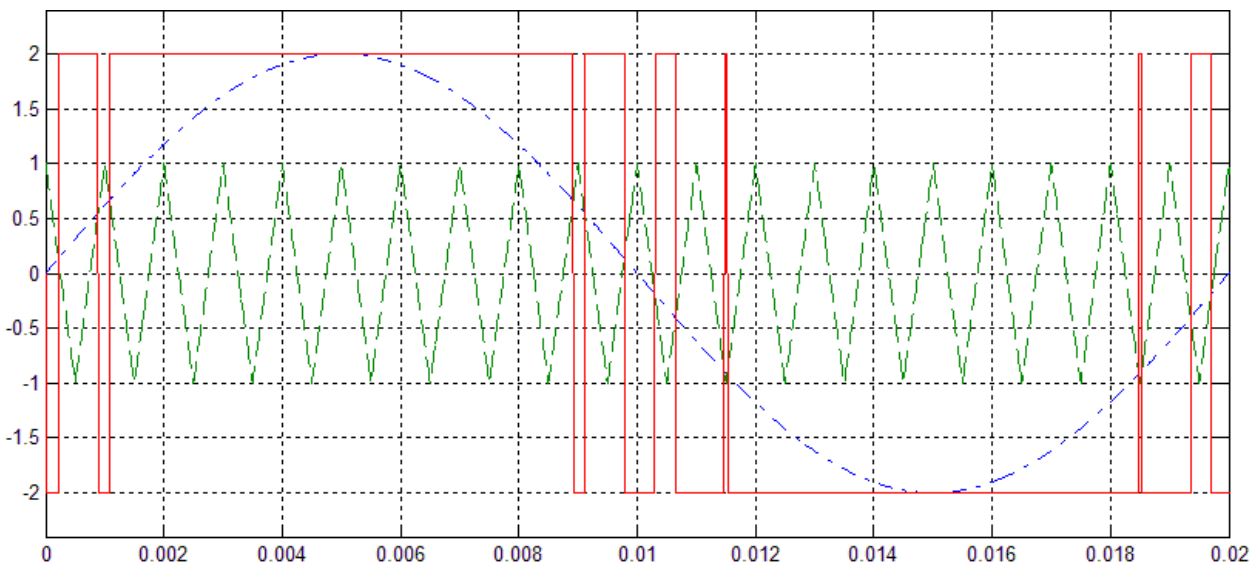


Рис. 4. Выходные характеристики  $u_{HO1}$  при  $u_m = 2$

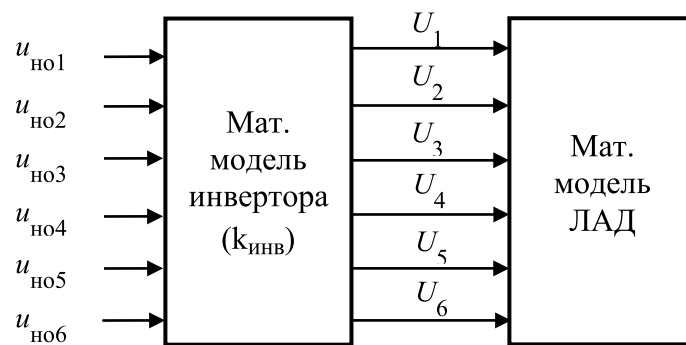


Рис. 5. Блок-схема системы «Инвертор — ЛАД»

```

u0p(1)=1;
pwm=-1;
f_triangle=450;
f_sin=50;
K=input('длительность цикла k=');
for k=1:(K+1)
    %ШИМ
    tau(k+1)=tau(k)+dt*f_triangle;
    time(k+1)=time(k)+dt;
    s(k+1)=um*sin(2*pi*f_sin*time(k+1));
    s_pi3(k+1)=um*sin(2*pi*f_sin*time(k+1)+pi/3);
    s_2pi3(k+1)=um*sin(2*pi*f_sin*time(k+1)+2*pi/3);
    s_pi(k+1)=um*sin(2*pi*f_sin*time(k+1)+pi);
    s_4pi3(k+1)=um*sin(2*pi*f_sin*time(k+1)+4*pi/3);
    s_5pi3(k+1)=um*sin(2*pi*f_sin*time(k+1)+5*pi/3);
    if tau(k+1)>=1
        tau(k+1)=tau(k+1)-1;
    end
    if (tau(k+1)>=0) && (tau(k+1)<0.5)
        f(k)=1-4*tau(k+1);
    else
        f(k)=4*tau(k+1)-3;
    end
    u0p(k+1)=U0*f(k);
    if (s(k+1)>=u0p(k+1))
        pwm(k+1)=2;
    else
        pwm(k+1)=-2;
    end

    if (s_pi3(k+1)>=u0p(k+1))
        pwm_pi3(k+1)=2;
    else
        pwm_pi3(k+1)=-2;
    end

    if (s_2pi3(k+1)>=u0p(k+1))
        pwm_2pi3(k+1)=2;
    else
        pwm_2pi3(k+1)=-2;
    end

    if (s_pi(k+1)>=u0p(k+1))
        pwm_pi(k+1)=2;
    else
        pwm_pi(k+1)=-2;
    end

    if (s_4pi3(k+1)>=u0p(k+1))
        pwm_4pi3(k+1)=2;
    else
        pwm_4pi3(k+1)=-2;
    end

    if (s_5pi3(k+1)>=u0p(k+1))
        pwm_5pi3(k+1)=2;
    end
end

```

```

else
    pwm_5pi3(k+1)=-2;
end

PWM(k+1)=pwm(k+1)*kinv;
PWM_pi3(k+1)=-pwm_pi3(k+1)*kinv;
PWM_2pi3(k+1)=pwm_2pi3(k+1)*kinv;
PWM_pi(k+1)=-pwm_pi(k+1)*kinv;
PWM_4pi3(k+1)=pwm_4pi3(k+1)*kinv;
PWM_5pi3(k+1)=-pwm_5pi3(k+1)*kinv;
v(1,k)=v0;           % создание вектор-строки для графика скорости
f(1,k)=sum(F);       % создание вектор-строки для графика усилия

% Формирование матрицы A
A=zeros(20);
B=2*Rb*(rr+Lr/dt)+1/dt;
B1=6*Rb*(rr+Lr/dt)+(-4*Rb)*Lr*v0/(2*tz)+1/dt;
B2=55*Rb*(rr+Lr/dt)+(-45*Rb)*Lr*v0/(2*tz)+1/dt;
B3=550*Rb*(rr+Lr/dt)+(-450*Rb)*Lr*v0/(2*tz)+1/dt;
B4=1000*Rb*(rr+Lr/dt)+1/dt;
B5=550*Rb*(rr+Lr/dt)+450*Rb*Lr*v0/(2*tz)+1/dt;
B6=55*Rb*(rr+Lr/dt)+(45*Rb)*Lr*v0/(2*tz)+1/dt;
B7=6*Rb*(rr+Lr/dt)+(4*Rb)*Lr*v0/(2*tz)+1/dt;
C=-Rb*(rr+Lr/dt)+(2*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
C1=-Rb*(rr+Lr/dt)+(6*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
C2=-5*Rb*(rr+Lr/dt)+(55*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
C3=-50*Rb*(rr+Lr/dt)+(550*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
C4=-500*Rb*(rr+Lr/dt)+(1000*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
C5=-500*Rb*(rr+Lr/dt)+(550*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
C6=-50*Rb*(rr+Lr/dt)+(55*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
C7=-5*Rb*(rr+Lr/dt)+(6*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
D=-Rb*Lr*v0/(2*tz);
D1=5*D;
D2=50*D;
D3=500*D;
E=-Rb*(rr+Lr/dt)-(2*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
E1=-5*Rb*(rr+Lr/dt)-(6*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
E2=-50*Rb*(rr+Lr/dt)-(55*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
E3=-500*Rb*(rr+Lr/dt)-(550*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
E4=-500*Rb*(rr+Lr/dt)-(1000*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
E5=-50*Rb*(rr+Lr/dt)-(550*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
E6=-5*Rb*(rr+Lr/dt)-(55*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
E7=-Rb*(rr+Lr/dt)-(6*Rb*Lr+1)*v0/(2*tz);
T=-wn*Lr*v0/(2*tz);
Y=-wn*(rr+Lr/dt);
W1=-wn*Lr/dt;
P=-Rb*Lr/dt;
Q=(2*Rb*Lr+1)/dt;
KS=rs+Ls/dt;
Q1=(6*Rb*Lr+1)/dt;
Q2=(55*Rb*Lr+1)/dt;
Q3=(550*Rb*Lr+1)/dt;
Q4=(1000*Rb*Lr+1)/dt;
for n=1:6
    A(n+4,n+4)=B;
    A(n+5,n+4)=E;

```

```

A(n+3,n+4)=C;
A(n+3,n+14)=T;
A(n+4,n+14)=Y;
A(n+5,n+14)=-T;
A(n+14,n+4)=UA;
A(n+14,n+14)=KS;
end;
for n=1:7
    A(n+2,n+4)=D;
    A(n+5,n+3)=-D;
end;
A(1,1)=B4;
A(1,2)=C5;
A(1,3)=D2;
A(2,1)=E4;
A(2,2)=B5;
A(2,3)=C6;
A(2,4)=D1;
A(3,1)=-D3;
A(3,2)=E5;
A(3,3)=B6;
A(3,4)=C7;
A(4,2)=-D2;
A(4,3)=E6;
A(4,4)=B7;
A(5,3)=-D1;
A(5,4)=E7;
A(10,11)=C1;
A(10,12)=D1;
A(11,11)=B1;
A(11,12)=C2;
A(11,13)=D2;
A(12,11)=E1;
A(12,12)=B2;
A(12,13)=C3;
A(12,14)=D3;
A(13,11)=-D1;
A(13,12)=E2;
A(13,13)=B3;
A(13,14)=C4;
A(14,12)=-D2;
A(14,13)=E3;
A(14,14)=B4;

% Матрица свободных членов
S=[
    Q4*X(1)+P*(500*X(2));
    Q3*X(2)+P*(500*X(1)+50*X(3));
    Q2*X(3)+P*(50*X(2)+5*X(4));
    Q1*X(4)+P*(5*X(3)+X(5));
    W1*X(15)+Q*X(5)+P*(X(4)+X(6));
    W1*X(16)+Q*X(6)+P*(X(5)+X(7));
    W1*X(17)+Q*X(7)+P*(X(6)+X(8));
    W1*X(18)+Q*X(8)+P*(X(7)+X(9));
    W1*X(19)+Q*X(9)+P*(X(8)+X(10));
    W1*X(20)+Q*X(10)+P*(X(9)+X(11));
    Q1*X(11)+P*(X(10)+5*X(12));

```

```

        Q2*X(12)+P*(5*X(11)+50*X(13));
        Q3*X(13)+P*(50*X(12)+500*X(14));
        Q4*X(14)+P*500*X(13);
UA*X(5)+(Ls/dt)*X(15)+PWM(k+1);
UA*X(6)+(Ls/dt)*X(16)+PWM_pi3(k+1);
UA*X(7)+(Ls/dt)*X(17)+PWM_2pi3(k+1);
UA*X(8)+(Ls/dt)*X(18)+PWM_pi(k+1);
UA*X(9)+(Ls/dt)*X(19)+PWM_4pi3(k+1);
UA*X(10)+(Ls/dt)*X(20)+PWM_5pi3(k+1)];

% Решение методом Гаусса-Жордана
Z=rref([A S]); % Приведение расширенной матрицы к треугольному виду
X=Z(1:20,21:21); % Выделение последнего столбца из матрицы

% Ток в роторе
Ir=[ 1000*Rb*X(1)- Rb*( 500*X(2));
    550*Rb*X(2)- Rb*(500*X(1)+50*X(3));
    55*Rb*X(3)- Rb*(50*X(2)+5*X(4));
    6*Rb*X(4)- Rb*(5*X(3)+X(5));
    -wn*X(15)+2*Rb*X(5)- Rb*(X(4)+X(6));
    -wn*X(16)+2*Rb*X(6)- Rb*(X(5)+X(7));
    -wn*X(17)+2*Rb*X(7)- Rb*(X(6)+X(8));
    -wn*X(18)+2*Rb*X(8)- Rb*(X(7)+X(9));
    -wn*X(19)+2*Rb*X(9)- Rb*(X(8)+X(10));
    -wn*X(20)+2*Rb*X(10)-Rb*(X(9)+X(11));
    6*Rb*X(11)-Rb*(X(10)+5*X(12));
    55*Rb*X(12)-Rb*(5*X(11)+50*X(13));
    550*Rb*X(13)-Rb*(50*X(12)+500*X(14));
    1000*Rb*X(14)-Rb*(500*X(13))];

% Электромагнитное усилие
F(1)=X(2)*Ir(1)/(2*tz);
for n=1:12
F(n+1)=(X(n+2)-X(n))*Ir(n+1)/(2*tz);
end;
F(14)=-X(13)*Ir(14)/(2*tz);

% Скорость
v0=v0+(sum(F)/m)*dt;
end;

% Построение графиков
k=0:K;
subplot(2,1,1);
plot(k*dt,v);
title('скорость');
xlabel('t, с');
ylabel('v, м/с');
grid on;
subplot(2,1,2);
plot(k*dt,f);
title('Электромагнитное усилие');
xlabel('t, с');
ylabel('F, Н');
grid on;
end

```



На рис. 6 представлены временные диаграммы скорости и электромагнитного усилия линейного асинхронного двигателя при питании от АИН с амплитудой напряжения задания  $u_m = 1$ .

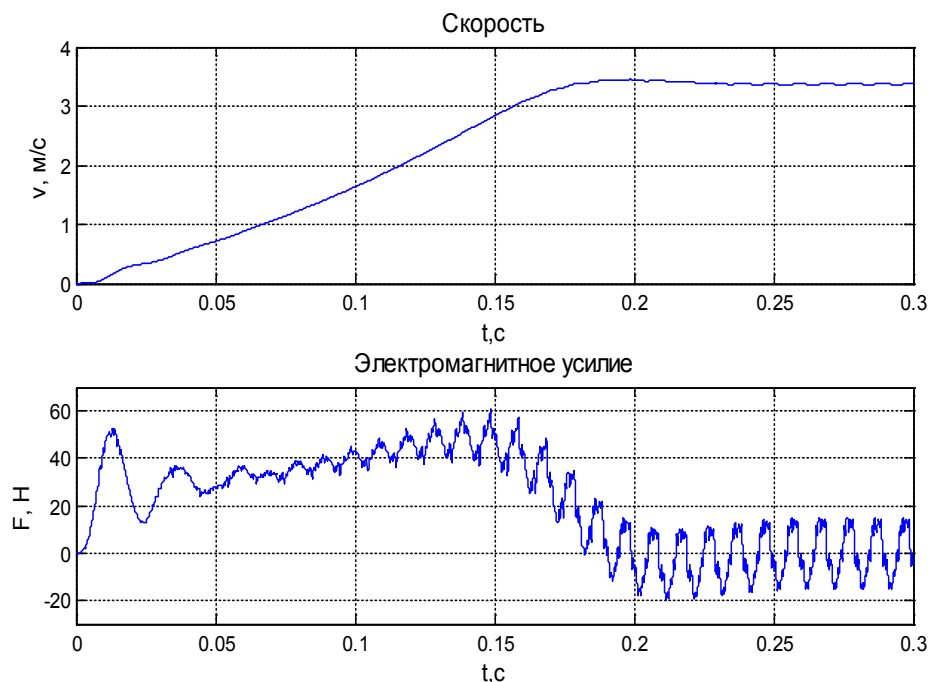


Рис. 6. Результат моделирования линейного асинхронного двигателя при  $u_m = 1$

На рис. 7 представлены временные диаграммы скорости и электромагнитного усилия линейного асинхронного двигателя при питании от АИН с амплитудой напряжения задания  $u_m = 2$ .

На рис. 8 представлены графики скорости и электромагнитного усилия во времени линейного асинхронного двигателя при раздельном питании обмоток от источника синусоидального напряжения.

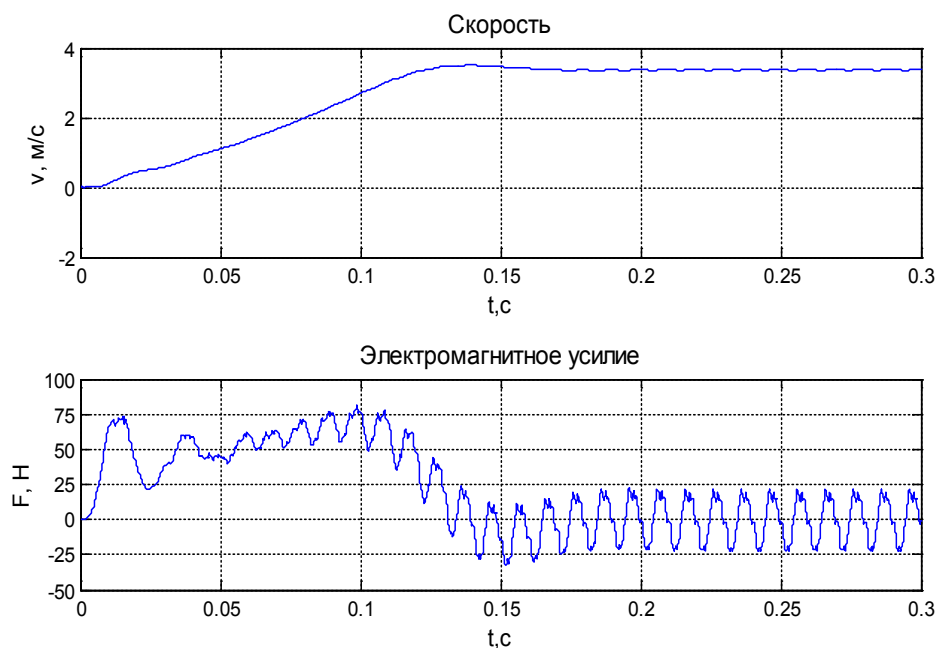


Рис. 7. Результат моделирования линейного асинхронного двигателя при  $u_m = 2$

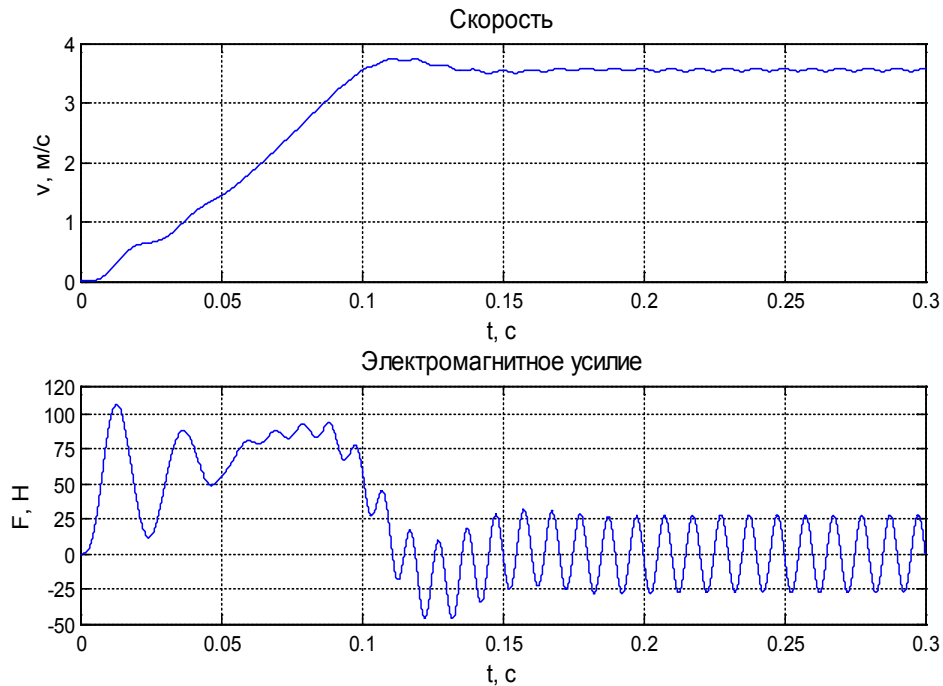


Рис. 8. Результат моделирования линейного асинхронного двигателя при питании от источника синусоидального напряжения

Как видно, из результатов математического моделирования питание обмоток линейного асинхронного двигателя от инвертора напряжения с ШИМ приводит к уменьшению моментов и увеличению времени переходного процесса по сравнению с моделью линейного асинхронного двигателя с укладкой обмотки индуктора ( $Z1 = 6$ ) через спинку ярма [1]. При сопоставлении переходных процессов в математической модели линейного асинхронного двигателя [1] необходимо увеличить напряжение питающей сети в  $\sqrt{3}$  раз и уменьшить шаг интегрирования до  $dt = 0.00001$  с.

Литература:

1. Емельянов А.А. и др. Моделирование линейного асинхронного двигателя с укладкой обмотки индуктора ( $Z1 = 6$ ) через спинку ярма / Емельянов А.А., Медведев А.В., Кобзев А.В., Козлов А.М., Бесклеткин В.В., Авдеев А.С., Киряков Г.А., Чернов М.В., Габзалилов Э.Ф., Иванин А.Ю. // Молодой ученый. — 2013. — №10. — С. 39–54.
2. Шрейнер Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. — Екатеринбург: УРО РАН, 2000. — 654 с.
3. Ануфриев И.Е. и др. MATLAB 7 / Ануфриев И.Е., Смирнов А.Б., Смирнова Е.Н. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 1104 с.

## Основные проблемы формирования нано- и гетероструктур на основе кремния и полупроводников $A_3B_5$ для современной оптоэлектроники

Середин Павел Владимирович, кандидат физико-математических наук, доцент;  
Леньшин Александр Сергеевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник  
Воронежский государственный университет

На протяжении последних двадцати лет различные исследовательские группы пытаются объединить полупроводниковые соединения на основе  $A_3B_5$  с высокоэффективными кремниевыми подложками. Производство  $A_3B_5/Si$  структур имеет высокий рыночный потенциал по-

зволяя найти замену дорогим подложкам из GaAs для оптоэлектронного производства традиционных устройств на основе  $A_3B_5$  (солнечные батареи, фотоприемники, светодиоды и инжекционные лазеры). Кроме того, технология  $A_3B_5/Si$  становится перспективной в условиях миниатю-

ризации кремниевых интегральных схем и приближения их размеров к своему физическому пределу. Становится возможным увеличивать быстродействие интегральных схем без уменьшения размеров их элементов за счет применения оптоволоконной интеграции лазеров на основе GaAs и светодиодов с кремниевой схемой обработки сигналов [1–4]. Однако, несмотря на наметившиеся успехи в интеграции  $A_3B_5/Si$  и появление отдельных приборных применений, утверждать о больших успехах в этой области не приходится. В последнее время основные проблемы, возникающие при выращивании  $A_3B_5/Si$  были выяснены и зафиксированы.

Это, в первую очередь, рост полярного полупроводника на неполярной подложке, приводящий к образованию антифазных доменов большой плотности. Указанная проблема была успешно разрешена применением подложек Si, отклоненных от сингулярной плоскости (001) на  $4^\circ - 6^\circ$ . Другие проблемы оказались более серьезными. Вследствие разницы параметров решеток пленки и подложки, близкой к 4 % в системе GaAs/Si, плотность дислокаций в пленке GaAs достигает величин  $10^9 - 10^{10} \text{ см}^{-2}$ . Разница в коэффициентах термического расширения также способствует образованию большого количества дислокаций и появлению трещин в пленке GaAs в процессе ее охлаждения. Эти проблемы до сих пор преодолеваются ведущими исследовательскими группами с переменным успехом с помощью различных методик, таких, как двухступенчатый рост GaAs, термоциклирование после роста, а также выращивание буферных слоев других материалов.

На сегодняшний день только использование градиентных буферных слоев GeSi позволило снизить плотность дислокаций в рабочей части пленки GaAs до  $10^6 \text{ см}^{-2}$  и менее. В результате время жизни неосновных носителей к примеру в GaAs/Si превысило 10 нс. Такие высокие структурные параметры платформы с градиентным переходом параметра решетки от Si к GaAs дают возможность изготовить на ней ряд приборов, работающих на неосновных носителях, таких, как солнечные элементы, светодиоды и инжекционные лазеры со свойствами, приближающимися к параметрам приборов, изготовленных на основе гомоэпитаксиальных структур GaAs/GaAs [5–12].

Объединение GaAs-оптоэлектроники и традиционных кремниевых интегральных схем на одной пластине до сих пор находится в стадии поиска. Большое расстояние (по вертикали) между поверхностями GaAs и Si, превышающее 10 мкм в случае использования градиентных буферных слоев Ge/GeSi/Si, является непреодолимым препятствием для проведения высокоразрешающей фотолитографии и организации контактных соединений между Si и соседними элементами на основе  $A_3B_5$  на одной пластине. Кроме того, различные приемы высокотемпературной обработки гетероструктур  $A_3B_5/Si$  (отжига, термоциклирование), существенно улучшающие кристаллическое совершенство этих платформ, неприемлемы при выращивании GaAs в окнах подложек Si с токовыми элементами интегральных схем. Необходимые

для такого объединения эпитаксиальные гетероструктуры  $A_3B_5$  на подложках Si большого диаметра с толщиной пленки  $A_3B_5$  не более 0,1 мкм и плотностью дислокаций не более  $10^6 \text{ см}^{-2}$  в ее приповерхностной области — новая цель мировой научной общественности

Анализ научной литературы за последнее время указывает на значительный интерес к данным материалам. Наноразмеры подобных структур определяют их особые физико-химические свойства по сравнению с «объемными» материалами. Использование этих свойств позволит создавать новые приборы и устройства, характеристики которых кардинальным образом отличаются от показателей систем и устройств аналогичного назначения, созданных по традиционным технологиям. Модификация классических материалов полупроводниковой электроники, таких как кремний и полупроводники  $A_3B_5$ , совмещение двух технологий с созданием новых перспективных наноматериалов является одним из наиболее перспективных и актуальных направлений в предметной области темы работ [13–19]. Решение этих задач представляет большой практический интерес, поскольку в настоящее время реализация огромных возможностей опто- и микроэлектроники, связанных с использованием новых многокомпонентных и композитных материалов, микро- и наноструктур, в значительной степени сдерживается технологическими трудностями их изготовления. С другой стороны, многие из этих задач интересны с точки зрения фундаментальной физики, а развитые к настоящему времени технологические и экспериментальные методы позволяют проверять справедливость тех или иных теоретических моделей. Поэтому детальное исследование физических процессов в полупроводниковой технологии позволяет выявлять оптимальные режимы получения полупроводниковых наноструктур, необходимых для практических применений [20–25].

Хорошо известно ведущее положение кремния как основного материала микроэлектроники связано с широким набором физико-химических свойств, многие из которых делают его уникальным полупроводниковым материалом. В тоже время применение монокристаллического кремния в электронике сопряжено и с определенными ограничениями. Одно из них связано с относительно невысокой подвижностью носителей заряда в кремнии, что ограничивает быстродействие приборов на основе кремния. Данная проблема может быть решена в принципе путем замены электрических соединений оптическими. В связи с этим возникает фундаментальная проблема изготовления интегральных схем на основе кремния, объединяющих в едином объеме функции генерации, передачи и обработки электрических и оптических сигналов. Однако на пути использования кремния в оптоэлектронике есть серьезное препятствие — непрямозонность его электронно-энергетической структуры (дно зоны проводимости в пространстве энергии-импульса не совпадает с потолком валентной зоны). Рекомбинация носителей с излучением фотона с учётом закона сохранения

импульса при этом возможна лишь при участии одного или нескольких фононов. Проблема заключается в том, что гораздо быстрее (несколько наносекунд) подвижные носители встречаются с различными центрами безызлучательной рекомбинации — дефектами или ловушками, выделяющаяся при этом энергия идёт на образование фононов. Основные направления, в рамках которых данная задача может быть решена — либо поиск технологических путей формирования массивного кремния с малой концентрацией безызлучательных центров, либо переход к наноразмерным структурам, снимающих вопрос о не прямой зонной структуре кремния в результате перехода к энергетическому спектру квантовых образований (квантовых ям, нитей, точек). На сегодняшний день наиболее перспективным путём, позволяющим радикально улучшить люминесцентные свойства кремния, является его наноструктурирование [20–30].

Еще одним из возможных применений нанокристаллов Si, базирующимся на процессах протекания в них тока и хранения заряда, является создание быстродействующих устройств энергонезависимой памяти. Несмотря на коммерческий успех, возник ряд ограничений в развитии этой технологии, обусловленный в первую очередь свойствами подзатворного диэлектрика, который, с одной стороны, должен обеспечивать быстрый и эффективный перенос заряда при низких рабочих напряжениях и, с другой стороны, обеспечивать хорошую изоляцию области заряда и долговременное его хранение. Кроме того, использование нанокристаллов делает запоминающие элементы более компактными, в том числе и за счет перехода к использованию одиночных КТ для хранения заряда. Перспективным материалом для современной функциональной и оптоэлектроники является пористый кремний, материал, содержащий в себе нанокристаллы кремния, и нанокомпозиты на его основе [20–34]. Данный материал обладает уникальными оптическими, сенсорными, электрофизическими характеристиками, в том числе ви-

димой фотолюминесценцией. Данный материал достаточно прост и дешев в изготовлении, однако препятствием широкому применению данных материалов является изменение характеристик данного материала с течением времени и значительная зависимость структуры и свойств данного материала в зависимости от методики получения.

В тоже время, полупроводниковые твердые растворы на основе  $A_3B_5$ , в которых можно управлять шириной запрещенной зоны путем изменения состава, получать сверхструктурные фазы и доменную структуру, являются основными материалами полупроводниковой оптоэлектроники. Эти соединения имеют положительную энтальпию образования, что создает возможность спонтанного распада твердого раствора при определенных температурах. Электронные свойства соединений  $A_3B_5$  превосходят свойства Si. Более высокая подвижность основных носителей арсенида галлия позволяет работать на частотах 250 ГГц. Кроме того, приборы на основе  $A_3B_5$  генерируют меньше шума, чем кремниевые устройства. Из-за более высокого напряжения пробоя перехода приборы на основе  $A_3B_5$  могут работать при большей мощности. Однако компоненты, созданные на основе  $A_3B_5$ , потребляют больше энергии, чем их кремниевые аналоги и, несмотря на привлекательные характеристики, стоимость изделий на основе  $A_3B_5$ -технологии продолжает оставаться высокой. Поэтому потребность интегрирования в широких областях составов соединений  $A_3B_5$  с кремниевыми подложками обусловлены требованиями, которые не всегда лежат в области текущих возможностей  $A_3B_5$ : а именно возможностью повысить быстродействие в радиоэлектронике, получить способность к легкой эмиссии в оптоэлектронных устройствах и главное снизить энергопотребление. Использование этих свойств позволит создавать новые приборы и устройства, характеристики которых кардинальным образом отличаются от показателей систем и устройств аналогичного назначения, созданных по традиционным технологиям.

#### Литература:

1. Lorenzo Pavesi // *Materials Today*. — 2005. — January. — P.18–25.
2. M. A. Green, J. Zhao, A. Wang, P. J. Reece, M. Gal // *Nature*. — 2001. — Vol.412. — P.805–808.
3. J. Zhao, M. A. Green, A. Wang // *J. Appl. Phys.* — 2002. — Vol.92, № 6. — P.2977–2979.
4. T. Trupke, M. A. Green, P. Würfel // *J. Appl. Phys.* — 2003. — Vol.93, № 11. — P.9058–9061.
5. Seredin P. V., Glotov A. V., Domashevskaya E.P et. al. // *Physica B: Condensed Matter*. 2010. V. 405. I 12. P. 2694–2696.
6. Середин П. В. // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2009. Т. 11. № 3. С. 46–52.
7. Seredin P. V., Domashevskaya E. P., Lukin A. N., Arsent'ev I. N., Vinokurov D. A., Tarasov I. S.
8. *Физика и техника полупроводников*. 2008. Т. 42. С. 1072.
9. Э. П. Домашевская, П. В. Середин, Э. П. Домашевская [и др.] // *Поверхность: Рентгеновские и синхротронные спектры*. — 2008. — № 2. — С. 62–65.
10. Середин П. В., Домашевская Э. П., Терновая В. Е. и др. // *Физика твердого тела*. 2013. Т. 55. В. 10. с. 2054–2057
11. Seredin P. V., Glotov A. V., Domashevskaya E.P et. al. // *Applied Surface Science*. 2013. V. 267. P. 181–184
12. П. В. Середин, Э. П. Домашевская, А. Н. Лукин [и др.] // *Физика и техника полупроводников*. — 2008. — Т. 42, № 9. — С. 1072–1078.

13. P. V. Seredin, E. P. Domashevskaya, I. N. Arsentyev [et al.] // *Phys. Status Solidi C*. — 2009. — V. 6, N 7. — P. 1694–1696.
14. Середин П. В., Терновая В. Е., Глотов А. В. и др. // *Физика твердого тела*. 2013. Т. 55. № 10 С. 2046–2049
15. Domashevskaya E. P., Kashkarov V. M., Seredin P. V. et. al. // *Materials Science and Engineering: B*. 2008. V. 147. 12–3. P. 144–147.
16. П. В. Середин, А. В. Глотов, Э. П. Домашевская [и др.] // *Физика и техника полупроводников*. — 2009. — Т. 43, № 12. — С. 1654–1661.
17. П. В. Середин // *Конденсированные среды и межфазные границы*. — 2010. — Т. 12. № 3. — С. 258–267.
18. П. В. Середин, А. В. Глотов, В. Е. Терновая [и др.] // *ФТП*. — 2011. — Т. 45, № 4. — С. 488–499.
19. П. В. Середин, А. В. Глотов, В. Е. Терновая, Э. П. Домашевская [и др.] // *Физика и техника полупроводников*. — 2011. — Т. 45, № 11. — P. 1489–1497.
20. П. В. Середин, А. В. Глотов, Э. П. Домашевская [и др.] // *Физика и техника полупроводников*, — 2012. — Т. 46, вып. 6. — С. 739–751.
21. Moshnikov V. A., Gracheva I., Lenshin A. S., Spivak Y. M., Anchkov M. G., Kuznetsov V. V., Olchowik J. M. // *Journal of Non-Crystalline Solids*. 2012. T. 358. № 3. С. 590–595.
22. Леньшин А. С., Мараева Е. В. // *Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ»*. 2011. № 6. С. 9–16.
23. Соцкая Н. В., Долгих О. В., Кашкаров В. М., Леньшин А. С., Котлярова Е. А., Макаров С. В. // *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2009. Т. 9. № 5. С. 643–652.
24. Kashkarov V., Nazarikov I., Lenshin A., Terekhov V., Turishchev S., Agapov B., Pankov K., Domashevskaya E. // *Physica Status Solidi (C) Current Topics in Solid State Physics*. 2009. T. 6. № 7. С. 1557–1560.
25. Левицкий В. С., Леньшин А. С., Максимов А. И., Мараева Е. В., Мошников В. А. // *Известия ВУЗов. Материалы электронной техники*. 2012. № 4. С. 48–53.
26. Леньшин А. С., Кашкаров В. М., Спивак Ю. М., Мошников В. А. // *Физика и химия стекла*. 2012. Т. 38. № 3. С. 383–392.
27. Травкин П. Г., Воронцова Н. В., Высоцкий С. А., Леньшин А. С., Спивак Ю. М., Мошников В. А. // *Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ»*. 2011. № 4. С. 3–9.
28. Леньшин А. С., Кашкаров В. М., Середин П. В., Спивак Ю. М., Мошников В. А. // *Физика и техника полупроводников*. 2011. т. 45. № 9. с. 1229–1234.
29. Леньшин А. С., Кашкаров В. М., Турищев С. Ю., Смирнов М. С., Домашевская Э. П. // *Журнал технической физики*. 2012. Т. 82. № 2. С. 150–152.
30. Kashkarov V., Lenshin A., Agapov B., Turishchev S., Domashevskaya E. // *Physica Status Solidi (C) Current Topics in Solid State Physics*. 2009. T. 6. № 7. С. 1656–1660.
31. Lenshin A. S., Kashkarov V. M., Spivak Yu. M., Moshnikov V. A. // *Materials Chemistry and Physics*. 2012. T. 135. № 2–3. С. 293–297.
32. Домашевская Э. П., Леньшин А. С., Кашкаров В. М. и др. // *Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования*. 2012. № 2. С. 11.
33. Леньшин А. С., Кашкаров В. М., Голощапов Д. Л., Середин П. В. и др. // *Неорганические материалы*. 2012. Т. 48. № 10. С. 1091.
34. Леньшин А. С., Кашкаров В. М., Середин П. В., Минаков Д. А., Агапов Б. Л., Кузнецова М. А., Мошников В. А., Домашевская Э. П. Исследования морфологических особенностей роста и оптических характеристик многослойных образцов пористого кремния, выращенных на подложках п-типа с эпитаксиально нанесенным р+-слоем. *Физика и техника полупроводников*, 2012, том 46, вып. 8, с. 1101–1107.
35. Кашкаров В. М., Леньшин А. С., Середин П. В., Агапов Б. Л., Ципенюк В. Н. // *Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования*. 2012. № 9. С. 80.
36. Domashevskaya E. P., Lenshin A. S., Kashkarov V. M., Shabanova I. N., Terebova N. A. // *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*. 2012.

## ХИМИЯ

### Анализ процессов формирования молекулярных кластеров в системе углеродный нанобъект — водная среда

Головлев Сергей Владимирович, аспирант  
Тамбовский государственный технический университет

Сравнением нанотехнологий и обширным применением искусственно созданных наноразмерных материалов все более актуальным становится вопрос изучения влияния и объяснения взаимодействия нанобъектов со средой. До сих пор не выработаны единые правила и инструкции безопасности при работе с наночастицами. Все исследования при этом направлены на определение токсичности самих материалов, а не исследование поведения их в среде и воздействие на живые организмы, технологические среды и экологию в целом.

В работе ставится задача оценить приближенные напряженные состояния вокруг нанобъекта в жидкой среде и возможность реализации внешних воздействий на систему нанобъект-среда. Для этого необходимо решить две проблемы: с одной стороны необходимо знать, какие напряжения возникают во всем объеме, и каким образом будет реагировать на них исследуемый материал с другой. Приближенную оценку внешних воздействий можно провести с использованием теории механики сплошной среды, а реакцию системы предлагается оценить исходя из энергии связи с помощью квантово-химических расчетов.

В [1] показано, что значительное изменение свойств среды без существенного изменения химического состава возможно при условии взаимодействия со средой, приводящего к значительным структурным изменениям.

В общем виде предложен вариант оценки параметров напряженного состояния, требуемых для разрушения данной структуры в исследуемой жидкости. Как наиболее благоприятный вариант для возникновения предельных напряжений рассматривалось только плоское напряженное состояние. Так как фуллерены практически не растворяются в воде, в работе рассматриваются продукты озонлиза C<sub>60</sub>, которые полностью растворимы в воде [2].

Стационарное молекулярное уравнение Шредингера рассматривалось в приближении Борна—Оппенгеймера. Уравнение Шредингера для электронной подсистемы решалось в рамках теории функционала плотности с использованием гибридного функционала плотности B3LYP [3]. Для описания электрических свойств водородно-свя-

занных систем использовались базисы, включающие поляризационные (с большим значением углового момента, нежели основное состояние атома) и диффузные (более «размазанные», с меньшим значением показателя экспоненты) функции. При оптимизации в PC GAMESS/firefly [4] использовался метод псевдо — Ньютона — Рапсона со следующими параметрами: максимальный градиент 10<sup>-7</sup> хартри/бор, с. к. з. градиента 10<sup>-8</sup> хартри/бор.

Расчетным путем получены энергии диссоциации связи C<sub>60</sub> — (H<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>, и разрушения водородных связей кластеров. Показано, что энергия разрушения связи C<sub>60</sub> — O на порядок выше водородной связи, длина связи C-O составляет 1,063<sup>-10</sup> м, а энергия связи 22.1084 (9.6387<sup>-17</sup> Дж) и незначительно уменьшается с ростом системы, энергия водородной связи 0.175 хартри. Знак энергии положительный, следовательно, самопроизвольно реакция окисления проходить не будет. Рост структуры с увеличением n до 4 идет линейно, далее изменяется угол связи.

Наноразмерные частицы, помещенные в жидкую среду, обладая нескомпенсированной поверхностной энергией, формируют на своей поверхности ионные слои из морфологических единиц жидкой среды. После процесса формирования каждую наночастицу в жидкости окружают как минимум два слоя — ион формирующий и ион компенсирующий, и в зависимости от знака поверхностного заряда нано частицы может возникать два вида кластеров (рисунок 1).

В рассматриваемой наночастице каждый атом углерода имеет одну свободную связь, при этом заполнение половины из них приводит к созданию эндодральных комплексов. Принятый в [1] подход заключается в возможности автономного существования отделенного от нанобъекта ион-формирующего и ион-компенсирующего слоя в виде стабильного кластера. Таким образом, для модификации среды необходимо распространить кластеры, состоящие из ион-формирующего и ион-компенсирующего слоя на весь объем среды. Это можно достичь реализацией процесса отделения контактного слоя среды от поверхности

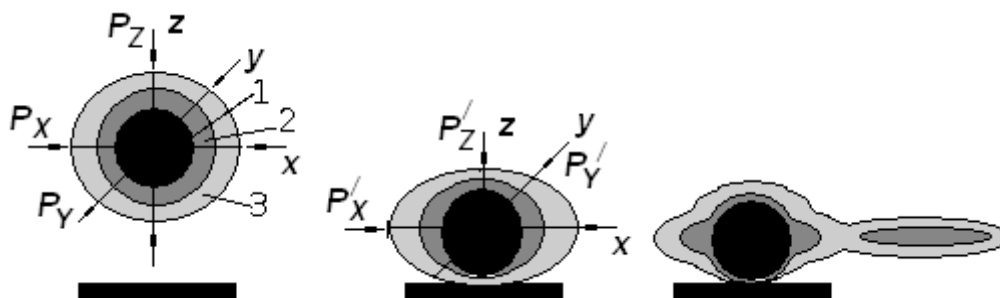


Рис. 1. Схема, сформированных кластеров в жидкой среде: 1 — нанообъект, 2 — ион-формирующий слой (состоящий из катионов), 3 — ион-компенсирующий слой (состоящий из анионов)

нанообъекта, удаления его в объем среды и последующего возникновения на этой же поверхности нового слоя. Эффект модифицирования будет увеличиваться по мере накопления в объеме кластеров, возникших из ион-формирующего и ион-компенсирующего слоя.

Рассмотрим произвольную точку внутри частицы с ион-формирующим и ион-компенсирующим слоем, проведем через нее плоское сечение и вообразим, что соседние части по обе стороны от этого сечения на мгновение стали жесткими и превратились в твердое тело. Малейшему перемещению одной из этих частей относительно другой вдоль плоскости сечения препятствуют силы, являющиеся по своей природе силами связи атомов.

Касательное напряжение  $\tau_n$ , выражающее сопротивление трения в расчете на единицу площади плоскости контакта в момент, когда движение (смещение) только начинается, пропорционально нормальному напряжению  $\sigma_n$ , действующему в сечении; более того, прежде чем произойдет проскальзывание, величина  $|\tau_n|$  нигде не может превзойти некоторую долю  $\mu$  нормального напряжения  $\sigma_n$  при любой ориентации сечения [4], так что

$$|\tau_n| \leq \mu \sigma_n;$$

Здесь индекс  $n$  обозначает направление внешней нормали к сечению. Обозначим через  $\rho$  угол сухого трения и положим

$$\mu = \tan \rho;$$

Для равновесия системы, таким образом, требуется, чтобы в среде выполнялось двойное неравенство

$$-\sigma_n \tan \rho \leq \tau_n \leq \sigma_n \tan \rho;$$

Если воздействие на систему приводит к созданию плоского напряженного состояния, то есть два главных напряжения равны, а третье равно нулю:

$$\sigma_2 = \frac{1}{2}(\sigma_x + \sigma_y) - \frac{1}{2}\sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2};$$

$$\sigma_3 = 0;$$

Максимальные касательные напряжения

$$\tau_{max} = \pm \frac{1}{2}\sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2},$$

отсюда

$$\tau_{max} = |\tau_v(\alpha_\tau)| = \frac{1}{2}|\sigma_1 - \sigma_2|.$$

В дискретной среде напряженные состояния, соответствующие равновесию при условии, что жидкость рассматривается как идеально вязкое необратимо несжимаемое вещество, определяются формулами:

$$\sigma = 3\gamma\varepsilon;$$

$$\tau = \frac{3}{2}\gamma\varepsilon,$$

Где  $\varepsilon$  — скорость деформации осевого удлинения,  $\gamma$  — коэффициент вязкости.

Отсюда следует, что чем выше коэффициент вязкости среды, тем большие напряжения в ней возникают.

Так как  $\tau$  всегда меньше  $\sigma$ , а энергия связи кластера воды с фуллереном больше энергии водородной связи кластера, то вероятнее всего в случае возникновения напряженного состояния произойдет сдвиг слоя, а не отрыв или разрушение системы. Приведенные выражения описывают состояние макросистем, их необходимо адаптировать под конкретную задачу.

При достаточном уровне касательных напряжений и невысоком сопротивлении сдвига в компенсационных слоях происходит отделение ионных слоёв от наноразмерных частиц с образованием кластеров с ядрами на основе ион-формирующего слоя 2. При сдвиговом отрыве ионных слоёв с нанообъекта на его поверхности вновь начинается формирование ионных слоев 2,3 [6].

В работе показано, что для систем типа  $C_{60} - (H_2O)_n$  возможен сдвиг слоёв водных кластеров и он энергетически более выгоден, чем отрыв всего кластера. Необходимым условием сдвига является возникновение напряженного состояния в исследуемых жидкостях, причем значения этих напряжений будут зависеть от типа жидкости и ее состояния. Создание напряжённого состояния возможно путем изменения скорости потока жидкости, внешнего давления, каких либо ударных воздействий.

## Литература:

1. В. П. Шелохвостов, Д. В. Образцов, В. В. Гумбин, С. В. Головлев Феноменология структурных и надструктурных состояний в жидких наномодифицированных средах / В. П. Шелохвостов, Д. В. Образцов, В. В. Гумбин, С. В. Головлев // УНИВЕРСИТЕТ им. В. И. ВЕРНАДСКОГО. СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК (43). 2012. — 2012/ — N43. — С74–79.
2. F. Cataldo, Polymeric fullerene oxide (fullerene ozopolymers) produced by prolonged ozonation of C60 and C70 fullerenes. // Carbon, 2002, 40, 1457.
3. Карговский А. В. Водные кластеры: структуры и оптические колебательные спектры // Изв. вузов. Прикладная нелинейная динамика. 2006. Т. 14, No
4. Грановский А. А. PC GAMESS 8.0 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://classic.chem.msu.su/gran/gamess/index.html>.
5. Надаи А. (Nadai A.) — Пластичность и разрушение твердых тел. Т. 1 (ИЛ, 1954) / Надаи А. // М.: Издательство иностранной литературы, 1954. 648 с.
6. Шелохвостов В. П. Методы и средства контроля параметров конденсированных сред, содержащих наноструктурные компоненты / В. П. Шелохвостов, В. Н. Чернышов. — Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. — (Препринт № 21. Рубрика 01. — 2007. — Т. 13, № 3. — 60 с. ).
7. Волькенштейн М. В. Молекулярная биофизика М.: Наука, 1975. 616 с.
8. Суздаев И. П., Суздаев П. И. Нанокластеры и нанокластерные системы. Организация, взаимодействие, свойства / И. П. Суздаев, П. И. Суздаев // Успехи химии 70 (3) 2001 С. 203–240.

## Подбор адсорбентов для очистки хлопковых масел

Фармонов Жасур Бойкараевич, ассистент;

Суванова Фаёза Усмановна, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой  
Каршинский инженерно-экономический институт (Республика Узбекистан)

Хлопковые масла характеризуются значительным содержанием свободных жирных кислот, фосфолипидов, неомыляемых липидов и окрашивающих и других веществ. Установлено также, что в состав триацилглицеридов хлопкового масла входят мальвовая и стеркулиновая циклопропеноидные кислоты в количестве от 0,8 до 2,8 % от массы масла, которые являются биологически активными и оказывают вредное действие на организм, при рафинации плохо удаляются из масел.

Отличительной особенностью хлопковых масел от других растительных жиров является наличие красящих пигментов: госсипола и его производных форм, которые локализируются в ядре семени в госсиполовых железках, питательных пектином, гемицеллюлозой и другими неидентифицированными веществами. Госсипол содержит следующие производные: связанный госсипол, госсипурпурин и госсивердулин. Эти вещества относятся к группе ядовитых веществ. При хранении маслосодержащих семян и извлечении масла под действием влаги и тепла госсипол частично связывается с белками, аминокислотами и фосфатидами, вследствие чего, теряет реакционную способность и токсичность и переходит в ряд производных, не содержащих свободных альдегидных групп и имеющих окраску от желтой до черной: госсифульвин, госсикаэрулин и др. Вероятно поэтому, экстракционное масло, содержащее продукты изменения и превращения

госсипола, считают наиболее сложным сырьем для рафинационного производства. Наличие измененных и связанных форм госсипола затрудняет, а иногда делает невозможным получение щелочной рафинацией светлого масла с цветностью 8–10 кр.ед. при 35 желтых.

Комплексная переработка хлопкового масла обеспечивает получение высококачественных продуктов — салатного масла и пальмитина, способных заменить подсолнечное, оливковое и кокосовое масла. Салатное масло по качеству и жирнокислотному составу близко к рафинированному и дезодорированному подсолнечному маслу. Пальмитин используется в производстве маргариновой продукции и туалетного мыла, вместо кокосового масла [1].

Процесс рафинации растительных масел и жиров призван облагораживать содержащиеся в них триацилглицерины. Однако, при существующих схемах рафинации хлопкового масла не всегда достигается глубокое удаление сопутствующих веществ, влияющих не только на качество готового продукта, но и на процессы их переработки. К примеру, их присутствие в гидрируемой среде резко снижает активность и стабильность применяемого катализатора. Они также влияют на качество получаемого гидрогенизата.

В настоящее время вопросам рафинации хлопковых масел и мисцелл с целью селективного извлечения



ценных сопутствующих веществ или их комплекса уделяется большое внимание и решение этой проблемы осуществляется в нескольких направлениях. Одним из них является подбор эффективных адсорбентов, способных адсорбировать окрашивающие примеси и другие сопутствующие вещества, содержащиеся в растительных маслах. На маслозаводах для очистки масел и жиров используются различные адсорбенты, например, отбелную и фуллеровую земли, активированный уголь, кизельгур и др. К примеру, для выведения госсипола из хлопково-масляных мисцелл рекомендуется использовать капроновый сорбент [2]. Наибольший эффект осветления обеспечили различные группы природных глин — каолиновые, геллазитовые, опоковидные породы различных месторождений.

В последние годы в качестве адсорбентов стали чаще использовать цеолиты, которые обладают непревзойденной избирательной способностью поглощать различные газы и растворенные вещества [3].

Цеолиты — кристаллические алюмосиликаты щелочных и щелочноземельных элементов — минералы с чрезвычайно широкой сферой применения. Их используют в качестве адсорбентов, катализаторов, ионообменников, компонентов моющих средств и др. Своему широкому применению цеолиты обязаны регулярной структуре, гетероинному характеру поверхности и наличию ионообменных катионов. Практическое использование цеолитов началось в 50-х годах и за большой срок, отделяющий появление синтетических цеолитов от настоящего времени, они были подвергнуты глубокому и пристальному изучению. Объектами его являлись состав и структура цеолитов, катионный состав и распределение катионов в полостях, состояние воды, адсорбционные, каталитические и ионообменные свойства [4,5].

В пищевой промышленности цеолиты нашли свое применение как адсорбенты и катализаторы. Использование цеолитовых туфов оказалось эффективным в сублимационной сушке пищевых продуктов, в осветлении спирта,

вина, пива, соков [6]. Цеолиты могут быть использованы при очистке жиров разделением моно- и триолеинов. Цеолиты с диаметром пор от 3 до 15 Å способны сорбировать свободные жирные кислоты, воду, слизи, фосфатиды, красящие, вкусовые и пахнущие вещества. Причем, наиболее удовлетворительные результаты получены при применении цеолитов ряда X и Y с диаметром пор 8–9 Å, при этом они не проявляют изомеризирующей способности триацилглицеринов [3]. Применение цеолитов в масложировой промышленности является перспективным направлением.

Мы изучили возможность применения синтетических цеолитов типа NaX и CaX с различными связующими для селективного облагораживания рафинированной мисцеллы и хлопкового масла. При этом методом ДТА выявили наилучшие режимы их термической сушки и активации. Полученные результаты показали, что температуру сушки и активации цеолитов целесообразно поддерживать при 350÷400°C, т. к. при этом полностью восстанавливаются его адсорбционные свойства. Синтетические цеолиты NaX и CaX сорбируют именно те вещества, критический диаметр которых меньше эффективного диаметра их пор. Для CaX эффективный диаметр пор составляет 8÷10 Å, а для NaX — 9÷13 Å.

### Результаты и выводы

Процесс адсорбционной очистки хлопковой мисцеллы в стационарном слое цеолитов проводили в колонной установке при температуре 60°C, отношении высоты слоя адсорбента к диаметру равном 8 и скорости подачи сырья 0,4 см/сек. Селективному облагораживанию подвергали рафинированную хлопковую мисцеллу (табл.1) и масло (табл. 2).

Как видно из табл. 1, наибольший эффект наблюдается на NaX со связующим веществом каолинитом, где кислотное число снизилось на 0,2 мг КОН, цветность на 8 кр.ед., перекисное число — до 0,01 %, а мыла, производных госсипола — практически до нуля.

Таблица 1. Изменение показателей рафинированной хлопковой мисцеллы до и после селективного облагораживания цеолитами

| Вид мисцеллы   | Показатели рафинированной хлопковой мисцеллы |                   |                      |                                     |                        |                |
|--|--|-------------------|----------------------|-------------------------------------|------------------------|----------------|
|  | Кислотное число, мг КОН                      | Цветность, кр.ед. | Содер. фосфатидов, % | Сод. общ <sup>*)</sup> госсипола, % | П.ч., % J <sub>2</sub> | Содер. мыла, % |
| <b>Цеолит CaX (связующее вещество — каолинит)</b>      |  |                   |                      |                                     |                        |                |
| До очистки   | 0,4  | 13,0              | 0,06                 | 0,08                                | 0,025                  | 0,002          |
| После очистки  | 0,2  | 8,0               | 0,00                 | 0,00                                | 0,010                  | отс            |
| <b>Цеолит NaX (связующее вещество — каолинит)</b>      |  |                   |                      |                                     |                        |                |
| До очистки   | 0,5  | 14,0              | 0,08                 | 0,09                                | 0,030                  | 0,003          |
| После очистки  | 0,3  | 6,0               | 0,00                 | 0,00                                | 0,010                  | отс            |
| <b>Цеолит NaX (связующее вещество — цемент)</b>        |  |                   |                      |                                     |                        |                |
| До очистки   | 0,4  | 13,0              | 0,08                 | 0,09                                | 0,088                  | 0,002          |
| После очистки  | 0,3  | 10,0              | 0,00                 | 0,00                                | 0,009                  | отс            |
| *) Сумма нативного, измененного и связанного госсипола |  |                   |                      |                                     |                        |                |

Таблица 2. Изменение показателей рафинированного хлопкового масла до и после облагораживания цеолитом NaX (св.вещество-каолинит)

| Физико-химические показатели хлопкового масла | Показатели рафинированного хлопкового масла |               |
|---|---|---------------|
|   | до очистки                                  | после очистки |
| Цветность, кр.ед.при 35 жел.                  | 14,0  | 8,0           |
| Кислотное число, мг КОН                       | 0,4   | 0,2           |
| Содержание фосфатидов, %                      | 0,05  | 0,02          |
| Содержание мыла, %                            | 0,006                                       | ост           |
| Содержание производных госсипола              | 0,03  | ост           |
| Содержание влаги, %                           | 0,15  | 0,04          |
| Перекисное число, % J <sub>2</sub>            | 0,03  | 0,01          |
| Жирнокислотный состав, %:                     | 54,5  | 53,9          |
| – линолевая (C <sub>18:2</sub> )              |   |               |
| – олеиновая (C <sub>18:1</sub> )              | 18,0  | 18,0          |
| – стеариновая (C <sub>18:0</sub> )            | 3,1   | 3,0           |
| – пальмитиновая (C <sub>16:0</sub> )          | 23,5  | 24,3          |
| – пальмитоолеиновая (C <sub>16:1</sub> )      | 0,9   | 0,8           |
| Йодное число, J <sub>2</sub> /100 г           | 109,5                                       | 109,3         |

Замена связующего каолинита цементом приводит к повышению цветности масла. Аналогичная картина наблюдается и при замене катиона цеолита Na<sup>+</sup> на Ca<sup>++</sup>.

Аналогичные результаты получены при облагораживании рафинированного хлопкового масла цеолитом NaX (св.вещество-каолинит) в стационарных условиях (табл. 2.).

Как видно из табл. 3. облагораживание рафинированного хлопкового масла в слое гранулированного цеолита NaX (св.вещество-каолинит) позволяет снизить содержание сопутствующих триацилглицеринам веществ, которые отрицательно влияют на стабильность последу-

ющих процессов его переработки. В жирнокислотном составе хлопкового масла наблюдаются изменения по отдельным видам жирных кислот, что указывает на их сродство данному цеолиту.

Исследования показали возможность многократного применения цеолитов NaX или CaX в колонных аппаратах при облагораживании хлопкового масла и мисцелл путем их повторной термической регенерации.

Поэтому, данный процесс можно внедрить как в рафинационном, так и в гидрогенизационном производстве. Предпочтение при этом следует отдавать цеолиту NaX (св.вещество-каолинит).

#### Литература:

1. Тютюнников Б. Н., Науменко П. В., Товбин И. М., Фаниев Г. Г. Технология переработки жиров. М.: Пищевая промышленность, 1970. -652 с.
2. Аскинази А. И., Губман И. И., Паранян В. Х., Шмидт А. А., Махсон Р. С., Демаховский Л. В., Сидорина Л. С. Новое в технике и технологии адсорбционной очистки масел. М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1983, серия 6, вып.5, 20 с.
3. Цеолиты и их применение, Киев, 1971, 57 с. РИТБ
4. Жданов С. П., Хвощев С. С., Самулевич Н. Н. Синтетические цеолиты: кристаллизация, структурно-химическое модифицирование и адсорбционные свойства. Химия, — М., 1981. — 264 с.
5. M. S. A. Baksh, E. S. Kikkiniades and R. T. Jang. Lithium Type X Zeolite as a Superior Sorbent for Air Separation // Separation Science and Technology, 1992, — 27 (3), pp. 277294.
6. Самойлова Е. А. Цеолиты. эволюция знаний. Том I — Новосибирск: «ЭКОР-книга»; ЗАО НПФ «Новь», 2010 г. — 96 с.

# ИНФОРМАТИКА

## Проблемы внедрения CRM

Агеева Светлана Полиектовна, магистрант  
Вологодский государственный технический университет

*Ключевые слова:* CRM, внедрение, примеры.

В последнее время все больше фирм и организаций осуществляют переход на систему CRM. Центром данной модели является клиент, основное направление деятельности — поддержка эффективного маркетинга, продаж, обслуживания клиентов [1].

Преимущества модели очевидны: информация о клиентах хранится интегрировано, происходит сбор и анализ информации обо всех действиях с клиентами, руководство имеет возможность определения полезного коэффициента работы менеджера, тем самым вырабатываются инструменты влияния на их работу, а сами менеджеры могут определить «хороших» и «плохих» клиентов — с кем выгодно работать, а с кем нет [2].

Конечно, у любой медали есть обратная сторона. В данном случае она заключается в подготовке к внедрению и в самом внедрении.

В этапе подготовке к внедрению: все неочевидно. Менеджеры не понимают, как пользоваться системой (затруднения вызывает ввод данных, трата рабочего времени на вбивание уже существующей, используемой информации), руководство, не видя долгое время данных в системе, начинает недоумевать о смысле внедрения. На данном этапе использование системы находится под угрозой, и только знающее, что оно делают, руководство доведет начатое до конца.

Также вполне вероятно, что для подготовки стандартной программы, реализующей CRM, к условиям данной фирмы будут наняты специалисты со стороны (или просто увеличен для этих целей штат сотрудников). Этим людям необходимо будет в рекордно короткие сроки понять всю работу организации и разработать бизнес-процессы, по которым в итоге в результате внедрения и будет осуществляться работа всей фирмы. Насколько верно они будут разработаны, настолько упростится работа сотрудников предприятия и повысится ее эффективность.

Естественно, что после внедрения CRM, механизм работы изменится — а новое любят не все, к нему нужно привыкнуть. Менеджеры в результате успешного вне-

дрения получают автоматический несессер, в котором будут содержаться: информация о клиентах, какие-либо напоминания, связанные с работой (время звонка тому или иному покупателю, важные даты) — причем менеджер как может ставить себе «напоминалки», так может и не ставить. Но для того чтобы произошла такая автоматика вначале ему необходимо самостоятельно ввести в базу данных фирмы необходимую информацию, что в принципе может быть затруднительно и трудоемко, так как клиентура у менеджера, проработавшего в организации не один месяц, обычно широкая. Поэтому у него возникает вполне законный вопрос: зачем ему это надо? Следовательно, на этапе подготовки к внедрению порой протекают «тяжелые бои» между менеджерами и руководством.

Второй причиной отказа от внедрения CRM менеджерами является полный контроль, который установится сразу после завершения данного этапа. Руководство, проводя аналитику за день, неделю, месяц будет точно знать со сколькими клиентами менеджер смог заключить успешные сделки и со сколькими он вообще успел пообщаться и тому подобное. Также, исходя из того, что вся клиентура менеджеров будет содержаться в одной базе — она автоматически станет общей и если руководству будет необходимо, оно сможет без труда распределить всех покупателей между всеми менеджерами практически поровну, будь то новички или старожилы данной профессии.

Но вернемся к программистам, которых наняли специально для целей успешной разработки и внедрения программы на основе модели CRM. То, что ни один заказчик не может составить абсолютно верного ТЗ, уже стало притчей во языцах, но в случае CRM все становится намного хуже. Мало какой руководитель представляет, куда в конечном итоге, он хочет прийти с использованием CRM. Не каждый даже знает, для какого этапа стоит написать бизнес-план, а где обойдется и без него. Поэтому программисту необходимо самостоятельно пройтись по каждому этапу работы сотрудников, учитывая все циклы,

отмены и возвраты, которые могут произойти в результате их работы. В случае CRM он создает нечто глобальное, контролирующее все этапы и автоматизирующее их.

В результате может справедливо показаться, что недостатки CRM перечеркнули ее положительные стороны, но это не совсем так. Для руководства CRM — это несомненный помощник в контроле и анализе; для менеджера — несмотря на недостатки — это удобный механизм работы, в которой нет необходимости держать что-то в голове или в различных электронных документах; для менеджеров-новичков — после изучения всех тонкостей бизнес-ходов в организации — это несомненный шаг вперед в профессии, где уже предоставят некую клиентуру, и основной задачей будет ее удержание и увеличение; а для программиста CRM — это еще один способ показать свою квалификацию в решении нестандартной задачи.

Итак, CRM — корпоративная информационная система, призванная автоматизировать работу менеджеров, их взаимодействие с клиентами компании.

Можно выделить несколько принципиально разных по своей логике построения и назначению видов информационных систем, которые относятся к классу CRM-систем:

CIF-системы (Customer Information File) — системы для сбора эталонной информации о клиентах из различных источников и предоставления этой информации пользователям и другим информационным систем по запросу.

SFA-системы (Sales Force Automation) — системы автоматизации операционных процессов продаж и маркетинга. Данные системы получили наиболее широкое распространение, поэтому их часто и называют CRM системами.

Service Desk — системы, обеспечивающие поддержку операционных процессов сервисного обслуживания клиентов.

Contact-centre — системы обработки контактов с реальными и потенциальными потребителями в целях

продаж и обслуживания посредством любых электронных каналов взаимодействия (голос, IVR — интерактивные речевые меню, web-сайт, e-mail, факс).

Аналитический CRM — системы на основе хранилищ данных, предназначенные для накопления, хранения, агрегации и интеллектуальной обработки хронологических показателей, собранных на основе данных транзакционных систем. [3]

Наиболее известными CRM-системами в мире и в России на сегодняшний день являются:

SAP — модуль, который улучшает работу тех отделов компании, которые непосредственно взаимодействуют с клиентом (отдел продаж, сайт, отдел маркетинга, сервисные отделы, абонентские службы, колл-центр).

Oracle — система CRM, доступ к которой осуществляется через Интернет. CRM Oracle позволяет управлять продажами, сервисным и техническим обслуживанием, проводить всевозможные маркетинговые кампании, организовать виртуальный call-центр и хранилище данных. Помимо всего прочего, CRM Oracle обладает достаточно мощным встроенным набором аналитических инструментов.

Microsoft Dynamics CRM — система CRM, повышающая эффективность сотрудников как внутри, так и вне организации, и облегчающая взаимодействие отделов продаж, маркетинга и обслуживания клиентов. [4]

Подведем итог: не смотря на все сложности внедрения (а до этого и приобретения, потому как CRM системы не только трудозатратны, но и дорогостоящи), CRM — это удобный механизм, использование которого в будущем предоставит организации несомненные преимущества: это и быстрый доступ к актуальной информации о клиентах, и оперативность обслуживания клиентов и проведения сделок, и быстрое получение всех необходимых отчетных данных и аналитической информации, а также контроль работы менеджеров и согласованное взаимодействие между сотрудниками и подразделениями.

#### Литература:

1. Википедия [электронный ресурс] — режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Система\\_управления\\_взаимоотношениями\\_с\\_клиентами](http://ru.wikipedia.org/wiki/Система_управления_взаимоотношениями_с_клиентами)
2. Koder logic [электронный ресурс] — режим доступа: [http://www.koderlogic.ru/stat\\_17\\_1.htm](http://www.koderlogic.ru/stat_17_1.htm)
3. Практика CRM [электронный ресурс] — режим доступа: <http://www.crm-practice.ru/articles/1141/>
4. let's count! [электронный ресурс] — режим доступа: <http://letscount.ru/2011-10/vidi-i-primeri-crm-system/>

## Автоматизированная система электронного контроля

Акимов Андрей Геннадьевич, слушатель

Академия государственной противопожарной службы МЧС России (г. Москва)

Обеспечение безопасности является одним из ключевых направлений деятельности любого предприятия, в том числе промышленного. Важной, неотъемлемой составляющей общей безопасности предприятия является пожарная безопасность.

Пожарная безопасность — состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров [1].

Пожарная безопасность объекта — состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей [2]. На обеспечение пожарной безопасности направлены пожарно-профилактические мероприятия.

Пожарная профилактика — комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также создание условий для успешного тушения пожара [2].

Задачи пожарной профилактики путем осуществления пожарно-профилактического обслуживания призваны решать объектовые подразделения федеральной противопожарной службы МЧС России.

Пожарно-профилактическое обслуживание — деятельность сотрудников федеральной противопожарной службы, направленная на предупреждение пожаров на охраняемом объекте и создание условий для их успешного тушения [3].

Мероприятия по пожарной профилактике условно можно разделить на:

- а) организационные;
- б) технические;
- в) режимного характера.

Осуществление организационных и технических мероприятий по пожарной профилактике возложено, в основном, на руководителей объектов. Реализация же мероприятий режимного характера зависит от исполнителей, руководителей среднего и низшего звена, работников предприятия. Учитывая, что мероприятия организационного и технического характера имеют, как правило, определенную периодичность (ежегодные, ежеквартальные, ежемесячные, по утвержденным графикам и т. д.), а мероприятия режимного характера осуществляются постоянно, можно сделать вывод, что подавляющее большинство трудовых и временных затрат уходит на мероприятия режимного характера. Наличие на предприятии грамотных и ответственных руководителей, а также необходимых финансовых средств для реализации организационных и технических мероприятий (издание необходимых

распорядительных, нормативных документов по предприятию, необходимой планирующей документации, разработка графиков проведения необходимых работ, установка и эксплуатация систем и установок автоматической противопожарной защиты, производственной автоматики и т. д.), в реализации которых со стороны объектового подразделения ФПС участвуют руководство и инженерно-инспекторский состав могут стать успешным залогом в обеспечении пожарной безопасности предприятия. Наряду с этим недостаточное осуществление мероприятий режимного характера, в реализации которых участвуют не только руководители, но и большей частью исполнители, может значительно ухудшить противопожарное состояние предприятия. В осуществлении мероприятий режимного характера решающее значение может иметь человеческий фактор (халатность, забывчивость, определенные морально-психологические качества работников).

Противопожарное состояние объекта — состояние объекта, характеризуемое числом пожаров и ущербом от них, числом загораний, а также травм, отравлений и погибших людей, уровнем реализации требований пожарной безопасности, уровнем боеготовности пожарных подразделений и добровольных формирований, а также противопожарной агитации и пропаганды [2].

Одной из форм реализации и контроля над осуществлением мероприятий режимного характера является организация и осуществление наблюдения за противопожарным состоянием охраняемого объекта, основной формой которого является несение службы личным составом объектового подразделения ФПС МЧС России на участках, секторах, постах и маршрутах дозоров. Для организации дозорной службы руководителю необходимо максимально полно и точно владеть оперативной обстановкой на охраняемом объекте.

Оперативная обстановка — совокупность обстоятельств и условий в районе выезда подразделения, влияющих на определение задач и характер их выполнения.

Оперативной обстановкой должны владеть и руководство объектового подразделения, и инженерно-инспекторский состав и личный состав, находящийся на дежурстве. А это информация обо всех пожароопасных, в том числе огневых работах, проводимых на предприятии, состоянии проездов и подъездов к зданиям и водосточникам, состоянии источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения, состоянии и работоспособность средств автоматической противопожарной защиты, содержание зданий, помещений и территории предприятия и т. д.). Для небольших предприятий, где проводятся одна-две огневые работы за рабочую смену, на небольшой территории которых находятся несколько

пожарных гидрантов и малое количество работников, осуществление контроля противопожарного режима не является проблемой. Но если предприятие большое, имеет территорию в несколько гектар, протяженностью в несколько километров, десятки зданий и сооружений, несколько сотен пожарных гидрантов и несколько тысяч работников — контролировать противопожарный режим на таком предприятии сложно. А учитывая то, что вся информация заносится в разные журналы по соответствующим направлениям (журнал учета участков, перекрытых проездов и неисправного противопожарного водоснабжения, журнал учета огневых работ и т. д.), информацию об оперативной обстановке на объекте приходится собирать «по крупицам». Кроме того, при определении и корректировке маршрутов дозоров на большой территории желательно наличие графического отображения территории предприятия с нанесенными на ней объектами контроля (местами проведения огневых работ, местами с выявленными нарушениями требований пожарной безопасности и т. д.). При этом вышеозначенная информация вносится, как правило, в начале и окончании рабочего дня, поэтому оперативная обстановка, которой должен владеть начальник дежурного караула в каждую единицу времени не всегда является актуальной.

Решить данные проблемы может система электронного контроля и координации (СЭК), и как его часть — электронная карточка оперативной обстановки (ЭКО).

Каждый заинтересованный сотрудник на своем терминале (планшетный компьютер, смартфон, ноутбук...) вводит необходимую информацию об изменениях оперативной обстановки, которая стекается в общую базу данных на сервере. Любой другой сотрудник в любое время со своего терминала может попасть в общую базу данных и получить необходимую информацию. На экране

терминала вся информация отображается в графическом виде (на плане объекта отображаются определенными значками места проведения пожароопасных работ (актуальных или оконченных), неисправные водоисточники и т. д.). При нажатии на нужный значок рядом отображается вся информация об этом объекте. Для многоэтажных зданий возможно отображение в формате 3D. Привязка мобильных терминалов с системой глобального позиционирования GPS или глобальной системой спутниковой навигации ГЛОНАСС позволит контролировать местонахождение сотрудников, оптимизировать маршруты дозоров, более качественно направлять пожарную технику при ее следовании к месту пожара или поиска водоисточника для установки на него.

Следующим этапом развертывания данной системы является привлечение в нее подразделений охраняемого объекта (службы жизнеобеспечения объекта, иные подразделения, в том числе для заявок на согласование огневых работ с последующим оформлением нарядов-допусков на выполнение огневых работ).

И последним этапом является создание единой (объединенной) системы электронного контроля и координации (ЕСЭК (ОСЭК)). Созданная система в пожарном подразделении объединяется с подобной системой предприятия, действующей аналогично, но со своей спецификой. Разные уровни доступа к информации обеспечат безопасность данной системы.

Наличие подобной системы минимизирует влияние «человеческого фактора» на деятельность предприятия в области обеспечения его безопасности, оптимизирует взаимодействие различных структур и подразделений предприятия между собой и с подразделением ФПС, оптимизирует взаимодействие службы и профилактики самого подразделения ФПС.

#### Литература:

1. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
2. ГОСТ 12.1.033—81\*.
3. Инструкция по организации деятельности объектовых подразделений ФПС МЧС России по профилактике и (или) тушению пожаров, утв. МЧС России 30.09.2005.
4. Собоурь С. В. Пожарная безопасность предприятия. Курс пожарно-технического минимума. Учебно-справочное пособие / С. В. Собоурь — Люберцы.: ФГУП «Производственно-издательский комбинат ВИНТИ», 2007—494 с.

## Логико-вероятностные методы прогнозирования и распознавания нарушений динамики финансовых временных рядов

Демин Александр Викторович, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник  
Институт систем информатики имени А. П. Ершова СО РАН (г. Новосибирск)

### 1. Введение

Задача прогнозирования финансовых временных рядов была и остается актуальной, поскольку предсказание является необходимым элементом любой инвестиционной деятельности, ведь сама идея инвестирования — вложения денег с целью получения дохода в будущем — основывается на идеи прогнозирования будущего. В последнее время, когда стали доступны мощные средства сбора и обработки информации, задача прогнозирования финансовых временных рядов также становится и одной из самых популярных задач для практического применения различных Data Mining методов [1]. Широкое применение Data Mining методов в данной области обусловлено наличием в большинстве временных рядов сложных закономерностей, которые не обнаруживаются линейными методами.

Однако практическое применение Data Mining методов для прогноза финансовых временных рядов сталкивается с проблемой нестационарности этих рядов. Закономерности развития финансовых рядов постоянно меняются, причем, как показывает практика, эти изменения могут происходить очень быстро. В результате успех или неудача при использовании прогнозирующих систем, обученных на исторических данных, во многом зависит от того, будет ли будущая динамика ряда соответствовать той динамике, которая была на обучающем множестве, или нет.

Зачастую для преодоления нестационарности финансовых данных предлагается регулярно переобучать прогнозирующие системы по мере поступления новых данных. Однако очевидным недостатком данного метода является его запаздывание: к тому моменту, когда в обучающем множестве накопится достаточное количество новых данных, чтобы новая динамика ряда нашла отражение в закономерностях системы, эта динамика может либо уже закончиться, либо система может успеть дать неприемлемо большое количество ложных прогнозов. Таким образом, возникает проблема того, как определить, применима ли прогнозирующая система к текущей ситуации или нет.

Для решения этой проблемы нами предлагается использовать реляционный подход к извлечению знаний [1–2]. В рамках данного подхода нами была разработана технология предсказания финансовых временных рядов, использующая механизм проверки применимости полученных прогнозов к текущей ситуации. Технология заключается в том, что параллельно с обнаружением закономерностей, предсказывающих будущие значения ряда, обнаруживать также высоковероятные закономерности, описывающие динамику ряда на обучающем интервале, чтобы в дальнейшем, по нарушениям этих закономерностей, определять, соответствует ли текущая ситуация обучающему интервалу или нет. Мы исходим из предположения, что высоковероятные закономерности, описывающие динамику ряда, определяют его нормальное состояние, а нарушение этих закономерностей — аномальное: резкую смену тренда при выходе каких-либо новостей, обвал на рынке и т. д. Если текущая ситуация не соответствует обучающему интервалу, т. е. если произошло нарушение в динамике ряда, то следует воздержаться от применения закономерностей, предсказывающих будущие значения ряда, поскольку при их обнаружении такие ситуации не были учтены и велика вероятность получения ложного прогноза.

Важной особенностью предлагаемого подхода является возможность обнаружения таких признаков нарушения динамики, которые не встречались ранее на обучающей выборке. Для обнаружения признаков нарушения динамики не требуется наличия обучающего материала, т. е. известных примеров нарушений в динамике ряда, как это требуется существующими Data Mining методами.

### 2. Метод обнаружения вероятностных закономерностей

Предлагаемый нами метод позволяет для заданного класса гипотез  $Th$  обнаружить на данных множество вероятностных закономерностей в виде логических правил вида

$$A_1 \& \dots \& A_n \rightarrow A_0 \quad \backslash * \text{MERGEFORMAT} (1)$$

где  $A_i \in U(Th)$ ,  $i = 0, \dots, n$  — литеры,  $U(Th)$  — множество всех литер.

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке интеграционного проекта СО РАН № 136, интеграционного проекта РАН № 15/10 и гранта РФФИ № 11–07–0388-а.

В работах [3–5] нами был предложен язык описания классов гипотез, который позволил разработать интерактивную систему задания классов гипотез, проверяемых на данных, и реализовать её в системе «Discovery».

Алгоритм поиска закономерностей основан на методологии семантического вероятностного вывода [1–2], который позволяет находить все вероятностные закономерности вида с максимальной вероятностью предсказывающие целевую литеру  $A_0$ . Отличительной особенностью семантического вероятностного вывода является использование понятия вероятностной закономерности [1–2], которое звучит следующим образом. Правило  $A_1 \& \dots \& A_n \rightarrow A_0$  является вероятностной закономерностью, если для любого правила  $A_{i1} \& \dots \& A_{ik} \rightarrow A_0$ , такого что  $\{A_{i1}, \dots, A_{ik}\} \subset \{A_1, \dots, A_n\}$ , условная вероятность  $0 < p(A_0 | A_{i1} \& \dots \& A_{ik}) < p(A_0 | A_1 \& \dots \& A_n)$ .

Для реализации семантического вероятностного вывода был разработан алгоритм направленного перебора правил [3,5], позволяющий существенно сократить пространство поиска. Суть алгоритма заключается в последовательном наращивании условной части правил с проверкой выполнимости условий вероятностной закономерности. Сокращение перебора осуществляется за счет использования эвристики, которая заключается в том, что, начиная с момента, когда длина условной части правил достигает некоторой заданной величины, алгоритм начинает последовательно наращивать условные части только тех правил, которые являются вероятностными закономерностями.

Вероятностные неравенства, входящие в определение вероятностной закономерности, проверяются на данных с использованием статистических критериев [4].

### 3. Метод обнаружения нарушений динамики временного ряда

Для обнаружения нарушений динамики временного ряда нами был разработан следующий метод, основанный на идее обнаружения аномальных событий [6–7].

1. Сформулировать вид гипотез  $Th$ , описывающий нормальную динамику временного ряда.
2. На анализируемом временном периоде обнаружить множество вероятностных закономерностей  $REG$  для заданного вида гипотез  $Th$ , предсказывающих все возможные литеры из  $U(Th)$ . Для этого необходимо последовательно брать каждую литеру из  $U(Th)$  в качестве целевой и при помощи описанного выше метод находить множество предсказывающих её закономерностей.
3. Среди обнаруженного множества закономерностей  $REG$  отобрать множество высоковероятных закономерностей  $REG'$ , описывающих нормальную динамику временного ряда. Для этого необходимо зафиксировать некоторый порог  $T$ ,  $0 < T \leq 1$ , к примеру,  $T = 0.9$ . Если  $p(R) > T$ , где  $R$  — правило из  $REG$ , то добавить правило  $R$  в множество  $REG'$ .
4. Сформировать множество закономерностей  $REG''$ , описывающих нарушения динамики временного. Для этого необходимо для каждого правила  $R = A_1 \& \dots \& A_m \rightarrow A_n$  из  $REG'$  взять его отрицание  $\neg R = A_1 \& \dots \& A_m \rightarrow \neg A_n$ . Конъюнкция  $A_1 \& \dots \& A_m \& \neg A_n$  будет являться признаком нарушения динамики ряда, а правило  $R' = A_1 \& \dots \& A_m \& \neg A_0 \rightarrow Abnormal$  будет прогнозировать нарушение динамики с вероятностью  $p(R)$ . Полученное правило  $R'$  необходимо добавить в множество  $REG''$ .

### 4. Технология прогнозирования финансовых временных рядов

Используя описанные выше методы, нами предлагается следующая технология прогнозирования финансовых временных рядов.

1. Сформулировать вид гипотез  $Th_1$ . На обучающем временном периоде  $D$  обнаружить множество вероятностных закономерностей  $REG_1$  заданного вида гипотез  $Th_1$ , предсказывающих дальнейшую динамику временного ряда, к примеру, увеличение или уменьшение цены, либо достижение ценой определенного уровня и т. п. Полученное множество закономерностей  $REG_1$  будет составлять основу прогнозирующей системы.
2. Сформулировать вид гипотез  $Th_2$ , описывающий динамику временного ряда на обучающем периоде  $D$ . На том же обучающем временном периоде  $D$  обнаружить множество закономерностей  $REG_2$ , заданного вида гипотез  $Th_2$ , прогнозирующих нарушения динамики временного ряда.
3. При прогнозировании использовать предсказания, полученные по закономерностям  $REG_1$  только в том случае, если степень отклонения в текущей динамике ряда меньше заданного порога, в противном случае считать, что текущая динамика ряда не соответствует обучающему периоду, и прогноз отсутствует. Степень отклонения в динамике ряда рассчитывается по прогнозам закономерностей  $REG_2$  следующим образом  $\delta = (\sum_{R \in REG_2^+} p(R)) / (\sum_{R \in REG_2} p(R))$ , где

$REG_2^+ \subseteq REG_2$  — множество закономерностей из  $REG_2$ , условная часть которых выполнена в текущей ситуации.



### 5. Пример разработки торговой системы

Продемонстрируем преимущество описанной технологии предсказания финансовых временных рядов на примере разработке торговой системы, предсказывающей курс акций ГМК «Норильский Никель». На рисунке 1 приведен график, отражающий динамику цен закрытия часа акций ГМК «Норильский Никель» на фондовой бирже ММВБ за период с 23 августа 2006 г. по 27 февраля 2009 г. Приведенные данные интересны тем, что достаточно продолжительный возрастающей тренд заканчивается резким обвалом курса в ноябре 2007 г. с последующей неоднократной сменой динамики ряда.

На примере данного финансового инструмента покажем, каким образом использование технологии обнаружения признаков нарушения динамики ряда позволяет уменьшить количество ложных прогнозов. Для этого мы специально выбрали обучающее множество, включающее период возрастающего тренда с 23 августа 2006 г. по 31 июля 2007 г. (выделенный на Рис. 1 штриховкой). Построим на данном обучающем периоде две торговые системы: первую — без использования указанной технологии, а вторую — с использованием. Затем посмотрим, как поведут себя обе системы после 31 июля 2007 г. при резкой смене динамики временного ряда.

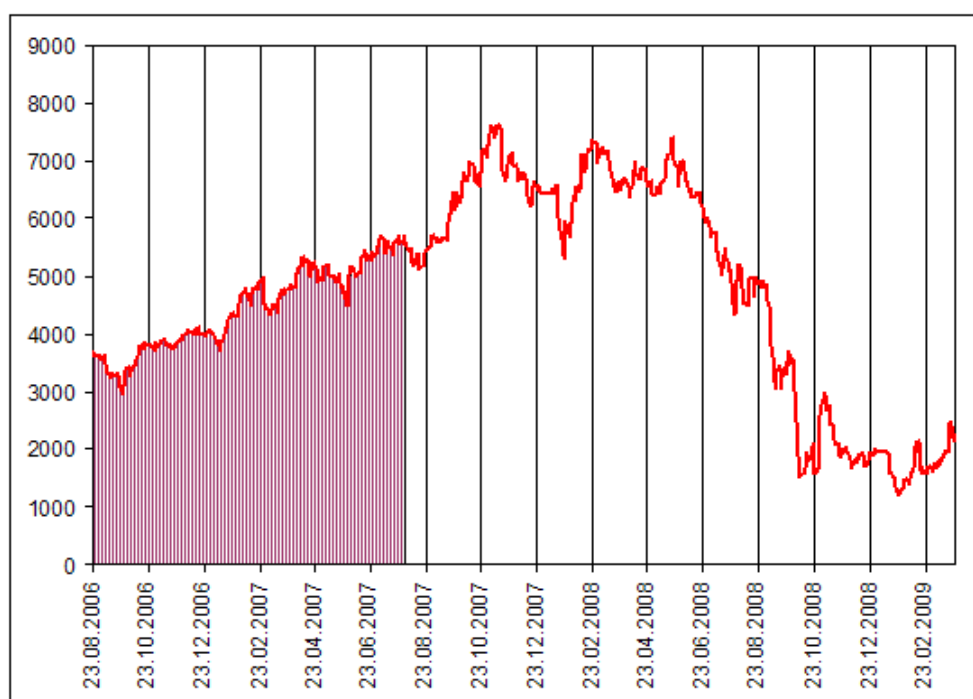


Рис. 1. Динамика цен ГМК «Норильский Никель»

Основой обеих торговых систем являются вероятностные закономерности, обнаруженные на обучающем периоде и предсказывающие рост или падение стоимости акций на пять часов вперед. Для обнаружения закономерностей нами был использован простой класс гипотез  $Th$ , сравнивающий между собой цены закрытия последних пяти часов с учетом текущего времени и дня недели.

Первая торговая система основывается на следующем простом правиле открытия позиций. Если закономерности прогнозируют рост цены, то предлагается открыть позицию на покупку и держать ее пять часов. Если закономерности прогнозируют падение цены, то надо открыть позицию на продажу и держать ее пять часов. Если при этом ранее была открыта противоположная позиция, то надо её предварительно закрыть, а если была уже открыта аналогичная позиция, то надо продлить срок её удержания ещё на пять часов.

Результаты работы первой торговой системы на периоде с 1 августа 2007 г. по 27 февраля 2009 г. приведены на Рис. 2 и в Таблице 1. На Рис. 2 приведен график доходности системы в сравнении с доходностью при пассивном инвестировании (стратегия «купил и держи»), а в Таблице 1 представлены показатели финансовой эффективности системы. При детальном анализе графика доходности можно заметить, что система хорошо работает на периодах роста цены, т. е. когда динамика ряда соответствует динамике обучающего периода, и терпит убытки на периодах падения и бокового движения цен.

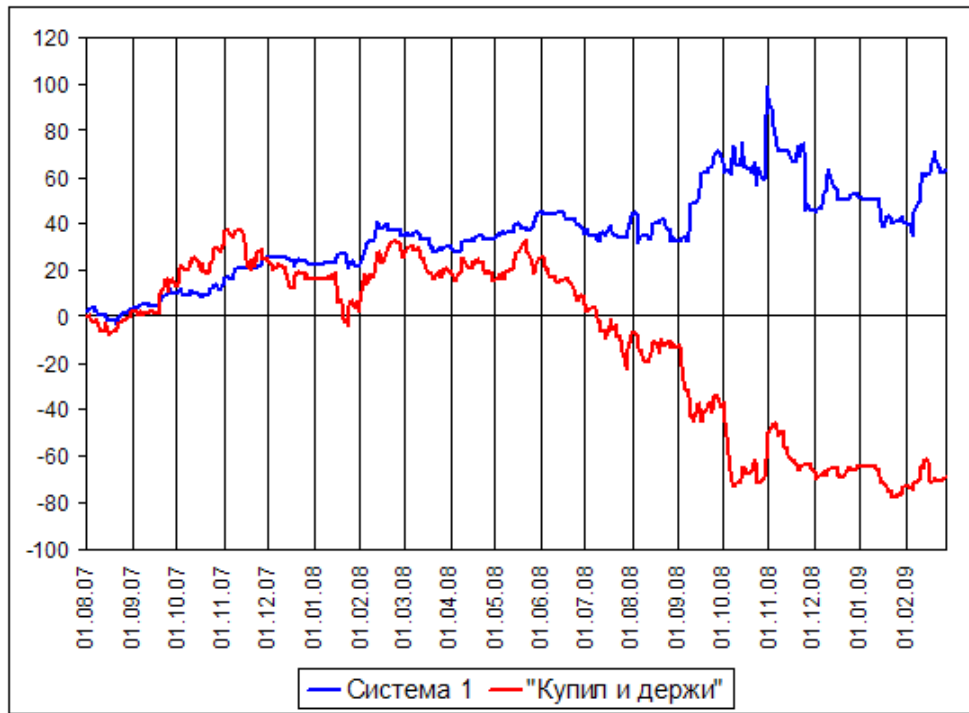


Рис. 2. Доходность первой системы в сравнении со стратегией «купил и держи».

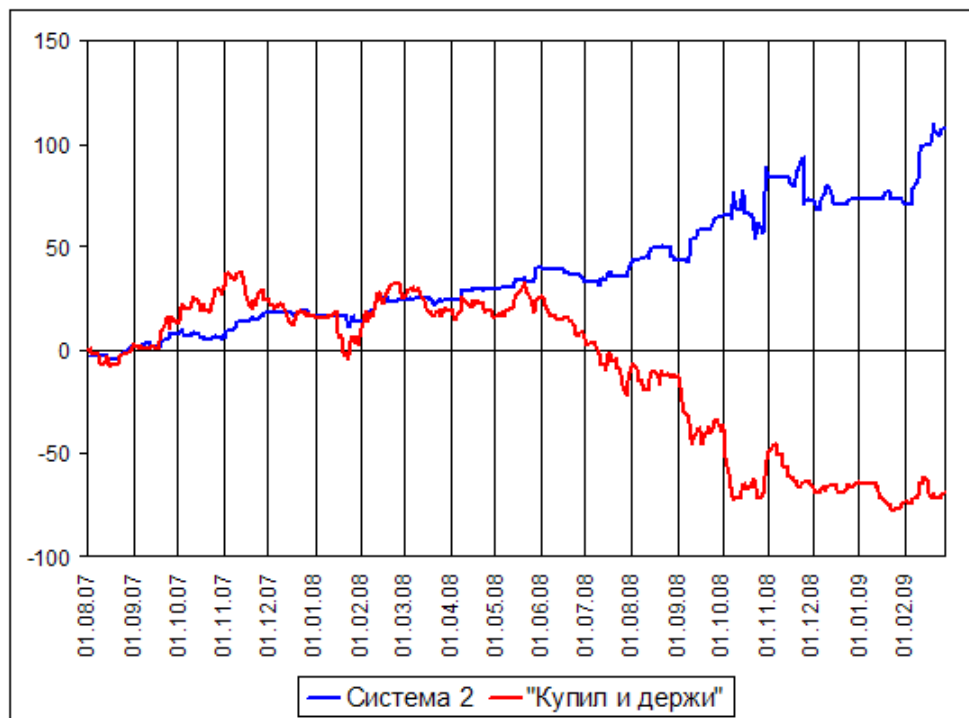


Рис. 3. Доходность второй системы в сравнении со стратегией «купил и держи».

Для второй торговой системы мы, при помощи метода обнаружения нарушений динамики, для указанного обучающего периода нашли множество правил, прогнозирующих нарушение динамики ряда. Для обнаружения этих правил мы, для простоты, использовали тот же самый класс гипотез  $Th$ . Далее, в соответствии с описанной выше технологией прогнозирования, мы использовали прогнозы о росте или падении цен для открытия позиций только в тех случаях, когда степень отклонения динамики ряда была меньше заданного порога. В остальном правила открытия и закрытия позиций были такими же, как и у первой системы.

Результаты работы второй торговой системы на периоде с 1 августа 2007 г. по 27 февраля 2009 г. приведены на Рис. 3 и в Таблице 1. Как видно по результатам работы, использование технологии обнаружения признаков нарушения динамики ряда позволило отфильтровать ложные сигналы, что привело существенному росту процента прибыльных сделок и сократило максимальную просадку счета почти в два раза. График доходности системы также стал более плавным и стабильным.

Таблица 1. Сравнение финансовых показателей торговых систем

| Показатель                  | Система 1 | Система 2 |
|-----------------------------|-----------|-----------|
| Доходность                  | 63.44 %   | 108.27 %  |
| Процент прибыльных сделок   | 51.91 %   | 59.56 %   |
| Максимальная просадка счета | -41.79 %  | -25.69 %  |

Приведем несколько примеров обнаруженных закономерностей, соответствующих нормальной динамике ряда на обучающем периоде, и полученных на их основе правил, предсказывающих нарушение этой динамики.

1. Закономерность нормальной динамики:

$$(Hour(t) = 14) \& (C(t - 5) < C(t)) \rightarrow (C(t - 5) < C(t - 1)), p = 0.975 .$$

Правило, предсказывающее нарушение:

$$(Hour(t) = 14) \& (C(t - 5) < C(t)) \& \neg(C(t - 5) < C(t - 1)) \rightarrow Abnormal, p = 0.975 .$$

2. Закономерность нормальной динамики:

$$(C(t - 5) < C(t - 2)) \& (C(t - 1) < C(t)) \rightarrow (C(t - 5) < C(t)), p = 0.952 .$$

Правило, предсказывающее нарушение:

$$(C(t - 5) < C(t - 2)) \& (C(t - 1) < C(t)) \& \neg(C(t - 5) < C(t)) \rightarrow Abnormal, p = 0.952 .$$

3. Закономерность нормальной динамики:

$$(DayOfWeek(t) = 2) \& (C(t - 5) < C(t)) \rightarrow (C(t - 5) < C(t - 2)), p = 0.836 .$$

Правило, предсказывающее нарушение:

$$(DayOfWeek(t) = 2) \& (C(t - 5) < C(t)) \& \neg(C(t - 5) < C(t - 2)) \rightarrow Abnormal, p = 0.836 .$$

Здесь  $t$  — текущий момент времени,  $C(t)$  — значение временного ряда в момент времени  $t$ ,  $Hour(t)$  — текущий час,  $DayOfWeek(t)$  — текущий день недели (1 — понедельник, 2 — вторник и т. д.),  $p$  — условная вероятность правила.

В полученных закономерностях можно проследить следующую тенденцию в поведении ряда: если ряд растет на некотором промежутке времени, то он растет на нем достаточно непрерывно. Эта особенность поведения полностью соответствует растущему тренду, который наблюдается на всем обучающем периоде. В тоже время максимальная частота нарушения этих закономерностей наблюдается на отрезках бокового тренда, т. е. как раз тогда, когда поведение ряда существенно отличается от поведения на обучающем интервале.

## 6. Заключение

В данной работе мы на примере финансовых временных рядов показали, каким образом использование технологии обнаружения нарушений динамики временного ряда позволяет улучшить качество прогнозирования нестационарных процессов. Однако имеются и другие возможности для эффективного использования указанной технологии, а именно:

1. В качестве предвестника существенного изменения динамики ряда. Данная возможность имеет большое значение для определения начала кризисных явлений на финансовых рынках. Если частота и количество нарушений начинает существенно возрастать, то это может свидетельствовать об изменении закономерности развития процесса и служить предвестником критических явлений на финансовых рынках. Из-за различной информированности участников рынка реакция на события, способные существенно изменить динамику рынка, приходит не сразу и имеет лавинообразный характер. Используя предложенную технологию можно отследить начало этих изменений и раньше на них отреагировать.

2. Для выбора предиктора среди набора предикторов, который в наибольшей степени соответствует текущей динамике ряда. Предположим, что у нас имеется набор предикторов, обученных на различных участках временного ряда. Эти участки могут быть специально подобраны таким образом, чтобы каждый из них содержал вполне определенную динамику ряда. Для прогноза выбирается тот предиктор, обучающий интервал которого более всех остальных соответствует текущей динамике ряда. Для определения соответствия можно, к примеру, использовать приведенный выше показатель степени отклонения в динамике ряда. Очевидно, что от выбранного таким образом предиктора можно ожидать более точного прогноза. В результате можно добиться существенно лучшего качества прогнозирования по сравнению с каждым отдельным предиктором из заданного набора.

#### Литература:

1. Kovalerchuk B., Vityaev E. *Data Mining in Finance: Advances in Relational and Hybrid methods*. — Kluwer Academic Publishers, 2000. — p.308.
2. Витяев Е. Е. Извлечение знаний из данных. Компьютерное познание. Модели когнитивных процессов. — Новосибирск: НГУ, 2006. — 293 с.
3. Демин А. В., Витяев Е. Е. Реализация универсальной системы извлечения знаний «Discovery» и ее применение в задачах финансового прогнозирования // Информационные технологии работы со знаниями: обнаружение, поиск, управление. — Новосибирск, 2008. — Вып. 175: Вычислительные системы. — С. 3–47.
4. Демин А. В., Витяев Е. Е. Метод предсказания в языке первого порядка // Информационные технологии работы со знаниями: обнаружение, поиск, управление. — Новосибирск, 2008. — Вып. 175: Вычислительные системы. — С. 57–88.
5. Демин А. В., Витяев Е. Е., Полоз Т. Л. Реализация универсальной системы извлечения знаний «Discovery» и ее применение в задачах медицинской диагностики // Труды Всероссийской конференции с международным участием «Знания — Онтологии — Теории», Том 1, Новосибирск, 2007. — С. 63–70.
6. Витяев Е. Е., Ковалерчук Б. К., Федотов А. М., Баряхнин В. Б., Белов С. Д., Дурдин Д. С., Демин А. В. Обнаружение закономерностей и распознавание аномальных событий в потоке данных сетевого трафика // Вестник НГУ, Информационные технологии. — 2008. — Т. 6. — Вып. 2. — С. 57–68.
7. Kovalerchuk B., Vityaev E., Holtfreter R. Correlation of Complex Evidence in Forensic Accounting Using Data Mining // *Journal of Forensic Accounting* 1524–5586. — Vol.VIII. — R. T. Edwards, Inc., 2007. — pp. 53–88.

## Электронные учебники. Плюсы и минусы

Слизова София Викторовна, студент;  
Вологодский государственный технический университет

В образовательных учреждениях большое внимание уделяется компьютерному сопровождению учебного процесса. Проведенные статистические исследования использования обучающих и тестирующих программ по различным дисциплинам показывают, что их применение позволило повысить не только интерес к будущей специальности, но и успеваемость по данной дисциплине [1]. Каждый человек воспринимает информацию по своему, исходя из личных физических склонностей, но, несомненно, зрительная информация усваивается лучше, чем информация, воспринятая на слух. Используя электронные учебники, учащиеся начинают получать удовольствие от самого процесса обучения, независимо от внешних мотивационных факторов.

Электронное издание отличается от печатного и по своему внутреннему оформлению. Например, можно взять любую напечатанную книгу и преобразовать ее в электронную, добавив к этому различные звуки, видео, ани-

мации, гиперссылки, что сделает учебное пособие более наглядным и информативным.

При переходе от печатных изданий к электронным есть свои плюсы и минусы, но очевидный плюс перехода на ИМЭУ (интерактивный мультимедийный электронный учебник) состоит в том, что электронный учебник легкий по весу и достаточно его одного, чтобы заменить большое количество книг и учебного материала, которое раньше было необходимо носить с собой. На занятиях с электронными учебниками обучающийся может одновременно работать сразу с несколькими изданиями, сравнивать их, дополнять одну информацию другой, выбирать задания для своего уровня знаний.

Электронные учебные издания можно снабдить различными аудио материалами, которые особенно необходимы при изучении иностранных языков, когда человек может слышать иностранную речь, нюансы ее произношения, акцент, тогда уровень подготовки выходит на аб-

солютно другой уровень. Также можно воспроизводить и русскую речь, например произведения классиков, театральные постановки, музыкальные произведения. Большой плюс заключается и в достаточно большой библиотеке литературы, которая может одновременно находиться на одном гаджете, многие книги будут доступны, даже если их нет в наличии в печатном варианте или есть, но находятся на другом конце земного шара. И если памяти для такого количества книг не достаточно, то всегда можно ее увеличить с помощью карт памяти.

Почти в каждом ИМЭУ есть выход в глобальную сеть Интернет, в которой, если не достаёт нужной информации, всегда можно найти необходимый материал и дополнить им уже имеющийся. Также электронные учебники предлагают различного рода проверку знаний, тесты и контрольные задания могут располагаться по темам, главам или иметь сортировку по уровню сложности, что позволяет каждому обучающемуся выбрать свой уровень или, начиная с самого простого, дойти до самого сложного.

При необходимости в работе всегда можно подключиться к компьютеру или принтеру, если появилась необходимость что-либо лучше увидеть или распечатать. Студенты и ученики могут просто перекинуть информацию или пройденный материал на свои мобильные устройства, что нельзя было делать с бумажными изданиями.

Многие электронные учебники поддерживают форматы doc (word), xls (excel), и другие текстовые документы, это означает, что студенты или преподаватели могут сами создавать версии документов, с которыми можно будет работать в дальнейшем, а не пользоваться только готовым материалом. Также можно делать различные закладки, заметки для удобного поиска после использования материала, или изменять цвет и шрифт текста или фона для каждого человека индивидуально.

В первые же дни использования электронных устройств может появиться ряд технических недоработок: для открытия нужных текстов требуется очень много времени или его недостаточно, чтобы за одно занятие ознакомиться с разу с несколькими книгами. В электронном варианте учебника не получится сделать пометки на полях, или отметить нужные фрагменты. Сложно приходится работать, когда необходимо использовать сразу два или больше количество страниц. Многие упражнения для самоконтроля предполагают работу с пройденным материалом, который по расположению находится выше, чем задание и процесс переключения от упражнения до материала очень не удобен. Устройства, которые были заряжены, могут начать в любой момент перегружаться или вообще разрядиться. У некоторых электронных учебников нет цветного дисплея, что затрудняет процесс вос-

приятия информации, некорректная работа функции озвучивание текста. К сожалению, не все форматы документов поддерживаются на электронных учебниках, поэтому есть проблема с загрузкой и работой некоторых учебников.

В будущем работа с электронными учебниками может быть дополнена новыми свойствами, такими как возможность использования контрольно-тестовых материалов с автоматической оценкой результативности выполнения, возможность использования электронной рабочей тетради с возможностью записи, внесения заметок, вставки скопированного текста из учебника, вписывание частей недостающего текста или пропущенных символов, чисел, формул.

Используют несколько видов технологий для разработки электронных учебников: технология HTML, JAVA, CGI, технология SSI, CSS, PHP, ASP, технология VBScript, DHTML, технология XHTML и XML.

Технология Macromedia Flash также может применяться при разработке электронного учебника, это очень мощное и при этом довольно простое и понятное средство создания анимации на основе векторной графики. Благодаря тому, что в проектах Flash используется векторная графика, анимация занимает значительно меньше места, чем изображения, выполненные в растровой графике.

Внутренний язык программирования Action Script позволяет наполнять события различными эффектами, как звуком, так и видео. Возможности Action Script подобны возможностям JavaScript и VBScript. Язык Action Script позволяет передавать параметры при выполнении CGI, из Flash можно вызвать CGI, чтобы выполнить какое-либо заранее описанное действие или заранее подготовленный Flash-клип. Такая процедура намного облегчает процесс создания проекта и занимает меньший объем памяти.

Большой плюс в использовании технологии Macromedia Flash для создания электронных учебников это её свойство передачи содержимого в потоковом режиме, что позволяет быстрее загружать страницы.

При использовании электронных учебных пособий обучающиеся не только воспринимают информацию, но и думают логически, выполняя те или иные задания, что способствует лучшему осознанию и усвоению представленного материала. При обучении таким образом каждый может выбрать свой темп обучения, при котором преподаватель будет выступать не как наставник, а как куратор учебного процесса.

В заключение данное исследование можно сделать вывод, что в результате соединения информационных и коммуникационных технологий создается новая среда знаний, в которой открываются новые возможности.

#### Литература:

1. Электронный ресурс: Портал профессионального образования Чеченской республики. Блог Ганчаева Мансура, рубрика «Интернет технологии в учебном процессе».
2. Доклад «Из опыта применения электронных учебников на уроках истории», автор Елисеева Вера Ивановна

3. Беспалько В. П. «Образование и обучение с участием компьютеров».
4. Захарова И. Г. «Информационные технологии в образовании».

## Моделирование операционной системы реального времени сетями Петри

Третьякова Валентина Игоревна, студент

Научный руководитель Раводин Олег Михайлович, доцент, действительный член Академии информатизации образования  
Национальный исследовательский Томский государственный университет

*Рассматривается динамическая модель управляющей части простой операционной системы реального времени. Прототипом модели служит реальная ОС РВ для управления копировально-фрезерным станком. Модель используется в учебном процессе.*

В свое время группой сотрудников Университета [1] было разработано программное обеспечение для изготовленного на ПО «КОНТУР» устройства числового программного управления (УЧПУ), предназначенное для автоматизации и расширения функциональных возможностей, серийно выпускаемых копировально-фрезерных станков, например, типа 6Б443Г, имеющее существенные преимущества перед системами такого класса, выпускаемых в нашей стране [1].

Программное обеспечение разрабатывалось на основе системного анализа задач управления рабочим органом в многомерном пространстве с учетом конкретного станка и его органов управления.

Все программное обеспечение (ПО), в том числе и прикладное, разработано по модульному принципу и разбито на достаточно самостоятельные задачи. Системное ПО представляет собой операционную систему реального времени (ОС РВ). Главной особенностью таких систем является требование решения заданного набора задач к заданному моменту времени. Системы ОС РВ являются наиболее сложными из операционных систем, т. к. они, как правило, используются для управления многозадачными САУ при дефиците времени. При разработке прикладного ПО учитывалось отношение каждой задачи к реальному времени и ее приоритет [2, 3]. Общая структура программного обеспечения представлена на рис. 1.

Упрощенный вариант программной системы используется для обучения студентов робототехнических направлений. На ее примере студенты изучают структуру системного и прикладного программного обеспечения системы ЧПУ. С точки зрения ПО наиболее сложным для студентов оказывается анализ принципов структурной организации системы и динамики управления задачами в режиме реального времени. Именно поэтому в учебном плане методически оправданным оказался подход графического моделирования ОС РВ сетями Петри [4].

Сети Петри представляют собой математическую модель для представления структуры и анализа динамики функционирования систем в терминах «условие-событие». Модели сетей Петри позволяют исследовать работоспо-

собность моделируемых систем, оптимальность их структуры по некоторому критерию, эффективность процесса функционирования, а также возможность достижения в процессе функционирования определенных состояний. Сети Петри и их обобщения являются удобным средством моделирования параллельных систем, представляют динамику функционирования и составляющих их элементов.

Определяется, какие действия происходят в системе, какие состояния предшествовали этим действиям и какие состояния примет система после выполнения действия. Выполнения событийной модели в сетях Петри описывает поведение реальной системы во времени. Анализ результатов выполнения может сказать о том, в каких состояниях пребывала или не пребывала система, какие состояния в принципе не достижимы.

Рассмотрим структуру учебной операционной системы реального времени робота. Наибольший интерес, с точки зрения процесса обучения, представляет Монитор ОС РВ, обеспечивающий загрузку и выгрузку ОС, и Планировщик задач. Планировщик состоит из диспетчера, управляющего задачами реального времени (РВ) и диспетчера фоновых задач (ФЗ).

Тогда интересующую нас структуру можно изобразить в следующем виде (рис. 1). При запуске системы монитор реализует загрузку операционной системы, а затем запускает планировщик. Последний, через соответствующие диспетчеры управляет задачами РВ и фоновыми. Следует отметить, что в соответствии с алгоритмом учебной ОС РВ запрошенные, в соответствии с конкретной командой задачи РВ, должны решаться в каждом таймерном периоде до конца. Запрошенные фоновые же задачи могут прерываться по таймеру или от внешних устройств, и продолжаться в следующем цикле, при этом новый запрос на них игнорируется, и повторный запуск может произойти только после завершения предыдущего запуска. По команде «Конец работы» монитор должен обеспечить выход из системы реального времени.

Запуск планировщика происходит по таймерному прерыванию. Планировщик, первым этапом сохраняет в стеке содержимое всех регистров и снимается запрет на

прерывания. Это позволяет сохранить вектор состояния снятой по прерыванию задачи. Запускается первая задача РВ, если есть запрос на неё. Диспетчер должен знать её адрес (адрес первой исполняемой команды хранится в дескрипторе задачи).

Задачи РВ, связанные с движением робота, требуется решать до конца в каждом цикле управления, поэтому после запуска задачи РВ, прерывания должны быть запрещены.

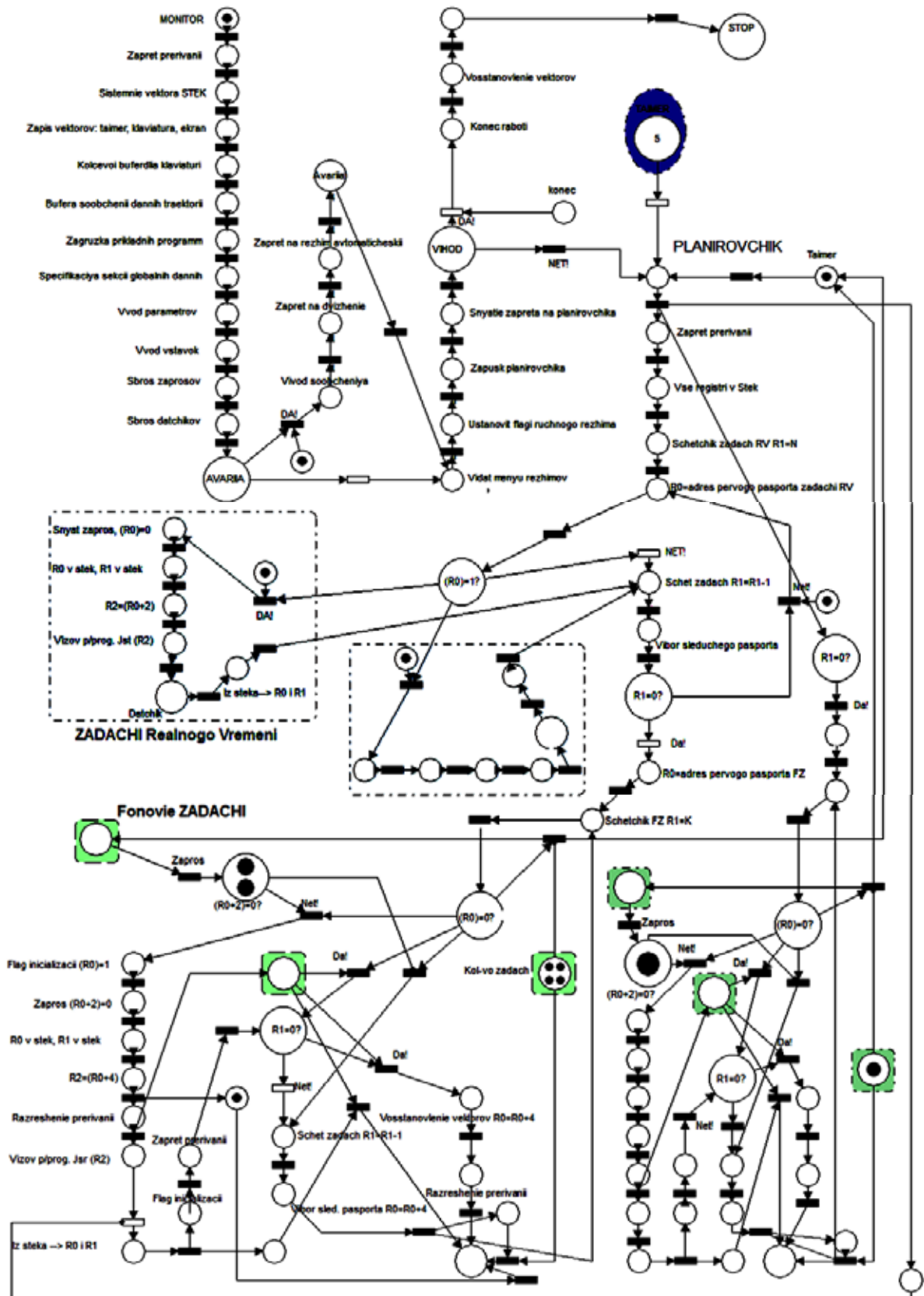


Рис. 1. Алгоритм работы планировщика, диспетчера РВ и диспетчера ФЗ

После того, как задача РВ решена, запускается последняя задача, которой является диспетчер ФЗ (вторая часть планировщика), проверяется состояние счётчика фоновых задач R1. Если  $R1=0$ , то значит, все задачи обработаны, и до того, как в позиции «kopes» появится метка, планировщик будет находиться в состоянии ожидания прерывания от таймера («kopes»); когда же происходит ввод команды «kopes», начинается выход из системы. Т. к. планировщик был запущен по прерыванию, была снята некоторая ранее работающая задача, для возврата этой задачи необходимо восстановить вектор её состояния, хранящийся в стеке. При запуске диспетчера РВ были запрещены прерывания, их необходимо разрешить. После этого происходит выход из системы.

Запуск диспетчера ФЗ происходит после того, как решены все задачи РВ, проверяется состояние счётчика фоновых задач R1, если R1 не равно 0, то значит, что ещё не все задачи обработаны. Поскольку фоновые задачи допускают прерывания, диспетчер фоновых задач должен снять запрет на прерывание, который установил диспетчер РВ.

Для запуска ФЗ ее адрес считывается из последнего слова паспорта ( $R0+4$ ) и производится обращение к подпрограмме по этому адресу. С целью упрощения модели (с учетом стандартизации обработки задач) в модели обрабатываются четыре ФЗ, на две из них есть запросы. Тем не менее, диспетчер должен опросить все задачи.

При запуске ФЗ необходимо снять флаг запроса и установить флаг инициализации, который будет снят только при завершении задачи. Наличие этого флага в следующем цикле говорит о том, что задача находится в состоянии ожидания и диспетчер должен продолжить её выполнение, не анализируя наличие запроса на неё.

Так как ФЗ могут прерываться, на рис. 1 показаны прерывания от таймера, которые обеспечивают остановку решаемой задачи, продолжение решения начнётся с точки

прерывания. После того, как последняя ФЗ будет решена, диспетчер, если не пришло прерывание от таймера, передаст управление планировщику.

Реальные системы цифрового управления практически всегда работают при дефиците времени. Для повышения быстродействия система управления может содержать не один, а несколько процессоров, причем схема использования их может быть различной, что связано, в частности, с классом решаемых задач. В нашем случае среди фоновых задач легко можно выделить задачи, независимые от текущего времени, или от результатов работы других задач. Для обработки предложено использовать второй процессор. При этом в планировщик задач (рис. 1) добавлен второй диспетчер ФЗ, который запускается параллельно задачам РВ, т. е. моделируется многопроцессорная система, где каждый процессор решает свой независимый класс задач.

Данная модель позволяет:

1. задавать время решения каждой задачи;
2. задавать либо фиксированное таймерное время, либо переменное;
3. легко добавлять или исключать диспетчеры или задачи;
4. легко модернизировать систему под n-процессорный вариант аппаратной части с целью повышения быстродействия системы;
5. наблюдать визуально или исследовать динамику системы за счет механизма «фишек» в сетях Петри;
6. оценивать правильность выполнения во времени взаимосвязанных цепочек задач;
7. на основе разработанной модели можно построить модель информационного обмена между задачами и исследовать ее на непротиворечивость и наличие тупиковых ситуаций.

#### Литература:

1. Раводин О. М., Давыдова Е. М. Моделирование системы управления устройства ЧПУ/ Интеллектуальные системы в управлении, конструировании и образовании/ под ред. А. А. Шелупанова. — Томск: SST, 2001. — 224 с. УДК 06061201 ISBN 5–89503–078–52.
2. Раводин О. М., Бейнарович В. А. Принципы построения программного обеспечения копировально-фрезерных станков. // Аппаратно-программные средства автоматизации технологических процессов, — Изд-во ТУСУР. — Томск, 1998.
3. Раводин О. М. // Гибкие производственные системы и робототехника. — Учебное пособие. Издание 2-ое переработанное и дополненное. — Томск: В-Спектр, 2007. — 260 с.
4. Первое знакомство с сетями Петри. Часть 2. Основы сетей Петри [Электронный ресурс] / В. М. Балк. [1998] URL: <http://www.smolensk.ru/user/sgma/MMORPH/N-4-html/5.htm> (дата обращения: 17.11.11).



## Программная реализация двумерной математической модели транспорта примесей в многокомпонентной воздушной среде

Хачунц Дианна Самвеловна, аспирант  
Южный федеральный университет (г. Таганрог)

*Актуальной проблемой современной физики атмосферы являются математическое моделирование изменчивости газового и аэрозольного состава атмосферы. Работа посвящена моделированию процессов переноса загрязняющих веществ в воздушной среде с учетом заполненности ячеек. Движение воздушных масс в атмосфере определяется изменением давления воздуха и тепловым режимом. Задачи экологии, по своей природе, не допускают проведения полномасштабных натуральных экспериментов, поэтому математическое моделирование является единственным методом для изучения динамики природных катастроф и прогнозирования их последствий, а так же для получения общей картины экологической ситуации. В работе разработана двумерная математическая модель движения воздушной среды, приведены результаты численных экспериментов по моделированию движения воздушной среды и транспорта примесей в воздушной среде.*

**Ключевые слова:** математическое моделирование, воздушная среда, загрязняющие вещества, численный эксперимент.

Количество газообразных и твердых примесей в виде пыли и сажи зависит от характера выбросов в атмосферу, условий разбавления и процессов самоочищения. На концентрацию вредных веществ в атмосфере влияют скорость и направление господствующих ветров, температура, влажность воздуха, осадки, количество, качество и высота выбросов в атмосферу и т. д.

Многие процессы трансформации газовых примесей и аэрозолей протекают в турбулентной атмосфере, поэтому решение задачи о распространении примесей необходимо проводить совместно с гидродинамическими моделями.

Сформулируем основные уравнения, описывающие атмосферные процессы [1, с. 75; 2, с. 83; 3, с. 18; 4, с. 5–11].

— уравнение неразрывности

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + u \frac{\partial (\rho u)}{\partial x} + w \frac{\partial (\rho w)}{\partial z} = v_g, \tag{1}$$

— уравнение Навье-Стокса

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + w \frac{\partial u}{\partial z} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \mu \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \mu \frac{\partial w}{\partial z} \right) - g, \\ \frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + w \frac{\partial w}{\partial z} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \mu \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \mu \frac{\partial w}{\partial z} \right) - g, \end{aligned} \tag{2}$$

— уравнение состояния

$$P = \sum_i \frac{\rho_i}{M_i} RT, \tag{3}$$

где  $g$  — ускорение свободного падения,  $p$  — давление,  $\vec{V} = \{u, w\}$  — компоненты вектора скорости,  $v_g = f(\rho_n - \rho_1)$  — массовая скорость испарения,  $\rho$  — плотность жидкости,  $m$  — масса,  $M$  — молярная масса,  $R$  — универсальная газовая постоянная,  $V$  — объем,  $T$  — температура.

Система уравнений (1)–(3) рассматривается при следующих граничных условиях [5, с. 35; 6, с. 10–17; 7, с. 245]:

на нижней поверхности

$$\vec{V}'_n(t, x, z) \Big|_{(x,z) \in \gamma} = 0, \quad \vec{V}_n(t, x, z) \Big|_{(x,z) \in \gamma} = 0;$$

на верхних и боковых границах

$$\vec{V}'_n(t, x, z) \Big|_{(x,z) \in \gamma} = 0, \quad \vec{V}_n(t, x, z) \Big|_{(x,z) \in \gamma} = \vec{V}_0(t, x, z);$$

где  $\vec{V} = \{u, v\}$ ,  $\vec{V}_n$  — нормальная составляющая вектора скорости,  $\vec{V}_0$  — значение вектора скорости на вертикальной и боковых границах расчетной области.

При соприкосновении поверхности жидкости с ее паром при данной температуре устанавливается определенное для каждой жидкости равновесное давление пара. Конденсация пара на поверхности жидкости происходит даже при бесконечно малом увеличении давления пара над этой поверхностью, а испарение жидкости с ее поверхности происходит при бесконечно малом уменьшении давления.

Принимая во внимание, что в атмосфере происходят такие процессы, как конденсация и испарение, а также тот факт, что в процессе транспорта примесей взвешенные частицы осаждаются, опишем процесс переноса загрязняющих веществ следующим уравнением:

$$\frac{\partial \varphi_i}{\partial t} + u \frac{\partial \varphi_i}{\partial x} + (w - w_{0,i}) \frac{\partial \varphi_i}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \mu \frac{\partial \varphi_i}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \mu \frac{\partial \varphi_i}{\partial z} \right) + I, \quad (4)$$

где  $\varphi_i$  — объемные доли  $i$ -ой фазы ( $i=0$  — воздух, 1 — вода в газообразном состоянии, 2 — газ на источнике, 3 — вода в жидком состоянии, 4 — сажа),  $I$  — функция, описывающая распределение и мощность источников примесей,  $w_0$  — скорость осаждения твердых веществ.

Для аппроксимации модели движения воздушной среды по временной переменной использовался метод поправки к давлению, применены аддитивные двумерно — одномерные разностные схемы, устойчивость которых исследовалась на основе сеточного принципа максимума. Исходная непрерывная задача была преобразована в систему линейных алгебраических уравнений, которая была решена при помощи построенного проблемно-ориентированного программного комплекса. Для решения сеточных уравнений использован адаптивный попеременно-треугольный итерационный метод [8, с. 18–21; 9, с. 335–339; 10, с. 32–44]. На основе построенных алгоритмов был создан комплекс программ, предназначенный для численного моделирования движения воздушной среды и транспорта примесей в многокомпонентной воздушной среде.

На рис. 1–2 приведены результаты численных экспериментов по моделированию движения воздушной среды. Палитрой показано поле давления и концентрация воздушной среды.

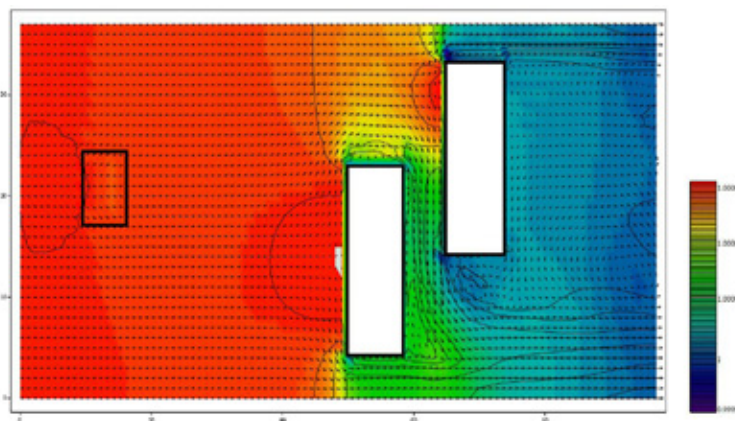


Рис. 1. Поле давления

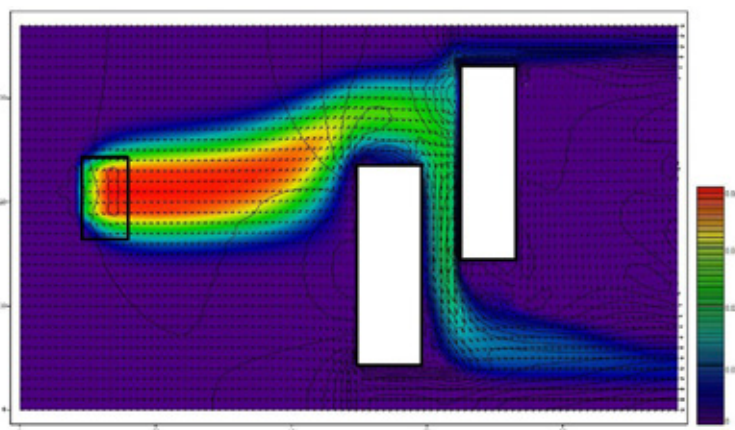


Рис. 2. Концентрация воздушной среды

Прямоугольником, находящимся в левой части расчетной области, показана зона, в которой осуществляются выбросы загрязняющих веществ.

Из рис. 2 видно, что происходит расширение воздушной среды в области выброса загрязняющих веществ. Учет данного эффекта при моделировании движения воздушной среды повышает точность расчетов транспорта загрязняющих веществ.

**Выводы.** В работе разработана двумерная математическая модель движения воздушной среды, приведены результаты численных экспериментов по моделированию движения воздушной среды и транспорта примесей в воздушной среде, построены картины течений. В работе так же показана эффективность методики построения дискретных математических моделей, учитывающих степень заполненности контрольных ячеек, при решении задач аэродинамики.

Литература:

1. Сухинов А. И., Чистяков А. Е., Хачунц Д. С. Математическое моделирование движения многокомпонентной воздушной среды и транспорта загрязняющих веществ // Известия ЮФУ. Технические науки. — 2011. № 8 (121). — С 73–79.
2. Сухинов А. И., Хачунц Д. С. Задача движения многокомпонентной воздушной среды с учетом парообразования и конденсации // Известия ЮФУ. Технические науки. — 2013. № 4 (254). — С 81–86.
3. Чистяков А. Е., Хачунц Д. С. Программная реализация двумерно задачи движения воздушной среды // Известия ЮФУ. Технические науки. — 2013. № 4 (254). — С 15–21.
4. Сухинов А. И., Чистяков А. Е., Алексеенко Е. В. Численная реализация трехмерной модели гидродинамики для мелководных водоемов на супервычислительной системе // Математическое моделирование. — 2011. — Т.23, № 3, — С. 3–21.
5. Сухинов А. И., Чистяков А. Е., Тимофеева Е. Ф., Шишнев А. В. Математическая модель расчета прибрежных волновых процессов // Математическое моделирование. — 2012. — Т.24, № 8, — С. 32–44.
6. Сухинов А. И., Никитина А. В., Чистяков А. Е. Моделирование сценария биологической реабилитации Азовского моря // Математическое моделирование. — 2012. — Т.24, № 9, — С. 3–21.
7. Чистяков А. Е. Теоретические оценки ускорения и эффективности параллельной реализации ПТМ скорейшего спуска // Известия ЮФУ. Технические науки. — 2010. № 6 (107). — С 237–249.
8. Сухинов А. И., Чистяков А. Е. Адаптивный модифицированный попеременно-треугольный итерационный метод для решения сеточных уравнений с несамосопряженным оператором // Математическое моделирование. — 2012. — Т.24, № 1, — С. 3–21.
9. Никитина А. В., Чистяков А. Е., Фоменко Н. А. Применение адаптивного модифицированного попеременно-треугольного итерационного метода для численной реализации двумерной математической модели движения водной среды // Инженерный вестник Дона. — 2012, — Т.20, № 2, — С. 335–339.
10. Сухинов А. И., Чистяков А. Е., Проценко Е. А. Построение дискретной двумерной математической модели транспорта наносов // Известия ЮФУ. Технические науки. — 2011. № 8 (121). — С 32–44.

## Анализ комплексных программных решений, реализующих планирование ресурсов предприятия

Юдин Тарас Нугзарович, соискатель

Северо-Кавказский горно-металлургический институт (Государственный технологический университет), (г. Владикавказ)

*В статье рассматривается современное состояние рынка информационных систем планирования ресурсов предприятия. Приводится обзор наиболее распространенных программных решений в области автоматизации управления предприятием с выявлением общих характерных признаков, а так же достоинств и недостатков.*

В 1990 году аналитической компанией Гартнер (Gartner Group) был введен термин «ERP-система» (Enterprise Resource Planning System — Система планирования ресурсов предприятия), в качестве дальнейшего расширения класса информационных систем управления

планированием ресурсов на производстве, а именно как последующее развитие методик MRP и MRP II [1].

Гартнер определяет ERP-систему как интегрированный набор бизнес-приложений, инструменты которого имеют общие процессы и модель данных, широко охва-

тывая оперативную непрерывную цепь процессов, таких как, финансы, человеческие ресурсы, распределение, производство, обслуживание и снабжение [2].

Основной целью такого рода систем, является управление информационными потоками, протекающими между всеми структурными подразделениями предприятия. Как правило, подобные системы строятся на централизованной базе данных, за счет чего формируется общее, жестко стандартизованное информационное пространство. Использование автоматизированных информационных систем класса ERP дает возможность применять единую программную среду вместо ряда разрозненных, и в некоторых случаях плохо согласованных, программных продуктов, реализующих функции управления каждым подразделением в отдельности. Единая система дает возможность централизованно и оперативно управлять производством, логистикой, реализацией, запасами, и финансовым учётом.

Безусловными лидерами, среди разработчиков систем планирования ресурсов предприятия, на мировом уровне является «Большая тройка» компаний, таких как SAP AG, Oracle и Microsoft, которым принадлежит более половины всего рынка ERP-систем [3]. При этом немецкая компания SAP в основном ориентирована на крупный бизнес с годовой выручкой более 1 млрд. долларов США.

На российском рынке автоматизированных информационных систем управления предприятием так же лидирует обозначенная выше «Большая тройка» компаний. Но в секторе среднего и малого бизнеса достаточной популярностью пользуются продукты отечественных разработчиков, а именно компаний «1С» и «Галактика», которым принадлежит почти треть рынка ERP-систем [3].

Далее проведем сравнительный анализ программных решений в области автоматизации управления предприятиями, представленных на российском рынке.

**SAP Business One**

Автоматизированные информационные системы компании «SAP AG» отличаются малыми сроками внедрения, в случаях так называемой поставки «из коробки», то есть без последующей глубокой доработки под строго определенные нужды заказчика. Но в таком случае они обладают весьма низкой гибкостью в процессе эксплуатации. В случае же индивидуального подхода к требованиям заказчика срок внедрения данных программных продуктов на предприятии может составить от одного до пяти лет, в зависимости от размеров организации, области охвата и ряда других факторов, присущих конкретному предприятию.

ERP-система «SAP Business One» является самым простым решением среди всех предложений компании «SAP AG» и является самостоятельным программным продуктом, рассчитанным на средний и малый бизнес, сферой деятельности которого являются в основном торговля и оказание различного рода услуг. Такая ориентация обусловлена управленческой природой данной системы, дающей возможность автоматизировать в первую очередь деятельность отдела продаж (модуль Sales Force Automation (SFA) — система автоматизации продаж), в том числе управление закупками, складским учетом и финансами предприятия.

Далее перечислим основные особенности продукта «SAP Business One»:

- внедрение сводится к настройке типовых бизнес-процессов без использования средств программирования, что в свою очередь ведет к сокращению сроков развертывания;
- продукт поставляется в виде единой информационной системы без жесткого разделения на функциональные модули со сложной схемой интеграции;

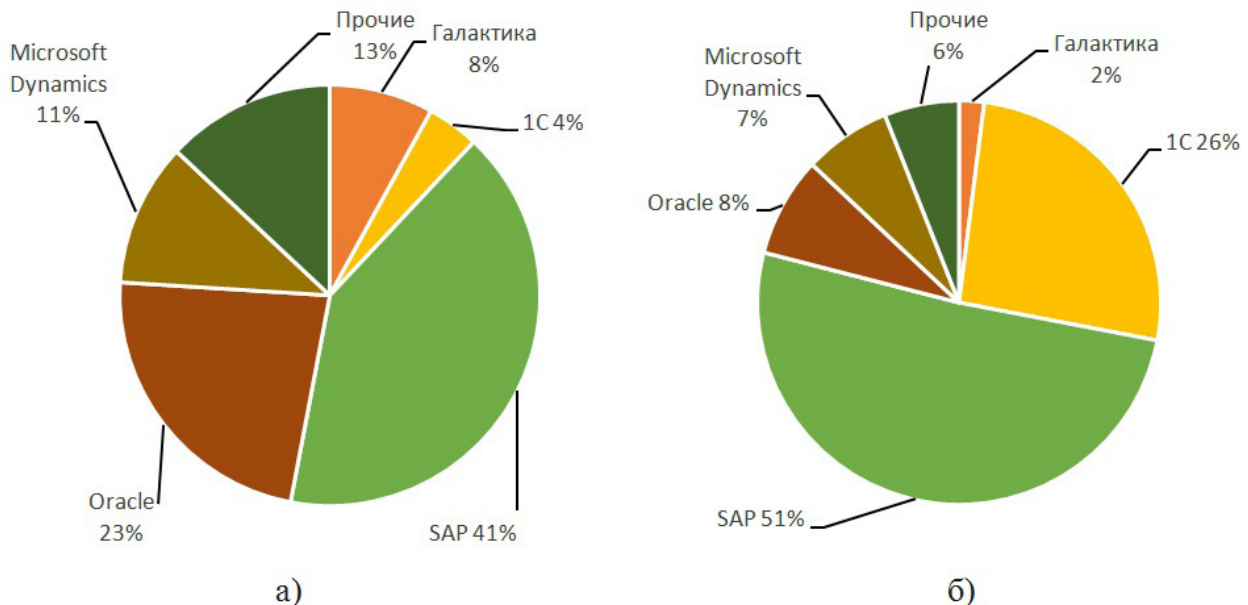


Рис. 1. Доли основных ERP-вендоров на российском рынке ERP в 2005 (а) и 2012 (б) гг.

Источник данных: IDC

— в состав системы входит настраиваемый генератор отчетов, не требующий навыков программирования от администратора;

— комплект поставки содержит инструментарий, позволяющий посредством пакета средств разработки (Software Development Kit) расширить функционал системы до необходимого уровня требований, предъявляемых заказчиком, в том числе реализовать сложные нетиповые бизнес-процессы и провести интеграцию со сторонними программными и аппаратно-программными комплексами;

— присутствует возможность настройки контроля исполнения бизнес-процессов и правил документооборота в автоматическом режиме.

### **Microsoft Dynamics AX**

Данная ERP-система является комплексным решением, ориентированным непосредственно на средний и крупный бизнес, которому требуется полностью интегрированное решение, охватывающее все сферы деятельности предприятия. В том числе: производство и реализацию готовой продукции, управление проектами, взаимоотношения с клиентами и контроль цепочек поставок, а так же финансовый, бухгалтерский (в соответствии и российскими и международными стандартами) и кадровый учет.

К одной из отличительных особенностей данной системы можно отнести легкую масштабируемость. На начальном этапе внедрения «Microsoft Dynamics AX» происходит установка всех модулей системы, некоторые из них остаются заблокированными для дальнейшего использования. В случае появления новых требований к функционалу системы достаточно просто активировать заблокированные модули путем введения соответствующих активационных кодов, приобретаемых отдельно. Таким образом, отпадает необходимость установки некоторых подсистем с последующей их интеграцией. Данная ERP система позволяет вести учет применительно к нескольким организациям в едином информационном пространстве, что в свою очередь значительно расширяет возможности оперативного управления крупными корпорациями и холдингами, в состав которых могут входить несколько дочерних предприятий, филиалов и территориально удаленных офисов.

«Microsoft Dynamics AX» обладает большой гибкостью в процессе настройки за счет наличия возможности доработки системы с применением программных средств, в частности встроенного языка программирования X++, что в свою очередь позволяет подстроить такую ERP-систему под абсолютно любые требования заказчика. Но при этом необходимо отметить, что такой подход накладывает довольно-таки высокие требования на уровень квалификации специалистов, задействованных как на этапе внедрения, так и во время последующей эксплуатации и тем самым вызывает значительное увеличение стоимости услуг по внедрению и последующему сопровождению системы.

### **Oracle E-Business Suite**

«Oracle E-Business Suite» представляет собой полнофункциональное комплексное решение в виде интегрированных приложений, соответствующих методологии ERP-II, дающее возможность осуществлять стратегическое управление предприятием в рамках единого информационного пространства и охватывающее все аспектами деятельности предприятия.

Система управления предприятием, разработанная компанией «Oracle», в первую очередь ориентирована на крупные промышленные предприятия, обладающие территориально распределенной структурой со сложной организацией и значительными размерами номенклатуры производства.

Модульная структура «Oracle E-Business Suite» позволяет достичь легкой масштабируемости решения, а наличие встроенных механизмов распараллеливания сложных процессов и запросов дает значительный прирост производительности всей системы в целом, в том числе и за счет выполнения ресурсоемких процессов в фоновом режиме, в наиболее подходящее для этого время.

Так же применение трехуровневой архитектуры, в состав которой входят сервера баз данных, сервера приложений и клиентские рабочие места, реализованные в виде браузерных клиентов, дает возможность использования «Oracle E-Business Suite», как в пределах внутренней локальной вычислительной сети предприятия, так и за ее пределами посредством подключения пользователей через глобальную сеть Интернет. Что в свою очередь снимает все ограничения на программные и аппаратные платформы пользовательских рабочих мест.

Такой подход позволяет значительно сократить стоимость и сроки внедрения «Oracle E-Business Suite» на предприятие за счет снижения стоимости аппаратной составляющей рабочих мест пользователей системы и отсутствия необходимости установки дополнительного программного обеспечения на них.

Помимо всего сказанного выше стоит отметить еще одну немаловажную особенность данной ERP-системы. Поставка «Oracle E-Business Suite» включает в себя, помимо самой системы, инструментальные средства разработки и моделирования, которые позволяют разрабатывать и модифицировать экранные формы, отчеты и структуру хранилища данных. Более того, все модули системы поставляются вместе с полностью открытыми исходными кодами и детально составленным описанием внутренней структуры базы данных, что в свою очередь позволяет адаптировать «Oracle E-Business Suite» под любые требования заказчика. Но при этом накладывает определенные требования на уровень подготовки персонала, занимающегося адаптацией системы, и может значительно увеличить сроки внедрения.

### **1С:Предприятие**

Программный продукт, разработки российской компании «1С», поставляется в виде платформы, не предназначенной для применения на предприятии в чистом

виде. Механизмы и прикладные инструменты, реализованные в данной платформе, позволяют проектировать пользовательские формы, отчеты и описывать различные бизнес-процессы посредством встроенного языка программирования в виде прикладных решений, называемых «конфигурациями». Такая архитектура позволяет создавать автоматизированные системы, охватывающие различные аспекты финансовой и хозяйственной деятельности предприятия, в рамках единой технологической платформы.

Открытость спецификации встроенного языка программирования платформы «1С: Предприятие» дает возможность как доработки конфигураций, разработанных компанией «1С», так и создание новых сторонними организациями, что в свою очередь положительно влияет на распространение прикладных решений на базе данной платформы. Одним из таких решений является конфигурация «Управление производственным предприятием» по своему функционалу представляется единым комплексным решением, охватывающим все основные области управления и учета на производственном предприятии и обеспечивающее общую информационное пространство, в рамках которого выполняются процессы ведения финансово-хозяйственную деятельность в соответствии с российскими и международными стандартами. При этом, на предприятиях со сложной структурой, таких как крупные корпорации и холдинги, наличие единого информационного пространства позволяет повторно использовать общие информационные массивы обособленными подразделениями организации, а так же дочерними компаниями, что в свою очередь значительно снижает трудоемкость ведения учета.

Такой подход обеспечивает высокий уровень гибкости и масштабирования при построении территориально распределенной информационной системы крупного предприятия, а так же дает возможность осуществления интеграции с другими системами, в том числе и с аппаратно-программными комплексами. Например, реализация взаимодействия с торговым и кассовым оборудованием посредством поддержки возможности подключения внешних программных модулей и библиотек.

#### **Галактика Business Suite**

«Галактика Business Suite» является комплексной полнофункциональной системой, решающей, в едином информационном пространстве, как типовые, так и узкоспециализированные задачи управления предприятием.

Данный программный продукт, разработки российской корпорации «Галактика», нацелен на решение всего спектра задач управления и полностью соответствует методологии ERP, а так же обладает возможностью поддержки принятия решений на базе планирования и анализа основных показателей финансовой и хозяйственной деятельности организации, в том числе и с территориально распределенной структурой.

ERP-система корпорации «Галактика» соответствует международным стандартам, таким как:

- Управление эффективностью бизнеса (Corporate Performance Management, CPM)
- Предприятия реального времени (Real-Time Enterprise, RTE)
- Сервисная шина предприятия (Enterprise Service Bus, ESB)
- Система управления бизнес-процессами (Business Process Management, BPM)

Наличие модульной структуры в решение «Галактика Business Suite» позволяет предприятию приобретать исключительно необходимые в данный момент элементы системы и по мере развития организации, с появлением новых задач управления, докупать нужные компоненты системы.

Рассматриваемая ERP-система «Галактика Business Suite» построена на базе инструментария, ориентированного на разработку реляционных баз данных, а так же пользовательских интерфейсов и отчетов, называемого «Средство разработки Атлантис».

«Атлантис» дает возможность создавать многоуровневые и распределенные приложения с открытыми стандартами взаимодействия, а так же осуществлять доработку системы согласно предъявляемым требованиям при внедрении на предприятие.

Данное средство разработки использует мало распространенный язык программирования «VIP», существенно уступающий современным языкам, что в свою очередь предъявляет дополнительные требования к специалистам по внедрению.

Анализируя представленный выше обзор комплексных решений в области автоматизации управления предприятием, соответствующих требованиям методологии ERP, можно выделить ряд общих характерных признаков, присущих всем системам. А именно:

1. Ориентированность на крупный и средний бизнес.
2. Полный охват всех аспектов деятельности предприятия.
3. Ограниченная функциональность в базовой конфигурации, проявляемая в поддержке исключительно типовых бизнес-моделей и бизнес-процессов, свойственных общим положениям методологии ERP.
4. Наличие инструментария, позволяющего расширить функционал системы и адаптировать ее под индивидуальные требования предприятия. В состав такого инструментария входят средства для разработки пользовательских форм и конструирования шаблонов отчетов, а так же встроенный язык программирования, позволяющий реализовывать специфичную бизнес-модель и уникальные, именно для конкретного предприятия, бизнес-процессы.

Также стоит отдельно отметить поддержку так называемого «тонкого клиента» ERP-системами «Oracle E-Business Suite» и «1С: Предприятие» в конфигурации «Управление производственным предприятием», предоставляющего доступ к функционалу программного продукта через Web-браузер. Такая возможность позво-

ляет значительно упростить процесс администрирования, в том числе и обновления, пользовательских рабочих мест за счет отсутствия необходимости установки и последующего обновления клиентского программного обеспечения.

Однако, несмотря на все достоинства приведенных выше решений в области автоматизации управления предприятием, представленные в аналитическом обзоре ERP-системы обладают одним существенным недостатком, а именно необходимостью прибегать к изменению программного кода в процессе доработки под индивидуальные требования заказчика в ходе внедрения и последующей эксплуатации. Специфичность, ограниченность в функционале и сравнительно малая распространенность таких встроенных языков программирования, по сравнению с общеизвестными и широко распространенными языками высокого уровня, вызывает острый дефицит квалифицированных специалистов, владеющих данными встроенными языками, что в свою очередь приводит к удорожанию стоимости и увеличению сроков внедрения. Исключением может служить решения, базирующиеся на платформе «1С: Предприятие». За

счет обширной партнерской сети и широкой доступности учебно-справочных материалов рынок не испытывает недостатка в специалистах по модификации существующих конфигураций и разработки новых, о чем свидетельствует значительное увеличение доли продуктов компании «1С» среди средств автоматизации управления предприятиями (Рис. 1). Но, опять-таки, любые существенные изменения в функционале информационной системы требуют изменения программного кода, что в свою очередь влечет дополнительные финансовые и временные затраты.

Обозначенные выше проблемы могут быть решены путем разработки механизма построения универсальной комплексной автоматизированной информационной системы управления предприятием, легко адаптируемой под любые требования к структуре организации, бизнес-модели и бизнес-процессам, протекающим в ней, не прибегая к изменению программного кода системы, за исключением случаев разработки узкоспециализированных нетиповых модулей, как например обеспечение взаимодействия информационной системы с различными видами оборудования.

#### Литература:

1. Гаврилов Д. А. Управление производством на базе стандарта MRP II, 2-е изд. — СПб.: Питер, 2005, 416 с.
2. IT Definitions and Glossary. Gartner. <http://www.gartner.com/it-glossary/enterprise-resource-planning-erp/>
3. К. Легчаков. Рынок ИУСи его потенциал в России. Журнал «БИТ. Бизнес & информационные технологии», Выпуск № 4 (22), 2012 г.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### Применение клеенных стальных шайб в стыковых соединениях элементов деревянных конструкций

Арискин Максим Васильевич, кандидат технических наук, доцент;  
Никишина Ольга Владимировна, студент  
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

В несущих деревянных конструкциях довольно часто приходится решать вопросы стыкования элементов, в связи с ограниченностью сортамента пиломатериалов. Особенно это касается сквозных несущих конструкций: ферм, арок, рам, элементы которых могут быть выполнены из цельных досок, брусков или брусьев [1], [2]. При решении стыков в таких случаях, как правило, используют пары или одиночные накладки, прокладки, которые, соединяясь с основными стыкуемыми элементами, образуют сдвиговое соединение, работающее на сжатие или на растяжение. Для восприятия сдвигающих усилий стык снабжается механическими связями (болтами, нагелями, гвоздями, шпонками и т. п.), количество которых определяется расчетом. Соединения, выполненные на механических связях, обладают податливостью, что приводит к повышенной деформативности и снижению несущей способности. Кроме того, при передаче значительных усилий требуется достаточно большое количество механических связей, что приводит к увеличению длины нахлестки в стыках, а следовательно и к дополнительному перерасходу материалов.

Предлагается конструкция стыка деревянных элементов, где в качестве механических связей используются клеенные стальные шайбы. Общий вид стыков показан на рис. 1.

Усилия  $N$  от одного элемента определяется в последовательности: элемент — шайба — болт — накладка, а от накладки в обратной последовательности другому элементу.

В отличие от обычного болтового соединения в предлагаемом стыке сосредоточенное усилие  $N$  передается деревянному элементу по достаточно большой площади, определяемой шайбой диаметром  $D_{ш}$  при этом податливость соединения сведена к минимуму, поскольку шайба клеена в гнездо, а соединительный стальной болт работает на срез между двумя стальными шайбами.

Несущая способность клеенной шайбы будет определяться работой древесины на смятие под шайбой и на скалывание. Напряжения смятия и скалывания будут существенно зависеть от диаметра и толщины шайбы, толщины соединяемых элементов, шага расстановки шайб.

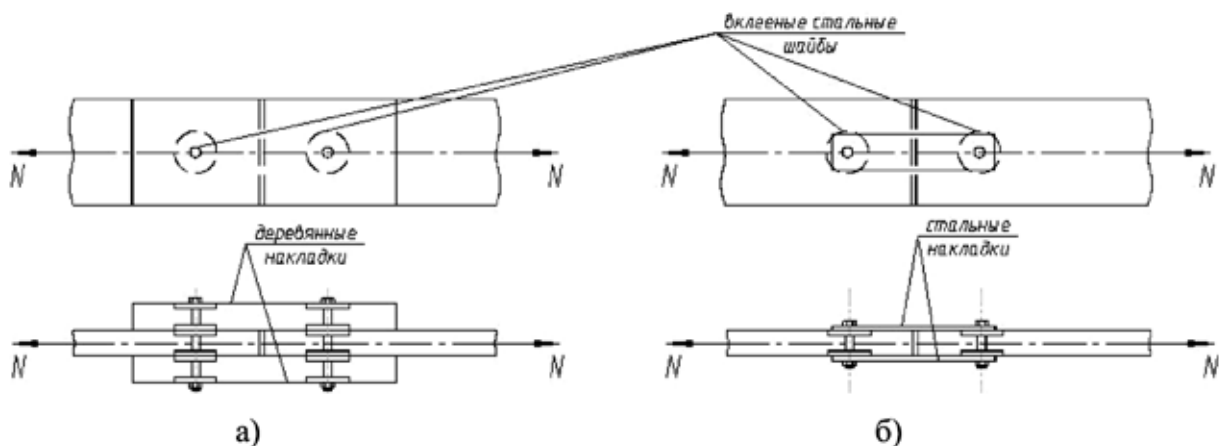


Рис. 1. Стыки деревянных элементов. а) — с деревянными накладками; б) — с металлическими накладками



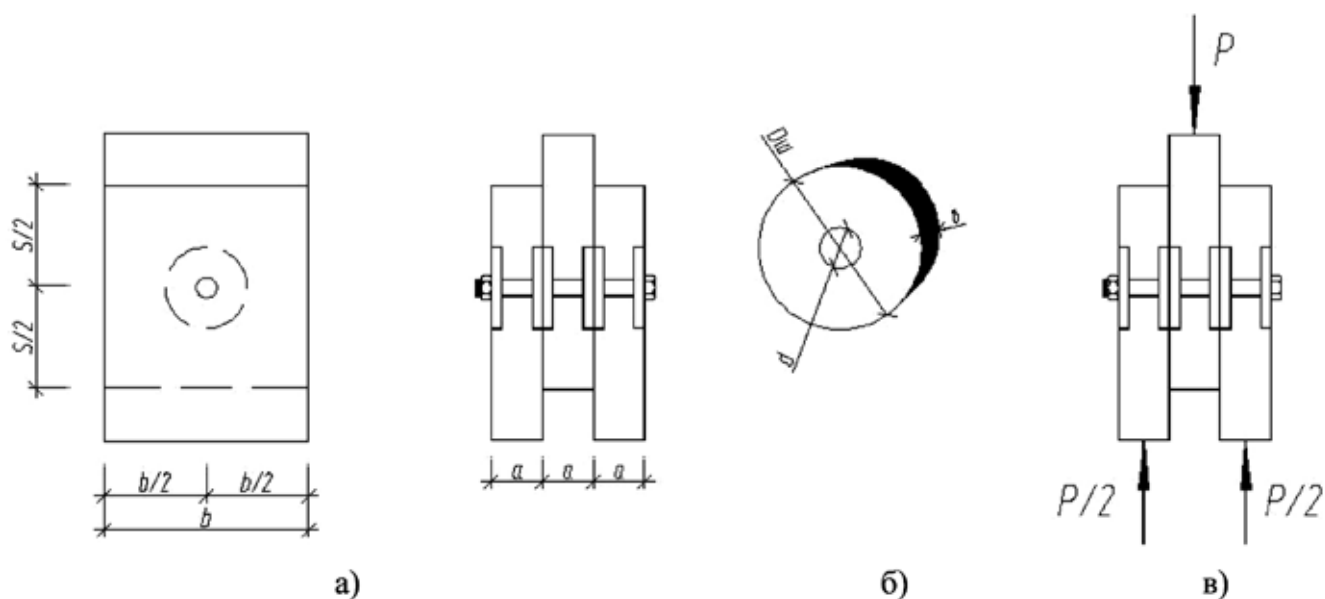


Рис. 2. Общий вид образцов, схема испытаний.  
 а — общий вид образцов; б — параметры шайбы; в — схема испытания образцов

Следовательно, эти параметры влияют и на предельную несущую способность соединения. С целью определения предельной нагрузки соединения, выявления характера работы его под нагрузкой были проведены испытания стыков. Стыки представляют собой соединения трех досчатых элементов с клееными в них на эпоксидном клее стальными шайбами. Форма образцов и схема испытаний

приведены на рис. 2. Соединяемые элементы были выполнены из древесины сосны с влажностью  $W = 12\%$ .

Технология изготовления образцов состоит из следующих операций (рис. 3):

— Для соблюдения симметричности изготовления образца, сверлом малого диаметра в деревянном образце просверливается сквозное отверстие, создавая центро-

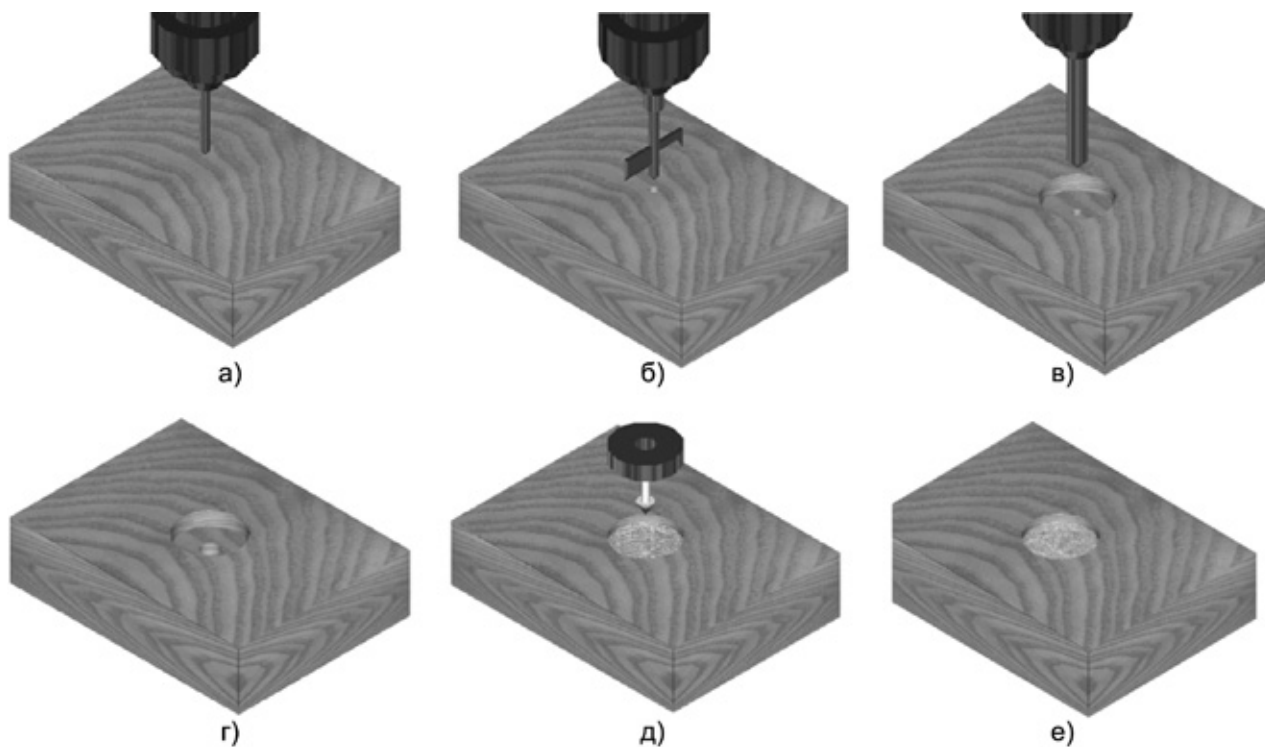


Рис. 3. Технология изготовления образца. а). Просверливание центровочного отверстия; б). Процесс выбора гнезда; г). Выполнение отверстия для болта; г) общий вид образца после этапов 1–3. д) образец с эпоксидным клеем е) вклеивание шайбы в деревянный образец

вочные отверстия на одной и другой плоскости деревянного образца (рис. 3а.)

— По центровочному отверстию выбирается гнездо диаметром на 1–2 мм большим стальной шайбы (Рис 3 б). Гнездо больше чем диаметр шайбы для дальнейшего удобства установки в него стальной шайбы. Гнезда выбираются с каждой из сторон деревянного элемента на толщину шайбы.

— Для стяжного болта сверлится отверстие (рис. 3 в) на 2–3 мм больше диаметра стяжного болта. Это обусловлено тем, что болт не должен работать в данном виде соединения (т. е. не упираться в древесину и не создавать в ней напряжений). Отверстие под болт просверливается по уже имеющемуся центральному отверстию.

— Эпоксидным клеем заполняется гнездо (рис. 3д), затем в гнездо с одной из сторон вставляется шайба (рис. 3е). Клей который будет вытеснен шайбой по краям останется на месте, а клей который вытекает из отверстия со-

бирается в емкость для дальнейшего использования. Спустя 2–3 дня проклеивается шайба на вторую сторону образца. Для образцов характерно образование клеевого пятна. При совмещении шайбы с гнездом залитым клеем, клей вытекает, образуя клеевое пятно вокруг шайбы. Этим клеем склеивается поверхность вокруг неё, что сказывается на прочности соединения и на несущей способности самой шпонки. Образец, подготовленный для испытаний, показан на рис. 4.

Испытание образцов проводились на прессе с поэтапным увеличением нагрузки. Величины этапа нагружения принимались равной 5 кН (500кгс). В процессе испытаний производились измерения деформации сдвига средних элементов относительно крайних. График нарастания деформаций сдвига представлен на рис. 5.

Испытания показали, что стыки с применением вклеенных стальных шайб обладают относительно небольшой деформацией сдвига, равной  $\Delta=2.4$  мм при действии

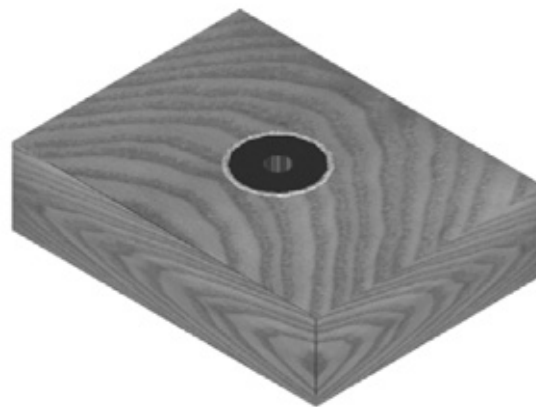


Рис. 4. Готовый для испытания образец

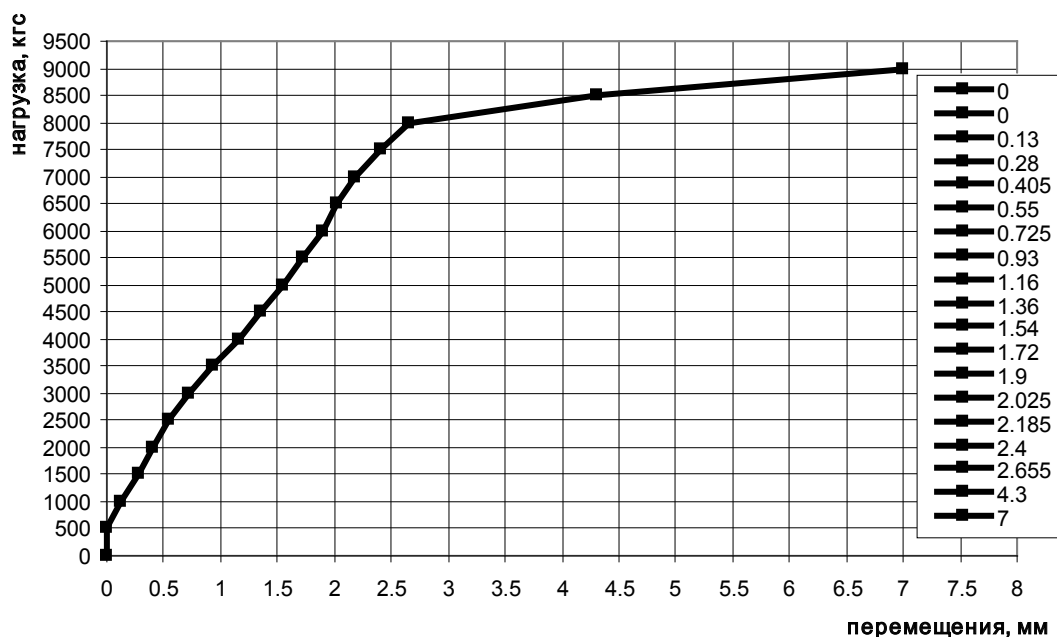


Рис. 5. Усредненный график нарастания деформаций сдвига в образцах с параметрами ( $D_{ш}=60$  мм,  $t=8$  мм;  $d=16$  мм,  $a=50$  мм,  $b=150$  мм,  $s=200$  мм.)

условной расчетной нагрузки  $P_{\text{усл}} = 8,5$  кН. В пределах действия расчетной нагрузки наблюдается упругая работа, а величина разрушающей нагрузки, значительно превышает нагрузку, которую выдерживает стык сделанный на одном соединительном болте такого же диаметра, т. е. без шайб.

При принятых параметрах стыка, согласно СНиП 2–25–80, расчетная нагрузка составит  $P_{\text{расч}} = 8,5$  кН или  $P_{\text{красч}} = 12,70$  кН. (если стык выполнен без шайб).

При средней величине разрушающей нагрузки на стык с шайбой  $P_{\text{разр}} = 93,7$  кН увеличение предельной нагрузки произошло в 7.37 раза. Это значение говорит о том, что клеенная шайба диаметром 60 мм равносильна дополнительной расстановке 7 болтов диаметром 17 мм.

В процессе испытаний установлено так же, что на-

ружные шайбы в крайних элементах оказывают существенную положительную роль увеличивая, разрушающую нагрузку действующую на образец на 20 % (по сравнению с образцами где такие шайбы отсутствуют). Это связано с тем, что в образцах, где каждый соединяемый элемент имеет клеенные шайбы с обеих сторон, соединительный болт работает преимущественно на срез. В то время как в образцах, где такие шайбы отсутствуют, болт дополнительно испытывает значительные напряжения изгиба, что приводит к увеличению деформативности и к уменьшению предельной нагрузки стыкового соединения.

Таким образом, предлагаемая конструкция стыка обладает незначительной деформативностью компактностью и повышенной несущей способностью.

#### Литература:

1. Арискин М. В Теоретические исследования напряженно-деформированного состояния элементов соединений на клеенных шайбах [Текст] / Арискин М. В., Д. В. Гуляев, И. Ю. Агеева, Гарькин И. Н. // Молодой ученый. — 2013. — № 2. — С. 27–31.
2. Арискин М. В., Д. В. Гуляев, И. Ю. Агеева, Гарькин И. Н. Применение многорядных соединений в деревянных конструкциях в практике строительства [Текст] // Молодой ученый. — 2013. — № 5. — С. 35–38.

## Экспериментальные исследования соединений деревянных конструкций на клеенных стальных шайбах

Арискин Максим Васильевич, кандидат технических наук, доцент;  
 Пыж Елена Валерьевна, студент  
 Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

В ранее проделанных работах по изучению работы соединений на ВШ [1,2,3,4] были получены следующие результаты, значения которых приведены в табл. 1.

Маркировка образцов:

А — образец испытан через металлическую раму;

Б — 3-х составной образец.

Для получения дополнительных данных по соединениям на ВШ необходимых для оценки результатов испытания стыков балок были проделаны дополнительные испытания.

Испытания проводились в лаборатории кафедры строительных конструкций согласно методике [5,6,7] при нормальных температурно-влажностных условиях, т. е. при температуре 18–20°C и относительной влажности воздуха  $W = 60–65\%$ . Нагрузка создавалась гидравлическим прессом и прикладывалась ступенями  $\Delta P = 5$  кН (500 кгс).

Скорость нагружения принималась непрерывной и равномерной с фиксацией конечного времени. В процессе испытаний осуществлялся осмотр, фиксировались характер и вид разрушения.

В качестве приборов измерения использовались индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Индикаторы устанавливались попарно для фиксации возможного перекоса образца в процессе нагружения и для того чтобы в процессе испытания они не подвергались повреждению при полной выработке хода штока.

Общая схема приложения нагрузки показана на рис. 1. Результаты испытаний образцов приведены в табл. 2.

Графики нарастания деформаций сдвига представлены на рис. 2–6. соответственно маркировке приведенной в табл. 2.

#### Литература:

1. Арискин М. В. Разработка методики экспериментальных исследований соединений деревянных конструкций с применением клеенных стальных шайб [Текст] / М. В. Арискин, Е. В. Родина, Д. В. Гуляев // Молодой ученый. — 2013. — № 10. — С. 93–95.

Таблица 1. Результаты испытания образцов при передаче сжимающей нагрузки вдоль волокон

| Марка образца | Диаметр шайбы, мм | Толщина шайбы, мм | Разрушающая нагрузка |              |
|---------------|-------------------|-------------------|----------------------|--------------|
|               |                   |                   | $P_{разр}, кН$       | $P_{ср}, кН$ |
| ВШ-80-8-Б-1   | 80                | 8                 | 99                   | 97,16        |
| ВШ-80-8-Б-2   | 80                | 8                 | 100                  |              |
| ВШ-80-8-Б-3   | 80                | 8                 | 97,8                 |              |
| ВШ-80-8-Б-4   | 80                | 8                 | 92                   |              |
| ВШ-80-8-Б-5   | 80                | 8                 | 96                   |              |
| ВШ-80-8-Б-1   | 80                | 8                 | 95,3                 | 96,2         |
| ВШ-80-8-Б-2   | 80                | 8                 | 96,4                 |              |
| ВШ-80-8-Б-3   | 80                | 8                 | 93,8                 |              |
| ВШ-80-8-Б-4   | 80                | 8                 | 97,5                 |              |
| ВШ-80-8-Б-5   | 80                | 8                 | 98                   |              |
| ВШ-100-8-А-1  | 100               | 8                 | 97,4                 | 100,94       |
| ВШ-100-8-А-2  | 100               | 8                 | 99,2                 |              |
| ВШ-100-8-А-3  | 100               | 8                 | 104,3                |              |
| ВШ-100-8-А-4  | 100               | 8                 | 101,5                |              |
| ВШ-100-8-А-5  | 100               | 8                 | 102,3                |              |
| ВШ-100-8-Б-1  | 100               | 8                 | 102,9                | 105,2        |
| ВШ-100-8-Б-2  | 100               | 8                 | 99,85                |              |
| ВШ-100-8-Б-3  | 100               | 8                 | 111,7                |              |
| ВШ-100-8-Б-4  | 100               | 8                 | 103,6                |              |
| ВШ-100-8-Б-5  | 100               | 8                 | 99,3                 |              |
| ВШ-100-8-Б-1  | 100               | 8                 | 99,7                 | 104,5        |
| ВШ-100-8-Б-2  | 100               | 8                 | 98,5                 |              |
| ВШ-100-8-Б-3  | 100               | 8                 | 110,7                |              |
| ВШ-100-8-Б-4  | 100               | 8                 | 105,1                |              |
| ВШ-100-8-Б-5  | 100               | 8                 | 108,3                |              |

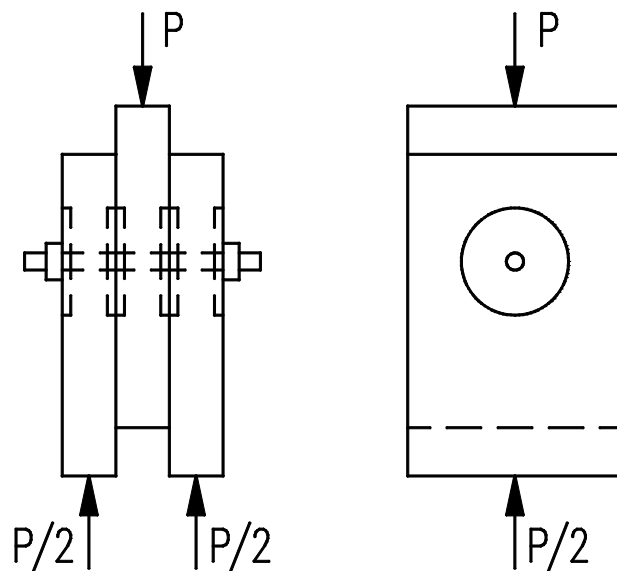


Рис. 1. Схема приложения нагрузки

Таблица 2. Результаты испытания образцов

| № п/п | Марка образца | Расчетные нагрузки                |                        |                  |                  | Разрушающая нагрузка<br>$P_{разр}$ , кН |
|-------|---------------|-----------------------------------|------------------------|------------------|------------------|---|
|       |               | Длительно действующая $P_{расч.}$ |                        | Кратковременная  |                  |   |
|       |               | Из усл. смятия, кН                | Из усл. скалывания, кН | $P_{расч.}$ , кН | $P_{расч.}$ , кН |   |
| 1     | ВШ 100–8–1    | 22,4                              | 15,9                   | 33,4             | 23,7             | 101                                     |
|       | ВШ 100–8–2    |                                   |                        |                  |                  | 98,5                                    |
| 2     | ВШ 80–8–1     | 17,9                              | 10,2                   | 26,7             | 15,2             | 100                                     |
|       | ВШ 80–8–2     |                                   |                        |                  |                  | 96                                      |
|       | ВШ 80–8–3     |                                   |                        |                  |                  | 91                                      |
|       | ВШ 80–8–4     |                                   |                        |                  |                  | 96,5                                    |

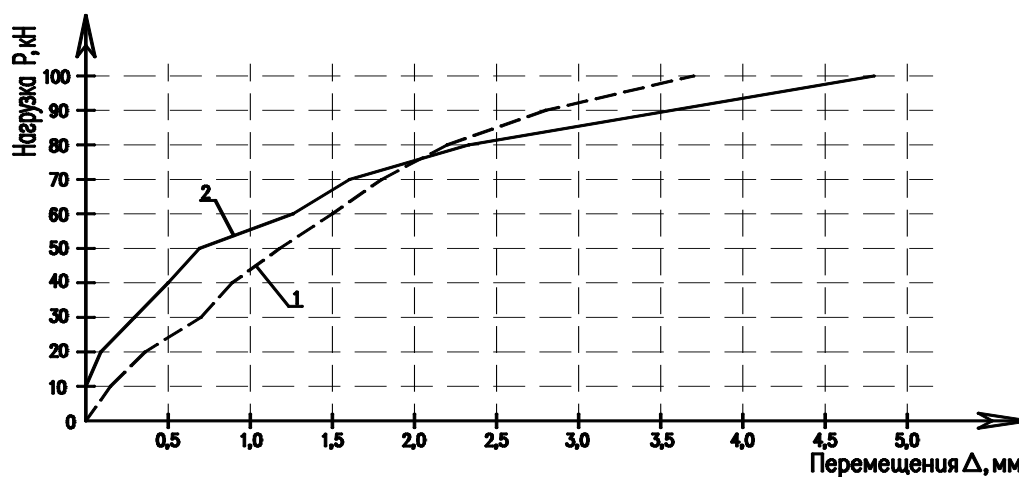


Рис. 2. График зависимости деформаций  $\Delta$  от нагрузки  $P$ : 1 — образец ВШ-100-8-1; 2 — образец ВШ-100-8-2

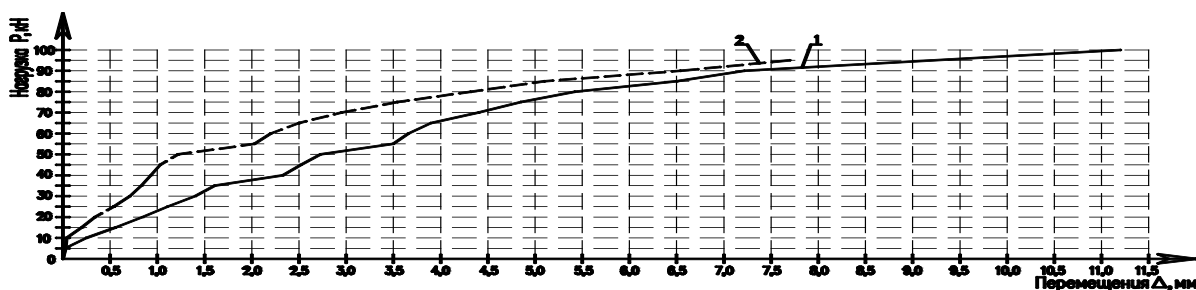


Рис. 3. График зависимости деформаций  $\Delta$  от нагрузки  $P$ : 1 — образец ВШ-80-8-1; 2 — образец ВШ-80-8-2

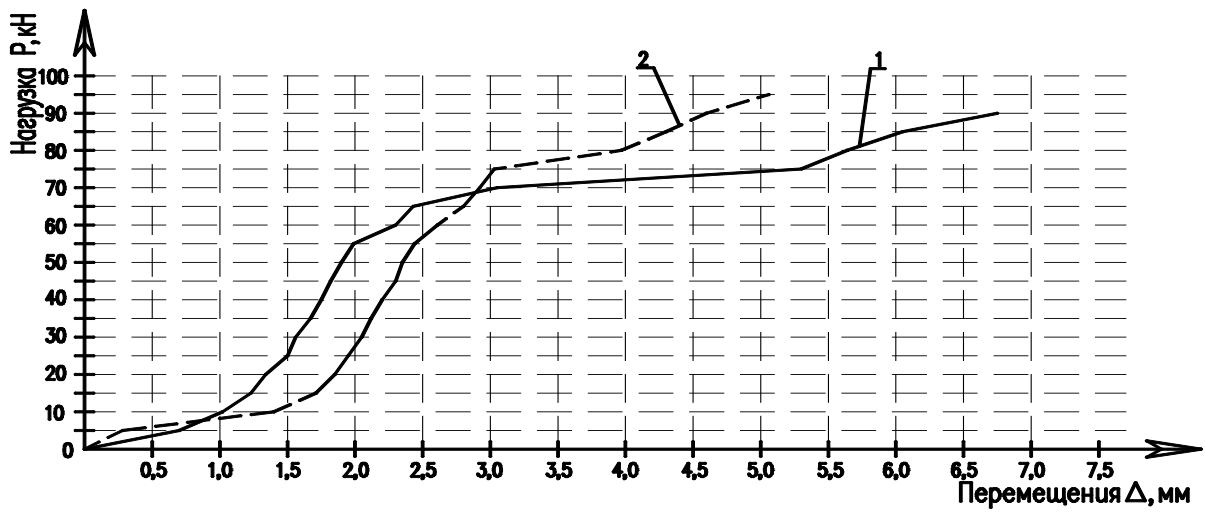


Рис. 4. График зависимости деформаций  $\Delta$  от нагрузки  $P$ : 1 — образец ВШ-80-8-3; 2 — образец ВШ-80-8-4

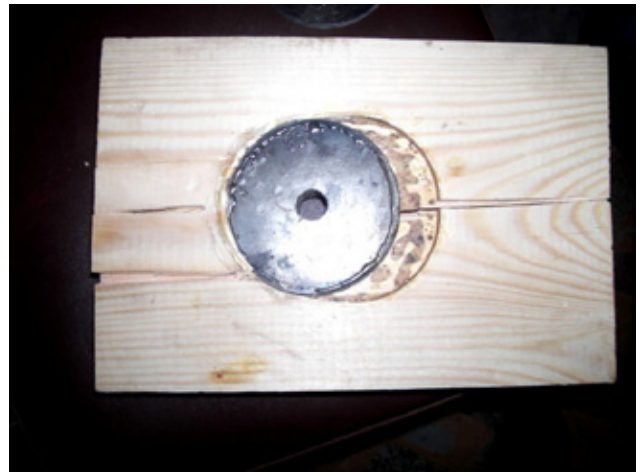


Рис. 5. Образцы марки ВШ 100-8 после испытания



Рис. 6. Образцы марки ВШ 80-8 после испытания

2. Арискин М. В. К расчету несущей способности соединений на вклеенных шайбах [Текст] / М. В. Арискин, Д. В. Гуляев, Е. В. Родина // Молодой ученый. — 2013. — № 10. — С. 86–89.
3. Арискин М. В. Теоретические исследования напряженно-деформированного состояния элементов соединений на вклеенных шайбах [Текст] / Арискин М. В., Д. В. Гуляев, И. Ю. Агеева, Гарькин И. Н. // Молодой ученый. — 2013. — № 2. — С. 27–31
4. Арискин М. В., Д. В. Гуляев, И. Ю. Агеева, Гарькин И. Н. Применение многорядных соединений в деревянных конструкциях в практике строительства [Текст] // Молодой ученый. — 2013. — № 5. — С. 35–38..
5. ЦНИИСК Кучеренко В. А. Рекомендации по проектированию и изготовлению деревянных конструкций с соединениями на пластинах с цилиндрическими нагелями (система КирПИ-ЦНИИСК). М., 1988 г.
6. ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР. Рекомендации по испытанию соединений деревянных конструкций. М., Стройиздат, 1981 г.
7. ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР. Руководство по проектированию клеенных деревянных конструкций. М., Стройиздат, 1977 г.

## Исследования напряженно-деформированного состояния деревянных соединений

Арискин Максим Васильевич, кандидат технических наук, доцент;

Пыж Елена Валерьевна, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Создание современных строительных конструкций является одной из актуальных проблем, от решения которых зависит развитие строительной отрасли. В Пензенском государственном университете архитектуры и строительства над этой проблемой работают ряд учёных [1], [2].

Теоретические исследования напряженно-деформированного состояния соединения по расчетной схеме проводились методом конечных элементов (МКЭ). Степень точности решения задачи, как известно, зависит от величины размеров разбивочных элементов МКЭ [3], [4]. При этом от этого существенно зависит и громоздкость вычислительных операций, поскольку с увеличением количества конечных элементов существенно возрастает количество неизвестных. Для расчетов принято разбивочная сетка МКЭ, изображенная на рисунке 1а,б.

Основной целью на этапе разработки геометрической модели является создание адекватной конечно-элементной модели, состоящей из узлов и элементов. Разбивка на конечные элементы образца осуществлялась в два этапа. Первый этап — разбивка металлических частей с присвоением соответствующих свойств (рис. 1, а). Этап второй — разбивка деревянной части образца и присвоение ей соответствующих свойств. Внешний вид образца, разбитого на сетку конечных элементов, показан на рис. 1, б.

При создании адекватной математической модели одним из главных условий является приложение нагрузок и определение типа взаимодействия элементов. Приложение нагрузок производилось согласно расчетной схеме то есть равномерно распределенная нагрузка прикладывалась непосредственно на крайние элементы. Взаимодействие металла с древесиной произ-

водилось двумя различными следующим способом: когда рядом стоящие узлы в металлическом и деревянном элементе связываются между собой путем объединения соответствующих перемещений. Таким образом моделируется монолитность и целостность конструкции (т. е. связи, объединяющие древесину и стальную шайбу, могут воспринимать растягивающие и сжимающие напряжения).

Наложение граничных условий заключалось в том, чтобы ограничить перемещение деревянного образца по оси  $y$ . Ограничений для шайбы с болтом не требуются, т. к. болт с шайбой в программе рассматривается как абсолютный монолит (т. е. литая однородная структура), что позволило воссоздать податливость шайбы в направлении  $z$  по своим характеристикам, сходным с реальной работой шайбы.

Работа болта совместно с шайбой учитывалась только на восприятие распора. На смятие, растяжение и другие виды деформаций болт никакого влияния не оказывал.

Параметры рассчитываемого соединения соответствовали испытанному образцу под маркировкой ВШ-100–8-Б. Расчет производился при действии на образец равномерно распределенной нагрузки  $q$  равной 24,5 МПа.

Так как в расчете используется два материала — металл, и древесина, то в дальнейшем будут приниматься характеристики:

— металла  $E_x=210$  ГПа,  $\mu=0,3$ ;

— древесины  $E_x=16000$  МПа,  $\mu_{yx}=0,5$ ;  $E_y=1000$  МПа,  $\mu_{zy}=0,2$ ;  $E_z=500$  МПа,  $\mu_{zx}=0,02$ ;  $G_{xy}=1180$  МПа,  $G_{yz}=690$  МПа,  $G_{xz}=670$  МПа (согласно исследованиям Ашкенази), свойства древесины задавались в местной системе координат.

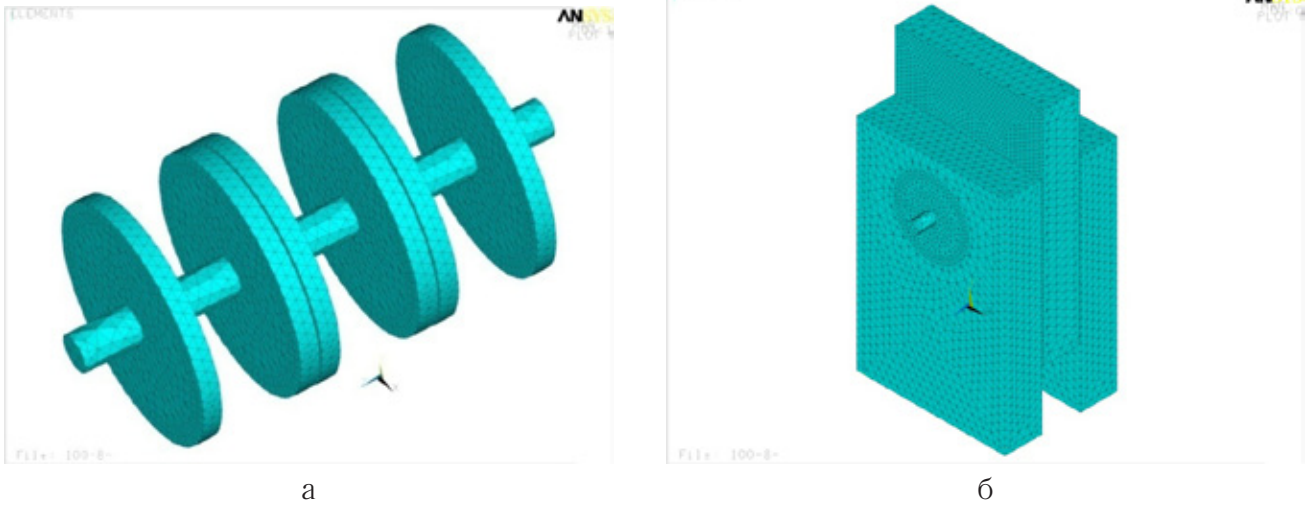


Рис. 1. Разбивка на сетку конечных элементов: а — металлический болт с шайбами; б — соединение

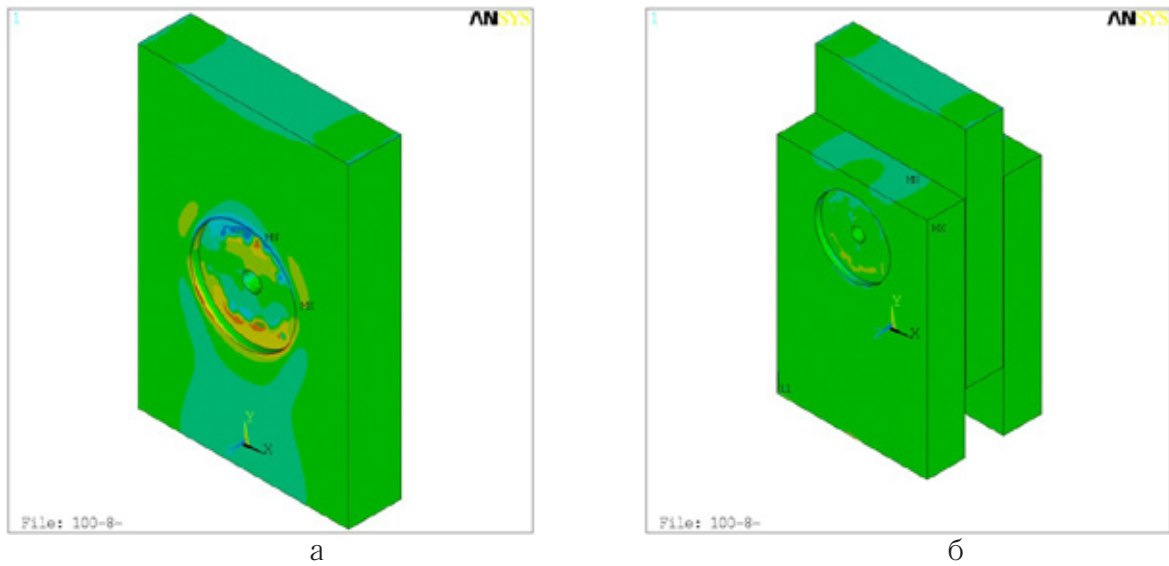


Рис. 2. Изополя напряжений  $\sigma_x$ . а — средний элемент; б — все соединение

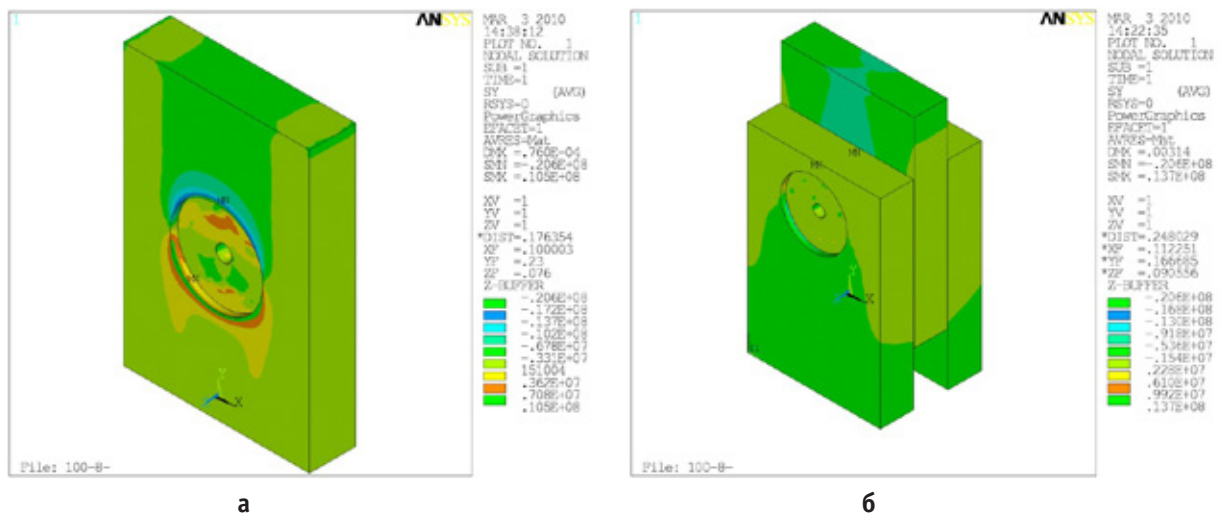


Рис. 3. Изополя напряжений  $\sigma_y$ : а — средний элемент; б — все соединение



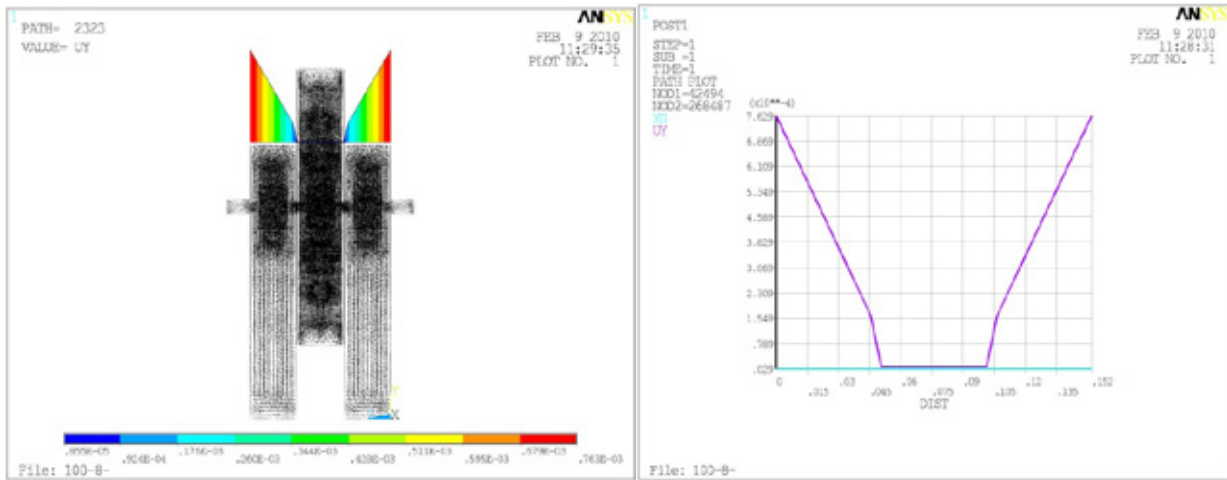


Рис. 4. Перемещения среднего элемента относительно крайних

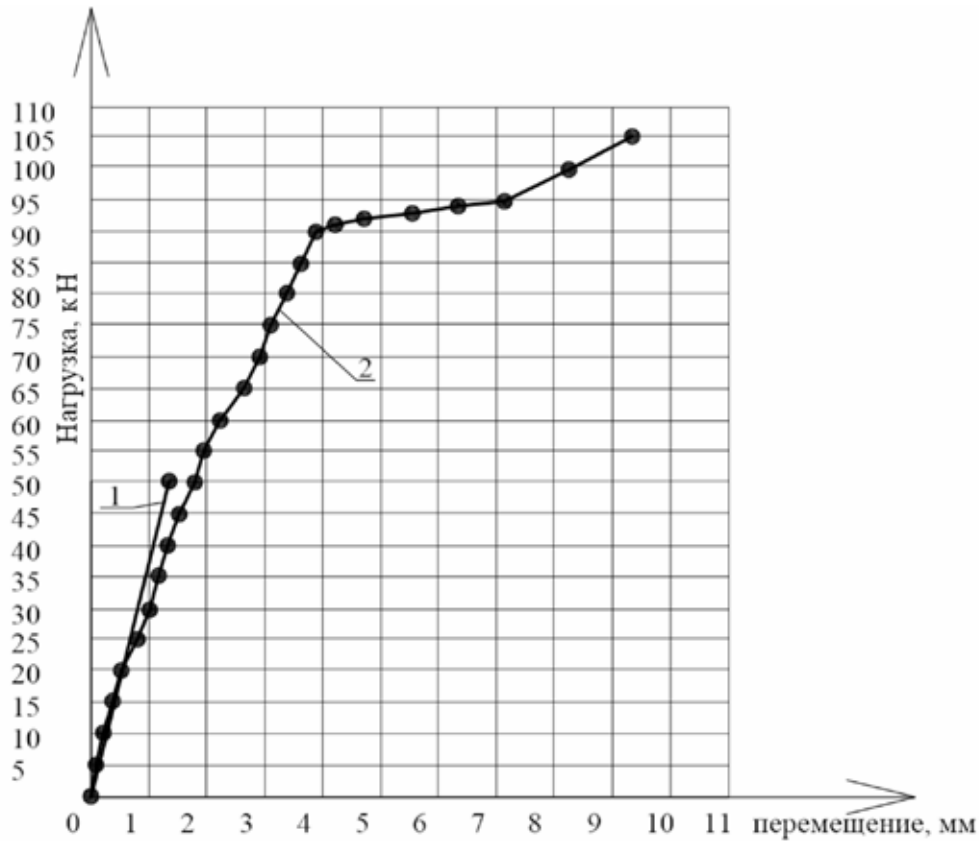


Рис. 5. Сопоставление теоретических и экспериментальных данных:  
1 — теоретическая прямая; 2 — экспериментальная кривая

В результате расчета были получены напряжения в крайних и среднем элементе (рис. 2–3).

При натурных испытаниях образца ВШ-100–8-Б был получен сдвиг среднего элемента относительно крайних, при расчете модели соединения так же были получены перемещения сдвига представленные на рис. 4

Таким образом, по средним значениям была построена теоретическая прямая нарастания сдвигов и наложена на

соответствующий экспериментальный график результат показан на рис. 5

Как видно из графика, угол наклона теоретической и экспериментальной линии не превышает 12 % в упругой стадии работы. В общем теоретические и экспериментальные данные достаточно хорошо согласуются друг с другом.

Литература:

1. Арискин М. В. Методика построения конечно-элементной модели [Текст] / М. В. Арискин, Е. В. Родина, Д. В. Гуляев // Молодой ученый. — 2013. — № 9. — С. 34–36.
2. Нежданов К. К., Гарькин И. Н. Способ проката двутаврового профиля сечения из низколегированной стали// Строительная механика и расчёт сооружений.: № 4 — 2011, с. 51–55 Москва ЦНИСК им.Курчереико
3. Арискин М. В. К расчету несущей способности соединений на вклеенных шайбах [Текст] / М. В. Арискин, Д. В. Гуляев, Е. В. Родина // Молодой ученый. — 2013. — № 10. — С. 86–89.
4. Арискин М. В. Разработка методики экспериментальных исследований соединений деревянных конструкций с применением вклеенных стальных шайб [Текст] / М. В. Арискин, Е. В. Родина, Д. В. Гуляев // Молодой ученый. — 2013. — № 10. — С. 93–95.

## Алгоритм расчета соединений деревянных конструкций с применением вклеенных шайб

Арискин Максим Васильевич, кандидат технических наук, доцент;  
 Пыж Елена Валерьевна, студент  
 Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Использование вычислительных программных комплексов играют первостепенную роль в развитии методик расчёта [1], а так же экономической эффективности проектирования [2]. Однако при их использовании могут возникнуть ряд проблем, одной из такой проблемы можно считать построение максимально точной конечно-элементной модели [3]. В связи с этим возникает необходимость разработки алгоритмов расчёта соединений деревянных конструкций.

На растяжение работают нижние пояса и отдельные раскосы ферм, затяжки арок и элементы других сквозных конструкций. Растягивающее усилие действует вдоль оси элемента и во всех точках его поперечного сечения возникают растягивающие напряжения  $\sigma$  одинаковыми по величине.

Для расчета растянутых (рис. 1) соединений элементов деревянных конструкций с применением вклеенных шайб необходимо:

— задаться размерами шайб  $D_{ш}=60;80;100$  мм;  $t=6;8;10$  мм;

- определить растягивающее усилие  $N_p$ ;
- найти несущую способность шайбы  $N_{ш}$ ;
- из условия  $n \geq \frac{N_p}{N_{ш}}$  найти количество необходимых пар шайб;
- устанавливается шаг расстановки шайб  $S_1=2,5 - 3 \cdot D_{ш}$ ;
- произвести проверку прочности элемента по ослабленному сечению по формуле:

$$\frac{N_p}{A_{нт}} \leq R_p \cdot m_0 \frac{N_p}{A_{нт}} \leq R_p \cdot m_0, \tag{1.1}$$

где  $R_p$  — расчетное сопротивление сортной древесины растяжению;

$$A_{нт} = A_{оп} - A_{ос};$$

$A_{оп} = b \cdot x \cdot h$ , причём минимальные размеры элемента  $b > 4t$ ;  $h > 2 D_{ш}$ ;

$$A_{осл} = 2 \cdot D_{ш} \cdot t + 16 \cdot (b - 2t) \text{ (мм}^2\text{)};$$

При расчете стыков растянутых элементов деревянных конструкций помимо вышеприведенной схемы, следует

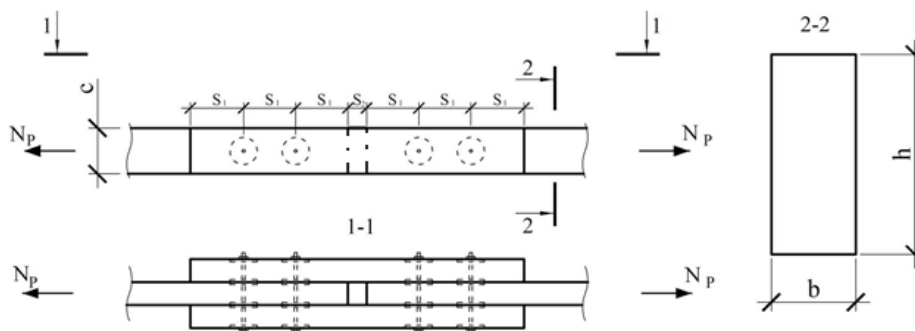


Рис. 1. Расчет стыка растянутого элемента

выполнить расчет прочности накладок по аналогичному алгоритму.

На сжатие работают стойки, подкосы, верхние пояса и отдельные стержни ферм. Для расчета стыков сжатых (рис. 2) соединений элементов деревянных конструкций с применением клеенных шайб необходимо:

— задаться размерами шайб  $D_{ш}=60; 80; 100$  мм;  $t=6; 8; 10$  мм;

— определить сжимающие усилие  $N_c$ ;

— определить несущую способность шайбы  $N_{ш}$ ;

— из условия  $n \geq \frac{N_c}{N_{ш}} \Rightarrow n \geq \frac{N_c}{N_{ш}}$  определить количество необходимых пар шайб, причем  $n$  должно быть не менее 2 шт;

— устанавливается шаг расстановки шайб  $S_1=2,5 \cdot 3 \cdot D_{ш}, S_2 \geq 10$  мм;

— произвести подбор сжатого элемента с учетом ослабленного сечения согласно формуле:

$$\frac{N_c}{A_{расч} \cdot \varphi} \leq R_c \frac{N_c}{A_{расч} \cdot \varphi} \leq R_c, \quad (1.2)$$

где  $R_c$  — расчетное сопротивление сортной древесины сжатию;

$\varphi$  — коэффициент продольного изгиба определяемый согласно СНиП [64];

$A_{расч}$  — расчетная площадь сечения определяемая согласно СНиП;

— минимальные размеры деревянного элемента должны быть  $b > 4t; h > 2 \cdot D_{ш}$ .

Необходимо обеспечить зазор между соединяемыми элементами таким образом, чтобы сжимающее усилие смятия было бы передано через клеенные шайбы, а не через торцы элементов. Расчет прочности элемента по ослабленному сечению производить по аналогии расчет стыков растянутых элементов. В расчетах необходимо учесть количество шайб в каждом элементе не менее 2 шт.

При расчете сжатых стыков элементов деревянных конструкций следует делать расчет прочности накладок на сжатие.

В изгибаемых элементах от нагрузок, действующих поперек продольной оси, возникают изгибающие моменты  $M$  и поперечные силы  $Q$ , определяемые методами строительной механики. От изгибающего момента в сечениях элемента возникают деформации и напряжения изгиба, которые состоят из сжатия в одной части сечения и растяжения в другой, в результате элемент изгибается, сжимающее ( $N_c$ ) и растягивающее ( $N_p$ ) усилия определяются как  $N_c = N_p = M/h_0$ .

Для восприятия растягивающего усилия  $N_p$  необходимо поставить с каждой стороны стыка по  $n \geq N_p/N_{п}$  шайб. В сжатом поясе балки необходимо либо поставить контактную пластину (рис. 1.а) площадью  $A = a \cdot b \geq N_c/R_{см}$  (где  $R_{см}$  — расчетное сопротивление древесины смятию), либо такое же количество шайб как и в растянутом нижнем поясе, т. е.  $n \geq N_c/N_{п}$ .

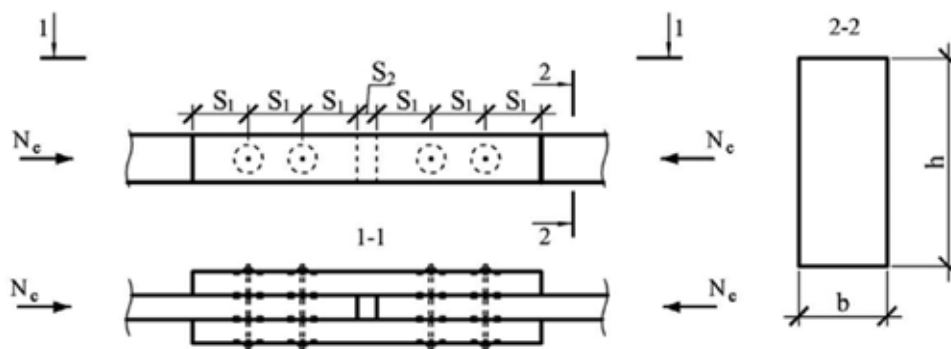


Рис. 2. Расчет сжатого элемента

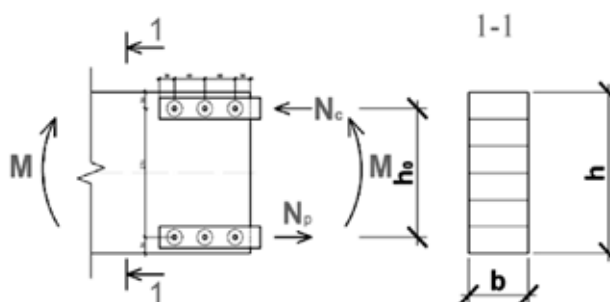


Рис. 3. Расчет изгибаемых элементов

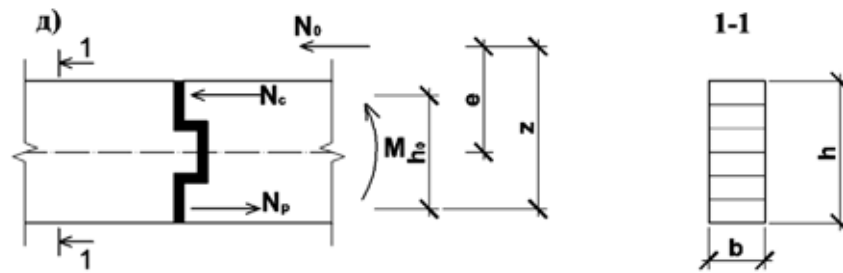


Рис. 4. Расчет сжато изгибаемых элементов

При совместном действии в стыке сжимающего усилия и изгибающего момента порядок расчета соединения аналогичен выше приведенному. Точные величины усилий, в сжатой и растянутой зонах будут определяться как

$$N_c = -N_0 - M/h; N_p = -N_0 + M/h.$$

Количество вклеенных шайб в сжатой зоне элемента будет определяться как  $n_1 > N_c / N_{ш}$ , а в растянутой зоне  $n_2 > N_p / N_{ш}$ .

Литература:

1. Арискин М. В., Гуляев Д. В., Гарькин И. Н., Агеева И. Ю. Современные тенденции развития проектирования в строительстве [Текст] // Молодой учёный (№ 10 (45) Октябрь 2012 г.) с. 31–33.
2. Арискин М. В., Гуляев Д. В., Гарькин И. Н., Агеева И. Ю.. Экономическая эффективность проектирования в комплексе Allplan по сравнению с существующими CAD-системами [Текст] // Молодой учёный. — 2013. — № 5. — С. 32–35.
3. Арискин М. В. Методика построения конечно-элементной модели [Текст] / М. В. Арискин, Е. В. Родина, Д. В. Гуляев // Молодой ученый. — 2013. — № 9. — С. 34–36.

При замене действие изгибающего момента внецентренно приложенной силой с плечом  $e = M/N_0$  (рис. 4), растягивающие  $N_p$  и сжимающие  $N_c$  усилия соответственно определяются как

$$N_p = N \frac{z - h_0}{h_0} = N \left( \frac{z}{h_0} - 1 \right); N_c = N \frac{z}{h_0},$$

где  $z = e + h_0/2$ ,  $e = M/N_0$

## Теоретическое обоснование конструктивно-технологических параметров комбинированного орудия для обработки почвы

Ашыров Сердар Чашемович, старший преподаватель  
Туркменский сельскохозяйственный университет (г. Ашхабад)

*Рассматривается метод повышения плодородия орошаемых земель аридной зоны с помощью комбинированного устройства для глубокого рыхления грунта с одновременным внутрипочвенным внесением жидких органоминеральных удобрений. Приводится схема устройства и описывается принцип его работы. Экспериментальными исследованиями установлено, что данное устройство отличается от известных аналогов совокупностью признаков, обеспечивая подготовку почвогрунта на глубину и ширину возделываемого рядковым способом растения при одновременном внесении жидких органоминеральных удобрений в слой рыхленной почвы на весь ее объем.*

*There consider the method of support of fertility of lands by means of combined device for deep loosening of ground with simultaneous intersoil introduction of liquid organomineral fertilizations. There is given a device scheme and described a principle of its work. By means of experimental researches there is established that the device differs from known analogues by the complex of signs, providing the preparation of soil on the depth and width of cultivated by row plant method at the simultaneous introduction of liquid fertilizations into layers of loosen soil on the whole of its volume.*

**Key words:** a new method of increasing fertility of irrigated land in arid zone

Ученые многих стран констатируют, что уже наступила глобальная деградация почвы — главная проблема в сельскохозяйственном производстве. За весь пе-

риод сельскохозяйственной деятельности (« 10 тыс. лет) в мире потеряно « 2 млрд. га земель, что превышает существующие площади пашни — 1,5 млрд. га. Водная и ве-

тровая эрозии являются причинами деградации 84% площадей. Повышение урожая и объемов производства во второй половине XX века достигалось за счет различных приёмов интенсификации [2].

А.Г. Бондарев: В рамках отраслевой программы «Машиностроение для АПК» в России решается неотложная проблема, направленная на устранение переуплотнения почв, вследствие воздействия на нее тяжелой энергонасыщенной техники, а также необоснованного увлечения отвальной пахотой, являющейся основой образования «подпахотной подушки» [1].

Е.В. Пугачев установил: формирование почвенной структуры осуществляется за счёт физических, механических, химических и биологических факторов. Однако при вовлечении почв в сельскохозяйственное использование ведущими являются механические и биологические [9].

Получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур возможно только при совместном использовании органических и минеральных удобрений. Использование органических удобрений способствует улучшению плодородия почв, что очень важно в районах с низким содержанием перегноя. Практика показывает, что количество гумуса в почве постепенно снижается, если применять только минеральные удобрения. Кроме того, органические удобрения способствуют закреплению в почве таких вредных веществ для живого организма, как радиоактивный стронций и тяжелые металлы. Это закрепление не дает возможности растениям поглощать указанные вредные вещества. Органические удобрения также способствуют очищению почвы от гербицидов и пестицидов. К органическим удобрениям относятся навоз, торф, озерный и канализационный ил, стебли и корневая система растений, солома, опилки и др. [6] Наиболее распространенным органическим удобрением является навоз.

Анализ отечественного и зарубежного опыта показывает, что наиболее рациональным способом использования жидкого навоза в качестве органического удобрения, является непосредственное внесение его на поля в переработанном виде, методом подпочвенного внесения. Подпочвенное внесение жидких органических удобрений оказывает существенное влияние на рост, развитие, продуктивность и качество урожая сельскохозяйственных культур, прибавка урожая озимой пшеницы составила 13,7 ц/га, при контроле 30 ц/га [10].

Целью данного исследования является разработка оптимальных параметров аэрационного дренажа и глубокорыхлителя, теоретическое и экспериментальное обоснование комплексных мелиораций для интенсивного восстановления плодородия переуплотненных деградированных почв на орошаемых землях.

Орошение как фактор устойчивости производства растениеводческой продукции в засушливых условиях ряда регионов может сопровождаться эрозионными процессами и гидроморфизмом. Это является результатом недостаточного научного обоснования режимов и технологии орошения сельскохозяйственных культур. Поэтому про-

блема совершенствования технологии орошения на основе адаптивно-ландшафтных подходов, обеспечивающих рациональное использование водных и земельных ресурсов, очень актуальна. Наибольший эффект ресурсосбережения достигается при комплексной мелиорации земель с использованием животноводческих стоков как необходимого элемента восполнения органического вещества в экологическом земледелии [7]. Почвозащитная и ресурсосберегающая направленность интенсивного земледелия как условие и исходное положение для расширенного воспроизводства плодородия почвы.

Для подкормки растений и внесения гербицидов в их прикорневую зону используется известное техническое устройство [7]. Оно предназначено для выполнения нескольких узкоспециализированных функций, но не решает задачу подготовки жидких удобрений и дифференциации их внесения, то есть его функциональные возможности ограничены. Наиболее близко к решению этой проблемы подошли создатели машины для дифференцированного внесения жидких удобрений. Она снабжена гидрорезервуаром для удобрений, компрессором, ресивером, дозатором, эжектором, системами подачи, регулирования и распределения удобрений и сжатого воздуха, штангой с рабочими органами, блоком контроля и управления. Резервуар имеет заправочную горловину, предохранительный клапан, манометр и связан через клапан, фильтр и дозатор с распределительной системой внесения удобрений. Машина предназначена для дифференцированного внесения удобрений в зависимости от сигналов навигационной системы. В этой достаточно сложной конструкции не предусмотрена возможность приготовления раствора, к тому же она оснащена дорогостоящим оборудованием. Кроме того, этот агрегат не приспособлен для глубокого рыхления тяжёлых почвогрунтов с одновременным внесением удобрений на всю глубину разрыхлённого слоя.

В связи с этим нами было создано комбинированное техническое устройство для обработки почвы и одновременного внесения жидких удобрений. Этот агрегат снабжён опорными колёсами, рамой с рабочими органами, ёмкостью для удобрений с заправочной горловиной, взаимодействующей посредством системы трубопроводов с выходными соплами. Рама выполнена в виде поперечного несущего бруса, по одну сторону которого закреплены (по ходу движения агрегата) система навески, расположенная в центре, и кронштейны для опорных колёс. Кронштейны расположены в концевых зонах бруса и закреплены в зоне опорных колёс парными кронштейнами, образующими опорные площадки для ёмкостей. По другую сторону поперечного бруса посредством параллелограмных механизмов закреплены секции с рабочими органами, содержащими долотообразные рыхлители, стойки которых снабжены форсунками с выходными соплами. Каждая из ёмкостей содержит расположенные в её заправочной горловине первичный сетчатый фильтр, дыхательный лабиринтный клапан, гидравлическую мешалку, воронкога-

ситель и струйный смеситель, установленные в днище. Системой трубопроводов с обратными клапанами ёмкости объединены в единый трубопровод. Последний связан с соплами форсунок через фильтр низкого давления, мембранный насос и регулятор-распределитель. В системе имеются трубопровод обратной подачи раствора в ёмкости и дополнительная ветка трубопроводов с трёхходовым краном. Этот кран связан с выходом мембранного насоса через первый выходной конец с гидравлической мешалкой и струйным смесителем. Через второй выходной конец он связан с трубопроводом обратной подачи раствора, причём гидравлическая мешалка включает входной патрубок, связанный с трёхходовым краном и Т-образно присоединённый к распределительной трубе, снабжённой установленными на её свободных концах под острым углом подающими соплами. Регулятор-распределитель включает редукционный клапан давления, связанный через фильтр высокого давления с входными патрубками трубопроводов для подачи раствора в форсунки долотообразных рыхлителей, и манометр. Причём, регулятор-распределитель связан через входной патрубок с мембранным насосом, через выход редукционного патрубка давления — с переливным трубопроводом обратной подачи части раствора в ёмкости, и снабжён ручками включения и регулирования давления. Фильтр высокого давления снабжён выходным патрубком для удаления отфильтрованной фракции.

Использование этого устройства решает техническую задачу повышения надёжности протекания технологического процесса, улучшения качества приготовления раствора жидких удобрений и равномерности их внесения, снижения материалоёмкости системы, расширения функциональных возможностей, повышения производительности и эффективности работы при обработке почвы, уничтожении сорняков и подкормки возделываемых культур. Все в целом позволяет создать благоприятный водный, воздушный, тепловой, световой режимы и режим питания в почвогрунте. Кроме того, уменьшается расход горючих материалов за счёт локального рыхления, ограниченного корнеобитаемым слоем в зоне рядового посева культуры (например, рядовой посев хлопчатника с междурядьем 90 см). Применение жидкого навоза в сочетании с минеральными растворёнными удобрениями активизирует биоресурсы почвогрунта. Преимуществом устройства является то, что удобрения вносятся и в основание растений, и на всю глубину корнеобитаемого слоя.

Экспериментально доказано, что в условиях тяжёлых почвогрунтов менее энергоёмко (имеет относительно минимальное сопротивление рыхлению) резание грунта двухъярусным ножом с долотообразными режущими зубьями. Причём зубья располагаются так, чтобы на верхнем и нижнем ярусах грунт резался послойно со сколом вперёд и вверх, то есть в сторону свободной поверхности. При этом происходит резание с выпором срезаемой грунтовой «стружки» в сторону с меньшим сопротивлением. После прохода такого двухъярусного рыхлителя грунт не

уплотняется, а образовавшаяся траншея в поперечном сечении представляет собой трапецеидальную, скошенную книзу форму, заполненную разрыхлённым грунтом.

Таким образом, использование данного агрегата решает техническую задачу энергосбережения топлива при подготовке тяжёлого почвогрунта к возделыванию культурного растения рядовым способом. Рыхлению подвергается не весь пахотный слой, а только траншейные ряды с профилем, соответствующим профилю корневой системы взрослого культурного растения, под которое производится подготовка почвогрунта. Пространственная подача жидких удобрений в рыхлый грунт образованной рыхлителем третьей траншеи обеспечивает полное и равномерное замачивание комьев почвы по всему её профилю. Жидкий навоз является прекрасным органическим удобрением и для его внесения вместе с растворёнными в нём минеральными удобрениями можно использовать стандартные ёмкости объёмом 4–10 м<sup>3</sup>, которые монтируются на раму прицепного шасси с навесным устройством для глубокого рыхления почвогрунта. Для перекачивания жидкого навоза используется типовой шламовый насос. Навоз вносится на глубину 0,5 м и более в разрыхлённый грунт. Производительность насоса — 250 л/мин. При этом существенно экономятся затраты на удобрения и на топливо для тракторов, вследствие чего растут доходы сельхозпроизводителя.

Положительный эффект от используемого технического устройства заключается в том, что оно обеспечивает разработку и внесение удобрений в почвогрунт в условиях его высокой прочности только на объём корневой системы возделываемого рядовым способом культурного растения, что существенно снижает расход топлива при подготовке грунта к возделыванию данной культуры по сравнению со сплошным рыхлением посевного поля. В области земледелия разработаны: ресурсосберегающие приемы основной обработки на тяжёлых почвах Туркменистана с использованием новых орудий для механической обработки почвы, позволяющие экономить 27,0 % дизельного топлива при полной ликвидации смыва почвы; эффективные ресурсосберегающие способы, обеспечивающие при сохранении высокой продуктивности хлопчатника экономию материально-технических ресурсов до 40% по сравнению с традиционным механическим. [3,4,5].

Концентрация свежего органического вещества обособленной прослойкой в нижней части пахотного слоя оказывает огромное окультуривающее действие на этот слой и подпочву: сдерживается минерализация органического вещества и потеря минеральных форм от промывания, усиливается накопление гумуса и улучшается его качественный состав, питательные вещества в глубоких слоях почвы становятся доступными для растений; увеличивается период, в течение которого можно обрабатывать почву; повышаются другие агрохимические показатели плодородия почвы; снижается кислотность, увеличивается сумма поглощенных оснований, содержание подвижного фосфора и обменного калия [5].

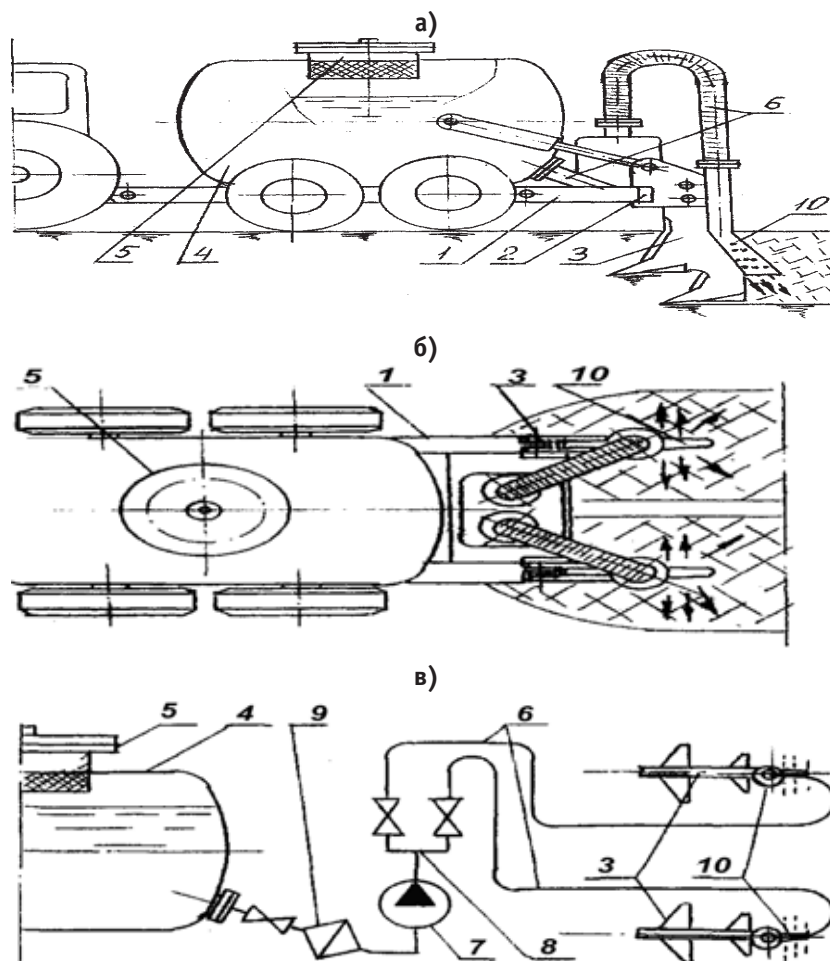


Рис. 1. Схема комбинированного устройства для глубокого рыхления грунта с одновременным внутрпочвенным внесением жидких органоминеральных удобрений (НАД-2-60М) (а — вид сбоку, б — сверху) и их подачи от ёмкости до устройства их внесения (в): 1 — прицепная колёсная рама; 2 — поперечная балка; 3 — рыхлитель грунта; 4 — ёмкость; 5 — заправочная горловина; 6 — трубопроводы; 7 — насос; 8 — система распределения жидких потоков; 9 — фильтр; 10 — устройство для внесения удобрений.

В качестве рабочей жидкости, помимо воды, может быть использована навозная жижа или раствор, содержащий личинки дождевых червей. Подача жидкости в вертикальный нож может производиться насосом, имеющим привод от тягового трактора. Следовательно, устройство позволяет осуществить строительство дренажа высокопроизводительным методом в тяжёлых грунтах аридной зоны, влажность которых обычно находится за пределами оптимальных величин. При этом уменьшается сопротивление грунта, что в последующем приведёт к снижению расхода топлива [8].

Таким образом, использование данного агрегата решает техническую задачу энергосбережения топлива при подготовке тяжёлого почвогрунта к возделыванию культурного растения рядовым способом. Рыхлению подвергается не весь пахотный слой, а только траншейные ряды с профилем, соответствующим профилю корневой системы взрослого культурного растения, под которое производится подготовка почвогрунта. Пространственная

подача жидких удобрений в рыхлый грунт образованной рыхлителем третьей траншеи обеспечивает полное и равномерное замачивание комьев почвы по всему её профилю. Жидкий навоз является прекрасным органическим удобрением и для его внесения вместе с растворёнными в нём минеральными удобрениями можно использовать стандартные ёмкости объёмом 4–10 м<sup>3</sup>, которые монтируются на раму прицепного шасси с навесным устройством для глубокого рыхления почвогрунта. Для перекачивания жидкого навоза используется типовой шламочный насос. Навоз вносится на глубину 0,5 м и более в разрыхлённый грунт. Производительность насоса — 250 л/мин. При этом существенно экономятся затраты на удобрения и на топливо для тракторов, вследствие чего растут доходы сельхозпроизводителя (рис. а, б, в).

Для повышения урожайности хлопчатника для рассматриваемой культуры определяют количество навоза в питательном растворе, вносимого подпочвенно, и устанавливают в количестве от 10 до 11 тонн на один гектар

пашни или экономия органических удобрений составляют 4–5 раза.

Почвозащитная технология, реализуемая с помощью агромелиоративных рыхлительных орудий, относительно поверхностной внесения органического вещества позволяет снижать потери в среднем 4,5 раза, накапливать фосфора — до 50%, калия — до 12%, азота — до 33%.

Локальное внесение жидких органоминеральных удобрений (ЖОМУ), его достоинства и требования:

- использование ЖОМУ в сельском хозяйстве имеет свои преимущества перед твердыми удобрениями. Во-первых, полная механизация всех погрузочно-разгрузочных работ, уменьшение затрат на производство и применение. Во-вторых, улучшаются условия труда, исключается расход тары, обеспечение равномерности внесения и дозирования. В-третьих, упрощается приготовление необходимых тукосмесей, в том числе с добавкой микроэлементов и пестицидов;

- характеризуется высоким качеством распределения питательных веществ в почве, что обусловлено использованием на машинах для осуществления этого приёма более совершенных механических, пневмомеханических или пневматических высевальных аппаратов;

- неравномерность распределения не превышает 8–10%;

- исключается свойственное разбросному способу неконтролируемое смешивание ЖОМУ с почвой. Степень смешивания определяется конструкцией рабочих органов и их настройкой;

- концентрация элементов питания хлопчатника в местах их внесения в десятки и даже сотни раз может превосходить содержание их в почве при разбросном способе;

- определённым образом влияет на формирование корневой системы хлопчатника, их питание, развитие и создание нового урожая;

- рост корней усиливается и развитие корневой системы в основном происходит в обогащённых питательными веществами зонах;

- водопотребление хлопчатника на единицу продукции снижается на 10–15%;

- усиливает способность хлопчатника противостоять засухе, значительно снижает недобор урожая, положительно влияет на отложение запасных веществ;

- в связи с повышением коэффициентов использования питательных веществ оптимальные дозы снижаются на 25–50%;

- при внесении ЖОМУ в почву, сразу виден эффект: растения и плоды становятся крупнее, листья и цветы ярче;

- жидкий навоз нельзя вносить неразбавленным виде, его следует развести в пропорции 1:10;

- повышение оптимальных доз снижает урожай хлопчатника более существенно, чем при разбросном. В связи с этим предъявляет высокие требования к качеству распределения по равномерности их высевки и устойчивости их дозирования;

- при использовании повышенных доз азотных удобрений увеличивается риск накопления нитратов. Больше 10 г азотных удобрений на квадратный метр вносить не рекомендуется;

- избыток азотных удобрений приводит к снижению жизнестойкости хлопчатника. Основные минусы быстрого роста, вызванного азотом, снижение качества урожая и устойчивости хлопчатника. Такие растения быстрее поражаются вредителями и болезнями, хуже переносят холод и засуху;

- загрузку машин можно проводить только при полной их остановке;

- подготовку ЖОМУ к внесению, а также их перевозку к полю и внесение нужно проводить без потерь;

- нельзя находиться между трактором и машиной при транспортировке и внесении ЖОМУ;

- после окончания работ по перевозке и внесению ЖОМУ цистерны, баки и рабочие органы машин должны быть промыты горячей водой или паром;

- очистку и мойку машин и инвентаря следует проводить на специально отведенных моечных площадках;

- в транспорте с ЖОМУ запрещается перевозка людей и пищевых продуктов;

- к работе с ЖОМУ допускаются лица не моложе 18 лет. Все работники перед началом трудового процесса должны пройти соответствующий инструктаж по технике безопасности. При работе с ЖОМУ все должны надеть спецодежду и предохранительные приспособления: очки, рукавицы, респираторы, комбинезоны.

Таким образом, высокое содержание элементов питания в почве в доступном для хлопчатника состоянии при локальном внесении удобрений сохраняется в течение длительного времени, обеспечивая более существенные приросты урожая в прямом действии и последствии.

Теоретически и экспериментально исследованы и разработаны оптимальные параметры аэрационного дренажа и глубокорыхлителя (НАД-2–60М). Показана возможность установки приспособления для внесения с помощью рыхлителя органоминеральных жидких удобрений. Обоснована технология нарезки аэрационного дренажа и рыхления подпахотного слоя глубокорыхлителем, которая позволяет улучшить агротехнические показатели работы орудий при наименьших энергетических затратах. Технология нарезки аэрационного дренажа разработана с учетом грунтовых условий и биологических требований к развитию корневой системы хлопчатника. Известно, что усилие резания грунта на докритической глубине на 20–25% менее чем при закритической, т.е. используя данный эффект в конструкции ножа можем снизить тяговое усилие по сравнению со сплошным ножом. Технично-экономические расчеты показали, что нарезка аэрационного дренажа позволяет снизить эксплуатационные расходы до 30%, сократить промывную и поливную норму на 20–30%, обеспечить оптимальной водно-воздушной режим почвы в аридной зоне и повышает урожайность хлопчатника до 10 ц/га.



Литература:

1. Бондарев В.А. Механико-технологические решения проблемы механизации садоводства и виноградарства Диссертация в виде научного доклада на соискание учёной степени доктора технических наук. Краснодар, 1997.
2. Борисенко И.Б. Совершенствование ресурсосберегающих и почвозащитных технологий и технических средств обработки почвы в острозасушливых условиях Нижнего Поволжья. Автореф. дис... д-ра техн. наук. Волгоград, 2006.
3. Данатаров А. Об экологической напряженности в аридной зоне. //Тезисы докладов Международной научной конференции (16–17 сентября 1993). Экологические проблемы при орошении и осушении: часть I. — Киев 1993. — с. 7–8.
4. Данатаров А., Сапаров, К.Б. Устройство аэрационного дренажа в аридной зоне. Мелиорация и водное хозяйство. Международный научный журнал №2. Москва. 1994. — с. 24–26.
5. Данатаров А., Ашыров С.Ч. Обработка почвы как фактор улучшения структурных качеств и строения пахотного и подпахотного слоев орошаемых тяжелых почв в условиях Туркменистана. Теоретичний і науково-практичний журнал. Вісник «Інженерної академії України». Випуск 3–4, Київ, 2011. с. 65–70.
6. Кормановский, Л.П. Обоснование системы технологий и машин для животноводства Текст. / Л.П. Кормановский, Н.М. Морозов, Л.М. Цой. М.: Родник, 1999. -228 с.
7. Максименко В.П. Комплексная мелиорация уплотнённых почв на орошаемых землях: Автореф. дис... д-ра с.-х. наук. М., 2011.
8. Пат. №13/J 01219. Устройство для нарезки кротовин. Автор (ы): А.Данатаров, С.Ч. Ашыров, Б.Д. Тораев, Х. Назаров, К.Мухамметмырадов, С.Р. Рустамов (ТМ), 2013.
9. Пугачев Е.В. Роль компонентов органического вещества в оптимизации физических свойств светло-серых лесных почв пахотных угодий. Дисс. канд. с. \х наук Новгород 2007 с. 145.
10. Рязанов М.В. Повышение эффективности использования жидких органических удобрений путем разработки и обоснования параметров агрегата для подпочвенного внесения. Автореф. дис... канд тех наук Белгород, 2009.

## Летательные аппараты нетрадиционных схем

Биксаев Айрат Шафкатович, лаборант;

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник;

Лоскутников Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент;

Салимова Ирина Ильинична, лаборант

Уфимский государственный авиационный технический университет, ФАМС Республики Башкортостан

В настоящее время, в практике мирового самолетостроения самой популярной является схема — с фюзеляжем, хвостовым оперением (вертикальным и горизонтальным) позади крыла и прочими элементами конструкции, ее называют классической. Данная схема с точки зрения аэродинамики и технологичности конструкции не является идеальной [2]. Для образования подъемной силы необходимо только крыло. Все остальные агрегаты планера самолета представляют собой «плату» за достижение устойчивости и управляемости, обеспечение хороших взлетно-посадочных характеристик, удобство размещения людей и грузов. Главное положительное свойство классической аэродинамической схемы заключается в том, что заднее расположение горизонтального оперения позволяет без особых трудностей обеспечить продольную статическую устойчивость на больших углах атаки самолета. Несмотря на то, что горизонтальное оперение обтекается заторможенным потоком, все-таки удается обеспечить нормальные запасы продольной статиче-

ской устойчивости, так как срыв потока в первую очередь наступает на крыле.

В то же время размещение оперения сзади крыла позволяет укоротить носовую часть фюзеляжа, что улучшает обзор и дает возможность уменьшить площадь вертикального оперения (носовая часть фюзеляжа создает дестабилизирующий путевой момент).

Однако наряду с преимуществами классической схеме свойственны следующие недостатки [2]:

— горизонтальное оперение работает в условиях скошенного и заторможенного крылом воздушного потока, поэтому истинный угол атаки оперения может стать отрицательным, а скорость обтекающего его потока будет меньше, чем у крыла;

— практически почти на всех режимах полета горизонтальное оперение создает отрицательную подъемную силу. В результате уменьшается подъемная сила всего самолета, причем потери в подъемной силе особенно велики на режимах взлета и посадки.

Рассмотрим несколько нетрадиционных схем.

#### **Аэродинамическая схема «утка»**

«Утка» — аэродинамическая схема, при которой у летательного аппарата (ЛА) органы продольного управления (оперение) расположены впереди крыла. Многие самолеты схемы «утка» можно рассматривать как самолеты с тандемными крыльями, переднее крыло которых относительно мало. В этом случае переднее горизонтальное оперение (ПГО), состоящее обычно из неподвижных (стабилизаторы) и подвижных (рули высоты) поверхностей, несет значительную часть аэродинамической нагрузки.

Схема «утка» выбирается для самолёта, который должен иметь более высокую скорость полёта по сравнению с самолётом, сконструированным по классической схеме, при условии, что мощности силовых установок этих самолётов равны. Данный эффект достигается за счёт того, что «утка» позволяет до предела снизить площадь омываемой поверхности самолёта и тем самым снизить сопротивление трения воздуха.

#### *Достоинства*

В современном понимании главным преимуществом аэродинамической схемы, «утка» считается повышение маневренности самолета, что привлекает к этой схеме создателей военной техники. Более высокие маневренные качества самолетов такой схемы оказались очень полезными в совершенствовании характеристик некоторых из созданных в последнее время ультралегких летательных аппаратов.

#### *Недостатки*

Существенным недостатком схемы «утка» является то, что летательным аппаратам этой схемы присуща продольная неустойчивость. Вместо того чтобы демпфировать движения самолета относительно поперечной оси (по тангажу), как это делает, например, оперение стрелы, воздействие воздушного потока на переднее горизонтальное оперение усиливает соответствующие возмущения. Расположенное спереди подвижное горизонтальное оперение способствует увеличению эффективной площади рассеяния самолёта.

Бесхвостка — аэродинамическая схема, согласно которой у самолёта отсутствуют отдельные плоскости горизонтального управления, а используются только плоскости, установленные на задней кромке крыла. Эти плоскости называются элеронами и комбинируют функции элеронов и рулей высоты. По конструктивным особенностям различаются бесхвостки со стреловидными и треугольными крыльями. Схема бесхвостка появилась как подражание естественным природным формам.

#### *Достоинства*

На первый взгляд, самолет схемы «бесхвостка» обладает многими преимуществами по сравнению с традиционными схемами, которые обусловлены значительным снижением массы конструкции, аэродинамического сопротивления и стоимости благодаря исключению хвостовой части фюзеляжа и аэродинамических поверхностей

оперения. Кроме этого, вследствие меньшей инерционности повышается маневренность аппарата.

В крупногабаритных конструкциях этой схемы грузы и пассажиры могут размещаться внутри крыла, располагающего значительными объемами. В большинстве построенных самолетов схемы «бесхвостка» силовая установка, экипаж и т. п. размещаются в укороченном по сравнению с обычными фюзеляже, который часто называют гондолой.

#### *Недостатки*

Неустойчивость в движении поперечной оси самолета, если положение точки приложения подъемной силы (центр аэродинамического давления) изменяется относительно положения центра масс. Устойчивость такого аппарата легко обеспечить для некоторого расчетного значения скорости, но при изменении скорости или положения центра давления обеспечение устойчивости представляется довольно сложным.

Так как традиционные органы балансировки рулевых высоты — располагаются очень близко к центру тяжести (для «бесхвосток» с прямым крылом), их эффективность значительно снижается по мере уменьшения величины плеча этих поверхностей управления. Это означает, что для создания требуемой по величине силы они должны отклоняться на больший угол. Поэтому для обеспечения балансировки самолета в горизонтальном полете требуется отклонить рули высоты, что приводит к появлению дополнительного аэродинамического сопротивления, известного под названием балансирующего.

Еще одной проблемой, с которой обычно сталкиваются проектировщики самолетов схемы «бесхвостка», является выбор места для размещения вертикального оперения и руля направления. Лишь очень немногим конструкторам удалось построить самолеты схемы «бесхвостка» без вертикального оперения; большинству все же пришлось использовать эти поверхности — зачастую существенно большей площади из-за их пониженной эффективности вследствие уменьшения плеча вертикального оперения. Некоторые конструкторы удлиняли короткие фюзеляжи этих самолетов для того, чтобы установить в хвостовой части фюзеляжа одиночный руль направления, что позволяет несколько увеличить создаваемый момент; другие устанавливали руль направления на каждую из законцовок крыла.

#### **Аэродинамическая схема «летающее крыло»**

«Летающее крыло» — по сути своей разновидность схемы «бесхвостка» с редуцированным фюзеляжем, роль которого играет крыло, несущее все агрегаты, экипаж и полезную нагрузку.

Во время второй мировой войны конструкторы различных стран рассматривали летающее крыло как идеальную схему, обещающую значительное снижение сопротивления и массы. К их числу относились Липпиш и братья Хортен в Германии, Нортроп в США и Ли в Англии.

Данная конфигурация обладает возможностями повышения качества при небольшой массе конструкции, но

летные и эксплуатационные характеристики вызывают опасения. Для пассажирского транспортного самолета схема летающее крыло плохо приемлема, но является перспективной при создании специальных летательных аппаратов, например планера, разведывательного самолета или самолета-бомбардировщика большой дальности.

#### *Достоинства*

Так как чистая схема летающее крыло не имеет фюзеляжа и горизонтального оперения, на ней могут быть получены малые коэффициенты сопротивления при нулевой подъемной силе. Поскольку аэродинамическое качество самолета обратно пропорционально корню квадратному из этой величины, теоретически возможно его улучшение на 40 % для данного относительного удлинения. Это одновременно относится и к дальности полета при том же запасе топлива, взлетной массе и крейсерской скорости. Масса пустого летающего крыла меньше главным образом в результате более благоприятного распределения массы внутри крыла, что уменьшает изгибающий момент в корневой части. Другим важным положительным качеством самолетов схемы «летающее крыло» является их малая эффективная площадь рассеивания, что является следствием отсутствия дополнительных поверхностей, такие как фюзеляж, горизонтальное или вертикальное оперения. Все это позволяет строить малозаметные машины по стелс-технологии.

#### *Недостатки*

Стреловидное крыло большого удлинения неустойчиво в продольном отношении при больших углах атаки. У летающего крыла нет возможности исправить это положение с помощью горизонтального оперения, и проблема устойчивости становится угрожающей. Следовательно, часть аэродинамического выигрыша теряется для схемы летающее крыло, и ее аэродинамическое превосходство над обычной схемой исчезает.

Низкое относительное удлинение крыла заставляет конструктора выбирать толстый профиль для размещения необходимой нагрузки. Кроме сравнения обычной схемы и летающего крыла исходя из условий одинакового относительного удлинения крыла необходимо такое же сравнение при равных объемах. При заданной плотности полезной нагрузки оптимальной будет та конструкция, у которой пространство, ограниченное контурами, используется полнее. При равных объемах обе конфигурации имеют почти одинаковую площадь омываемой потоком поверхности, и преимущество летающего крыла может быть только в несколько большем размахе и хорошо обтекаемых двигателях, что снижает сопротивление.

Другим недостатком летающего крыла является его неспособность достичь максимального коэффициента подъемной силы. Эффективные закрылки в хвостовой части крыла при отклонении создают пикирующий момент, который нечем сбалансировать. Низкое значение удельной нагрузки на крыло обязательно для схемы летающее крыло. Это делает ее чувствительной к турбу-

лентности воздуха не столько с точки зрения прочности конструкции, сколько с точки зрения нагрузки на экипаж и комфорта пассажиров.

Летающее крыло можно сделать продольно устойчивым, но его реакция на отклонение рулевых поверхностей будет сопровождаться длиннопериодическими фугоидными и короткопериодическими колебаниями, неприятными для летчика, хотя в настоящее время с этим можно бороться при помощи одной из схем искусственного повышения устойчивости.

Следует, наконец, указать, что летающее крыло не обладает гибкостью в смысле его загрузки, особенно при малой плотности полезной нагрузки. Ограничения по размещению полезной нагрузки необходимы как в продольном, так и поперечном направлениях, что нежелательно при эксплуатации транспортного самолета.

В то же время следует отметить, что аэродинамические формы современных летательных аппаратов приближаются к «летающему крылу». Достаточно сказать, что схему самолетов 4-го поколения, уже трудно назвать «классической», поскольку функции фюзеляжа в большей степени выполняет корпус, выполненный в виде крылового профиля с деформированной срединной поверхностью. В сочетании с интегральным сочленением всех частей планера и мотогондол двигателей самолеты по своей аэродинамической компоновке находятся значительно ближе к «летающему крылу», чем к «классической» схеме.

#### **Аэродинамическая схема «тандем»**

Большинство созданных в процессе развития авиационной техники самолетов с тандемными крыльями имели два крыла, которые устанавливались на противоположных концах фюзеляжа. Каждое из этих крыльев создавало, как правило, примерно половину суммарной аэродинамической силы. В истории авиации известно несколько самолетов с крыльями схемы «тандем», у которых в центральной части фюзеляжа устанавливалось третье крыло. Некоторые из этих самолетов летали, но высокие характеристики ни на одном из них достигнуты не были.

Данная схема наиболее широко применялась на этапе становления авиации и в современных легких летательных аппаратах.

#### **Аэродинамическая схема с закольцованными крыльями**

Самолет с закольцованными крыльями или так называемый «Кольцеплан» — самолет, схожий по конструктивной схеме с бипланом, но с замкнутыми сами на себя законцовками крыльев [3]. Первый проект кольцеплана был представлен еще в 1936 году студентом МАИ М. Сухановым.

#### **Конвертопланы**

Конвертопланы — это летательные аппараты, способные осуществлять вертикальные взлет и посадку (как это делают вертолеты) и длительный высокоскоростной горизонтальный полет, характерный для обычных самолетов. Так как летательные аппараты этого типа не являются в полной мере ни вертолетами, ни самолетами,

это сказывается и на их облике. Кроме того, так как летательные аппараты этого типа характеризуются двумя резко различающимися режимами полёта, при их проектировании приходится постоянно идти на компромиссные решения.

#### Летательные автомобили

Одной из интересных тенденций в развитии авиации являются попытки создания гибрида самолета и автомобиля. Существуют два основных подхода: сделать из самолета автомобиль и сделать автомобиль из самолета. В обоих случаях возникают определенные проблемы, связанные с трансформацией и избыточностью в одной из

ипостасей, но при этом это является одной из возможностей решения вопроса пробок, перенеся дороги из двухмерного пространства в трехмерное. Безусловно, это потребует решение ряда технических и организационных проблем, а так же специальной подготовки водителей, но при современном уровне компьютеризации это выглядит вполне реализуемо.

Глядя на развитие авиационных конструкций в течение более 100 лет их истории, можно заключить, что все не столь очевидно и вполне возможно, переход к воздушно-космическим летательным аппаратам изменит понятия классической компоновки.

Литература:

1. Бауэрс П. Летательные аппараты нетрадиционных схем — М.:Мир, 1991. — 320 с.
2. Соболев Д. А. Самолеты особых схем. — М.:Машиностроение, 1985. — 136 с.
3. Скоренко Тим Окольцованный самолет / Популярная механика, 2010 г. № 4, с 156—160

## Управление безопасностью сложных систем

Будылина Евгения Александровна, кандидат физико-математических наук, старший преподаватель  
Московский государственный машиностроительный университет

Гарькина Ирина Александровна, доктор технических наук, доцент;  
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор;  
Пылайкин Сергей Александрович, аспирант  
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

*Рассматривается обеспечение безопасности функционирования систем со сложной иерархической структурой (объекты хранения и уничтожения химического оружия, арсеналы и базы хранения боеприпасов, летательные аппараты, объекты ядерной энергетики и др.). В качестве иллюстрации приводятся результаты моделирования и оценки риска от деятельности объектов по уничтожению химического оружия в Пензенской области.*

**Ключевые слова:** *безопасность систем, объекты повышенной опасности, уничтожение химического оружия, распространение отравляющих веществ, методы оценки риска.*

Несмотря на то, что абсолютная безопасность объектов является не достижимой, при их проектировании возможность возникновения тяжелых аварий в ходе эксплуатации следует исключить. К основным задачам теории безопасности объектов относятся задачи разработки методов расчета на безопасность и обоснования количественных требований к безопасности. При оценке безопасности рассматриваемых объектов используются как феноменологический (детерминированный), так и вероятностный и системный подходы.

При феноменологическом (причинно-следственном) подходе дается описание отказа и аварийной ситуации как детерминированного процесса; осуществляется анализ последовательности этапов развития отказа и аварии от исходного состояния до конечного установившегося состояния; делается прогноз хода аварийного процесса методами математического моделирования.

При вероятностном подходе анализируются разветвленные цепочки событий и отказов оборудования, а также действия персонала при развитии аварийных процессов. Количественный анализ надежности и безопасности на базе вероятностно-статистических исследований делает возможным: обоснованный выбор вариантов между конкурирующими техническими решениями; оценку вклада различных факторов и систем в показатели надежности и безопасности, учет этих вкладов при выборе путей повышения безопасности систем; выделение сценариев отказов, аварий и событий, в наибольшей степени влияющих на последствия отказов и аварий; обоснование границ приемлемого риска с оценкой конкретных вариантов проектных решений объекта. Преимущества такого подхода: получение количественных значений надежности и безопасности; возможность анализа практически неограниченного числа аварийных последовательностей. Не-

достатки: высокая неопределенность исходных данных по отказам оборудования; упрощенные расчетные модели отказов и аварийных процессов ограничивают необходимую достоверность получаемых оценок риска; сложности количественной оценки параметров надежности персонала; трудности интерпретации вероятностных оценок в диапазоне  $10^{-7}$ – $10^{-8}$  и менее. Дело в том, что при нормальном распределении в соответствии с правилом трех сигм  $P(|X - a| < 3\sigma) = 2\Phi(3) = 0,9973$  вероятность того, что абсолютная величина отклонения превысит утроенное средне-квадратическое отклонение, равна 0,0027. Другими словами, лишь в 0,27 % случаев так может произойти (исходя из принципа невозможности маловероятных событий, их можно считать практически невозможными);  $10^{-7}$ – $10^{-8}$  значительно меньше 0,0027 (применение теории вероятностей при таких малых значениях вероятностей становится проблематичным). Несмотря на указанные недостатки, вероятностное направление теории надежности и безопасности все же пока остается одним из основных инструментов проектирования сложных систем.

*Системный* подход [1...4] фактически является сочетанием феноменологического и вероятностного направлений. Его преимущества: возможность выявления путей развития отказов и аварийных ситуаций с учетом закономерностей протекания процессов в оборудовании, взаимодействия отказов в подсистемах и возможных действий персонала; возможность детального рассмотрения различных цепочек развития отказов и аварийных процессов с отбрасыванием тех из них, вероятность которых признается пренебрежимо малой.

При проектировании многих объектов повышенной опасности, как правило, аналоги отсутствуют. Поэтому подавляющее большинство требований к безопасности объекта можно назначить лишь исходя из качественного анализа пределов безопасности, так как количественные требования к ним невозможно определить эволюционно по мере накопления опыта проектирования и эксплуатации [5...7]. Назначение количественных требований к безопасности позволяет наряду с экспертными методами оценок использовать известную концепцию риска от тяжелых аварий Фармера-Расмуссена. С точки зрения составления вероятностной модели риска задача обеспечения безопасности объекта, таким образом, сводится к определению значения *приемлемого* (допустимого) *риска* (с учетом медико-биологических, экономико-экологических и глобально-социальных факторов). Во многих случаях основным последствием аварий считается количество пораженного населения.

Приводимая методика оценки риска предполагает оценку индивидуального риска, а также учитывает вероятность совместной реализации факторов, приводящих к поражению населения. Так, для объектов хранения и уничтожения химического оружия в качестве основных факторов принимались направление и скорость ветра в месте нахождения объекта, количество пролитого отравляющего вещества (ОВ); ими, а также некоторыми

другими характеристиками атмосферы и определялась зона заражения. Масштабом последствий для населения от возможных аварий при уничтожении химического оружия определялся *коллективный риск*.

Применение вероятностного подхода может привести к неоправданному занижению размеров зоны поражения, что может поставить под угрозу безопасность гражданского населения, проживающего вблизи нее. Поэтому в качестве альтернативного подхода для оценки риска использовался и другой подход, предлагаемый в известном документе «Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте» (РД 52.04.253–90). При определении параметров зон заражения в соответствии с указанным документом можно существенно уменьшить риск при выбросе отравляющего вещества. Однако и указанный подход к определению зоны заражения в связи с *малой вероятностью* такой тяжелой аварии в полной мере не отвечает требованиям (полный учет возможных тяжелых аварий практически невозможен; фактически исключается возможность строительства атомных электростанций или других объектов повышенного риска).

Иногда отсутствие статистических данных не позволяет определить вероятности тяжелых аварий с требуемой точностью. Поэтому должен быть выбран такой технологический процесс, который может обеспечить принятые значения вероятностей указанных аварий. Так как уровень допустимого риска при выбросе ОВ в атмосферу фактически задается, то не исключается возможность получения и различных зон заражения (уровень допустимого риска при выбросе ОВ следует выбрать равным нулю).

Изложенное приводит к необходимости использования вероятностного подхода, позволяющего оценить коллективный риск с учетом сезонного распределения вероятностей направления и скорости ветра, заданного количества пролитого ОВ и распространения облака с учетом вероятностных характеристик метеоусловий.

Осуществлена разработка программно-алгоритмического обеспечения по оценке риска от деятельности объекта по уничтожению химического оружия (рис. 1). Программа включает в себя методику оценки риска от деятельности ОУХО по 10 параметрам (оценка количества пораженного населения, ущерб флоре и фауне, включая необходимость рекультивации земель и т. д.). При необходимости количество параметров может быть увеличено. Основное внимание, естественно, уделяется вопросам поражения населения в результате разлива ОВ. Проводится оценка вероятности количества разлитого ОВ с учетом коррозии боеприпасов, возможности их падения со стеллажей, различных видов транспортировки при заданных вероятностях террористических актов.

Приводимая реализация фактически является оболочкой вычислительного комплекса тренажера для подготовки персонала объекта по хранению и уничтожению химического оружия.



Рис. 1. Структурная схема моделирования заражения местности

При решении ряда других важных задач подтвердилась эффективность рассматриваемых подходов к обеспечению безопасности объектов повышенного риска [4...7].

#### Литература:

1. Будылина Е. А., Гарькина И. А., Данилов А. М. Моделирование с позиций управления в технических системах // Региональная архитектура и строительство. 2012. № 2. — С. 138–142.
2. Гарькина И. А., Данилов А. М. Управление в сложных технических системах: методологические принципы управления // Региональная архитектура и строительство. 2012. № 1 (12). — С. 39–43.
3. Будылина Е. А., Гарькина И. А., Данилов А. М., Махонин А. С. Основные принципы проектирования сложных технических систем в приложениях / Молодой ученый. 2013. № 5. — С. 42–45
4. Гарькина И. А., Данилов А. М., Лапшин Э. В., Юрков Н. К. Системные методологии, идентификация систем и теории управления: промышленные и аэрокосмические приложения // Известия вузов. Поволжский регион. Технические науки. 2009. № 1. — С. 3–11.
5. Andreev A.N., Danilov A.M., Klyuev B.V., Lapshin E.V., Blinov AV., Yurkov N K. Information models for designing conceptual broad-profile flight simulators / Measurement Techniques. 2000. — Vol. 43 (8). — P. 667–672.
6. Плющ А. А., Голованов О. А., Данилов А. М., Гарькина И. А. Обобщенная математическая модель управления безопасностью арсеналов и баз хранения боеприпасов // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2007. № 1. — С. 241–246.
7. Голованов О. А., Яшин Ю. Г., Данилов А. М., Курков С. М. Математическое моделирование процесса развития и исхода противотеррористической операции на базах хранения боеприпасов и средств поражения / Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. 2006. № 2. — С. 37.

## Алгоритм качественного анализа структуры и свойств материалов в области структурно-фазовых переходов

Будылина Евгения Александровна, кандидат физико-математических наук, старший преподаватель  
Московский государственный машиностроительный университет

Гарькина Ирина Александровна, доктор технических наук, доцент;

Сухов Ярослав Игоревич, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Качественные изменения в процессах формирования физико-механических свойств материалов особенно отчетливо проявляются в областях скачкообразных изменений вида линий равного уровня, которые, как правило, соответствуют структурно-фазовым переходам. Подход часто используется и в медицине: приобретаемые в процессе болезни *патологические* признаки достигают *наивысшего* развития (симптомы обычно выражаются в изменении характера и личностных *свойств*). Здесь и предлагается производить анализ формирования структуры и свойств материала в области фазовых переходов в точках распада экспериментально полученных изолиний (асимптоты).

Пока при разработке композиционных материалов используются модели, полученные для локальной области на основе методов математического планирования эксперимента [1,2], в меньшей степени — интерполяционные модели для всей заданной области изменения факторов в факторном пространстве. Однако, как правило, полученные модели не подвергаются дальнейшему анализу с целью их использования для решения задач прогнозирования, в должной мере не устанавливаются связи параметров моделей с рецептурно-технологическими параметрами (свойствами и структурой материала). Фактически проводится решение общей задачи идентификации без надлежащей параметрической идентификации. Получаемые на основе моделей изолинии используются лишь как иллюстративный материал, хотя именно изолинии характеризуют фундаментальные процессы формирования структуры и свойств материала.

Если целевая функция  $z = F(x_1, x_2)$  с требуемой точностью описывается квадратичной моделью

$$z = a_{11}x_1^2 + 2a_{12}x_1x_2 + a_{22}x_2^2 + 2a_{13}x_1 + 2a_{23}x_2 + a_0, \tag{1}$$

где хотя бы одно из чисел  $a_{11}, a_{22}, a_{12}$  отлично от нуля, то линии равного уровня  $z = z_0 = const$  будут кривыми второго порядка

$$a_{11}x_1^2 + 2a_{12}x_1x_2 + a_{22}x_2^2 + 2a_{13}x_1 + 2a_{23}x_2 + a_{33} = 0, \tag{2}$$

где  $a_{33} = a_0 - z_0$  (аналогично для границ областей равных оценок  $\Phi(S) = const$ ).

Естественно предположить, что качественным изменениям в структуре и свойствах материала соответствует изменение вида изолиний. Наиболее интересен случай, когда изолиниями являются семейства гипербол. В этом случае скачкообразное изменение структуры и свойств материала происходит в точках  $(x_1, x_2)$  факторного пространства, лежащих на паре пересекающихся прямых:

$$x_{2(1)} = k_1x_1 + b_1, \quad x_{2(2)} = k_2x_1 + b_2$$

(в остальных случаях можно воспользоваться описанием различных видов поверхностей второго порядка).

Условия такого распада кривой второго порядка:

$$x_2^2 + 2 \frac{a_{12}x_1 + a_{23}}{a_{22}} x_2 + \frac{a_{11}x_1^2 + 2a_{13}x_1 + a_{33}}{a_{22}} = 0; \quad a_{22} \neq 0. \tag{3}$$

Для центральных кривых гиперболического типа должны иметь

$$\delta = a_{11}a_{22} - a_{12}^2 < 0.$$

Центр  $O'(x_{10}, x_{20})$  определится в виде

$$x_{10} = \frac{1}{\delta}(a_{12}a_{23} - a_{22}a_{13}), \quad x_{20} = \frac{1}{\delta}(a_{13}a_{22} - a_{11}a_{23}).$$

Введя  $\tilde{x}_1 = x_1 - x_{10}$ ,  $\tilde{x}_2 = x_2 - x_{20}$  (соответствует переносу начала координат в  $O'(x_{10}, x_{20})$ ), уравнение (2) приведем к виду

$$a_{11}\tilde{x}_1^2 + 2a_{12}\tilde{x}_1\tilde{x}_2 + a_{22}\tilde{x}_2^2 + \tilde{a}_{33} = 0. \tag{4}$$

Здесь

$$\tilde{a}_{33} = a_{13}x_{10} + a_{23}x_{20} + a_{33} = \frac{\Delta}{\delta},$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{13} & a_{23} & a_{33} \end{vmatrix} \text{ — дискриминант левой части общего уравнения второй степени (2).}$$

Поворот осей  $O\tilde{x}, O\tilde{y}$  на угол  $\alpha$  приведет уравнение (4) к виду

$$a'_{11}x_1'^2 + a'_{22}x_2'^2 + \tilde{a}_{33} = 0; \tag{5}$$

( $a'_{11}a'_{22} = \delta; a'_{11} + a'_{22} = a_{11} + a_{22}$ ). То есть  $a'_{11}, a'_{22}$  есть корни характеристического уравнения

$$\lambda^2 - (a_{11} + a_{22})\lambda + \delta = 0 \tag{6}$$

квадратичной формы  $\varphi(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2) = a_{11}\tilde{x}_1^2 + 2a_{12}\tilde{x}_1\tilde{x}_2 + a_{22}\tilde{x}_2^2$ . Оно всегда имеет действительные корни в силу того, что дискриминант характеристического уравнения

$$(a_{11} + a_{22})^2 - 4(a_{11}a_{22} - a_{12}^2) = (a_{11} - a_{22})^2 + 4a_{12}^2 \geq 0.$$

Поворотом на угол  $\alpha$ , где  $tg\alpha = \frac{a_{22} - a_{11} \pm \sqrt{(a_{22} - a_{11})^2 + 4a_{12}^2}}{2a_{12}}$ ,

квадратичная форма  $\varphi(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2)$  преобразуется к виду (38) ( $a'_{11}$  и  $a'_{22}$  — корни уравнения (6)).

При  $\Delta \rightarrow 0$  ( $\tilde{a}_{33} \rightarrow 0$ ) кривая (5) вырождается в прямые

$$x_2' = \pm \sqrt{-\frac{a'_{11}}{a'_{22}}} x_1'. \tag{7}$$

Уравнение (1) есть уравнение поверхности второго порядка. В рассматриваемом случае — это гиперболический параболоид (рис.1). На рисунке  $O'(x_{10}, x_{20}, 0)$ ,  $O''(x_{10}, x_{20}, z_0)$  — седловая точка, в которой удовлетворяются условия Куна-Таккера [3];  $z_0 = z(x_{10}, x_{20})$ . В системе координат  $O''x_1''x_2''x_3''$  поверхность описывается каноническим уравнением

$$\frac{x_1''^2}{p} - \frac{x_2''^2}{q} = 2x_3'' \tag{8}$$

(плоскость  $z = 0$  пересекает параболоид (8) по линии с уравнением  $\frac{x_1''^2}{p} - \frac{x_2''^2}{q} = 0$ , состоящей из двух прямых

$\frac{x_1''}{\sqrt{p}} - \frac{x_2''}{\sqrt{q}} = 0$  и  $\frac{x_1''}{\sqrt{p}} + \frac{x_2''}{\sqrt{q}} = 0$ ; плоскость  $z = h$ ,  $h > 0$  пересекает параболоид по гиперболе с полуосями  $\sqrt{2hp}$ ,  $\sqrt{2hq}$ , монотонно возрастающими от 0 до  $+\infty$  при возрастании  $h$  от 0 до  $+\infty$ , а при  $h < 0$  — по гиперболе, но уже с полуосями  $\sqrt{-2hq}$ ,  $\sqrt{-2hp}$ , монотонно убывающими от  $+\infty$  до 0, когда  $h$  возрастает от  $-\infty$  до 0).

И вообще для поверхности второго порядка, имеющей центр в начале координат

$$Ax^2 + By^2 + Cz^2 + 2Dxy + 2Exz + 2Fyz + G = 0, \tag{9}$$

всегда можно выбрать новые координатные оси, чтобы в преобразованном уравнении остались лишь члены, содержащие квадраты координат, то есть так, чтобы преобразованное уравнение имело вид:

$$\lambda_1x''^2 + \lambda_2y''^2 + \lambda_3z''^2 + G = 0. \tag{10}$$

Задача сводится к отысканию ортогонального преобразования, связывающего  $x'', y'', z''$  и  $x, y, z$ , чтобы совокупность членов второго порядка относительно координат в левой части уравнения представилась в виде суммы квадратов.

Аналогичную картину получим в случае вещественного пространства  $n$  измерений (факторное пространство в этом случае имеет размерность  $n-1$ ).

Из приведенного естественно вытекает алгоритм качественного анализа структуры и свойств материалов в области структурно-фазовых переходов.



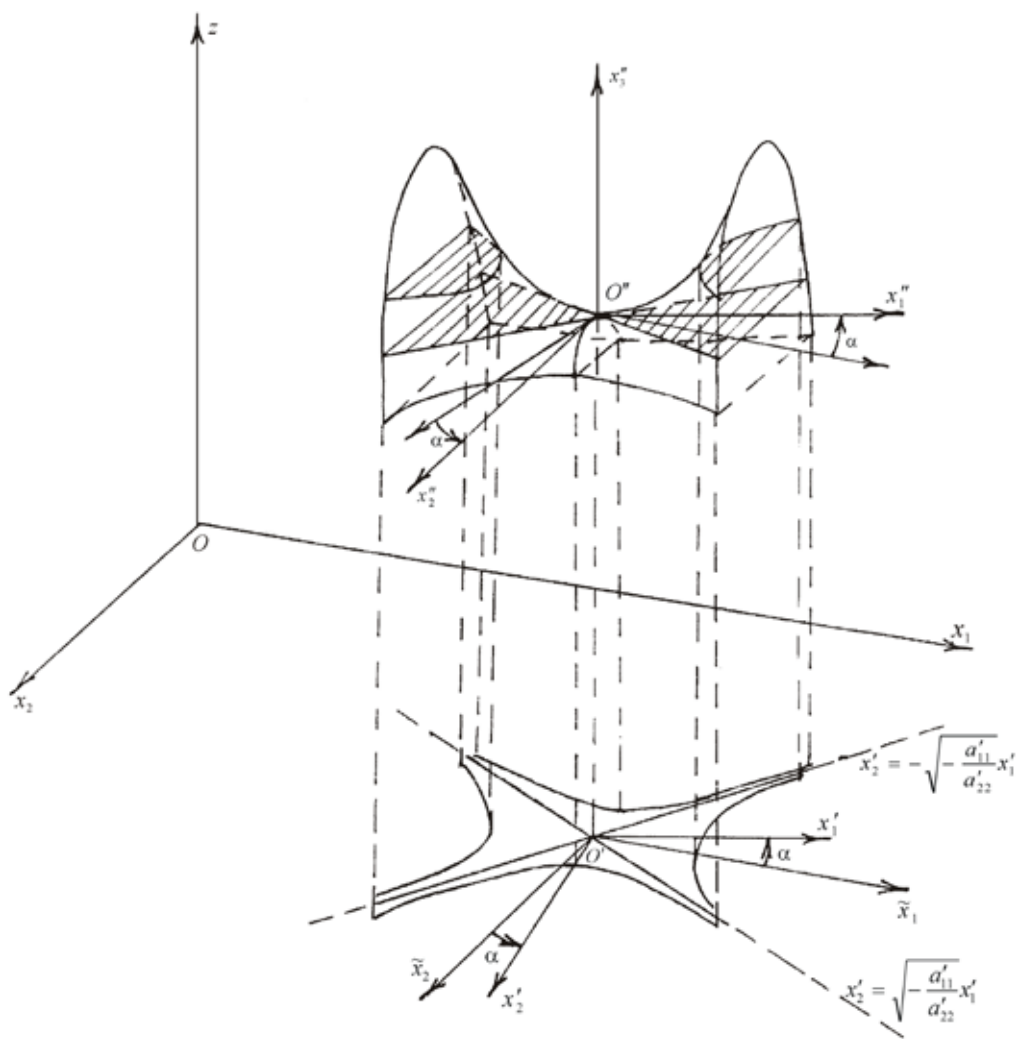


Рис. 1

В частности, если в заданной области факторного пространства определяется модель параметра оптимизации второго порядка (например, с использованием методов планирования эксперимента), то коэффициенты модели в нормированных переменных будут характеризовать влияние факторов на параметр оптимизации. При заданном  $z_0 = const$  определяются уравнения изолиний (2), центр  $O'(x_{10}, x_{20})$  и значения  $\delta, \Delta, \tilde{a}_{33} = \frac{\Delta}{\delta}$ . По известным

$\delta, a_{11}, a_{22}$  определяются  $a'_{11}, a'_{22}$ , а далее уравнения прямых  $x'_2 = \pm \sqrt{-\frac{a'_{11}}{a'_{22}}} x'_1$  (на гиперболическом параболоиде им

соответствуют прямые  $\frac{x''_1}{\sqrt{p}} - \frac{x''_2}{\sqrt{q}} = 0$  и  $\frac{x''_1}{\sqrt{p}} + \frac{x''_2}{\sqrt{q}} = 0$ , в точках которых  $z = z_0 = z(x_{10}, x_{20})$ ) и точки факторного пространства, в которых происходит скачкообразное изменение вида изолиний.

Приводимая методика использовалась при обработке экспериментальных данных по формированию структуры и свойств композиционных материалов для защиты персонала, оборудования и населения от ионизирующего излучения [1...6].

Литература:

1. Гарькина И. А., Данилов А. М., Прошин А. П., Соколова Ю. А. Планирование эксперимента. Обработка опытных данных. Под ред. проф. А. М. Данилова. — М.: Палеотип, 2005. — 272 с.
2. Баженов Ю. М., Гарькина И. А., Данилов А. М., Королев Е. В. Системный анализ в строительном материаловедении: монография — М.: МГСУ: Библиотека научных разработок и проектов. — 2012. — 432 с.

3. Данилов А. М., Гарькина И. А. Сложные системы: идентификация, синтез, управление. — Пенза: ПГУАС, 2011. — 308 с.
4. Будылина Е. А., Гарькина И. А., Данилов А. М., Пылайкин С. А. Подходы к многокритериальности сложных систем / «Молодой ученый». — № 6 (53), 2013. — с. 40–43.
5. Скачков Ю. П., Данилов А. М., Гарькина И. А. Модификация метода ПАТТЕРН к решению архитектурно-строительных задач / Региональная архитектура и строительство. № 1 (10), — 2011. — С.4–9.
6. Будылина Е. А., Гарькина И. А., Данилов А. М., Сухов Я. И. Некоторые подходы к анализу и синтезу сложных систем / «Молодой ученый». — № 10 (57), 2013. — с. 105–107.

## Органолептическая оценка полуфабрикатов мясных рубленых с растительными компонентами

Гаврилова Евгения Владимировна, студент;

Бажина Ксения Анатольевна, студент

Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова

Рацион питания современного человека характеризуется дефицитом белка, витаминов, макро- и микроэлементов. Для поддержания работоспособности организма в таких условиях важно более внимательно относиться к уровню поступления различных питательных веществ из повседневных продуктов [1, 2]. Особое значение приобретает разработка рецептур и технологий новых комбинированных полуфабрикатов.

Рост производства комбинированных продуктов во многих странах мира связан не только с экономией животного сырья, но и с рациональным использованием белкового растительного сырья. Существующая в настоящее время новая идеология в области использования белка заключается в производстве комбинированных мясопродуктов на основе мяса и растительного белкового сырья, полученного из различных источников, при условии взаимообогащения их составов, сочетания функционально-технологических свойств, повышения биологической ценности, улучшения органолептических показателей готовой продукции, снижения ее себестоимости [3].

Производство комбинированных мясопродуктов на основе мяса и растительного белкового сырья ведет к взаимообогащению их составов, сочетанию функционально-технологических свойств, повышению биологической ценности, улучшению органолептических показателей готовой продукции и снижению ее себестоимости.

В современном обществе наметилась тенденция к повышению интереса покупателей к полуфабрикатам высокой степени готовности, в группу которых входят котлеты, чему способствуют рост культуры производства и потребления. Замороженные котлеты производятся в огромном ассортименте и являются одним из самых востребованных видов мясной продукции на рынке мясной заморозки.

На российском рынке имеется большой ассортимент котлет, изготовленных по разнообразным рецептурам. Замороженные котлеты производятся из говядины, свинины, баранины в различных пропорциях; в панировке и без па-

нировки; с использованием различных видов пряностей.

Использование в технологии комбинированных мясных продуктов растительных компонентов обеспечивает высокую пищевую и биологическую ценность, способствуют повышению гибкости рецептур, устойчивому и равномерному распределению ингредиентов, минимизации потерь в процессе производства, что в конечном итоге приводит к созданию продукта стабильного качества. Внесение в мясной фарш сырья растительного происхождения можно рассматривать как один из способов получения высококачественных мясных продуктов с регулируемыми свойствами. Существует много различных видов растительного сырья, с помощью которого можно создать комбинированный продукт.

Целью данного исследования является определение органолептических показателей котлет «Московские» с заменой пшеничного хлеба на гидратированную овсяную и гречневую муку.

В соответствии с поставленной целью можно выделить следующие задачи:

— изготовить опытные образцы котлет с заменой пшеничного хлеба, предусмотренного стандартной рецептурой для котлет «Московские», на гидратированную овсяную и гречневую муку;

— определить органолептические показатели (внешний вид, вид на разрезе, запах и аромат, вкус, консистенция) опытных образцов котлет описательным методом по сравнению с контрольным образцом, изготовленным по стандартной рецептуре;

— определить консистенцию опытных образцов котлет профильным методом для более полного анализа;

Мука, используемая в данном исследовании, подобрана таким образом, чтобы содержание белка было достаточно высоким, а также чтобы в ней содержались необходимые витамины, макро- и микроэлементы (табл.1).

В результате проведенных исследований установлено следующее:

Опытные образцы котлет с овсяной мукой обладают приятным внешним видом, цветом на разрезе, и запахом существенно не отличающимися от контрольного образца. Отмечено присутствие специфического, приятного привкуса овсяной муки. Консистенция по плотности и сочности существенно не отличалась от контроля.

Опытные образцы котлет с гречневой мукой также обладают приятным внешним видом, более темным цветом, выраженным запахом и привкусом гречневой муки. Консистенция по сравнению с контролем более

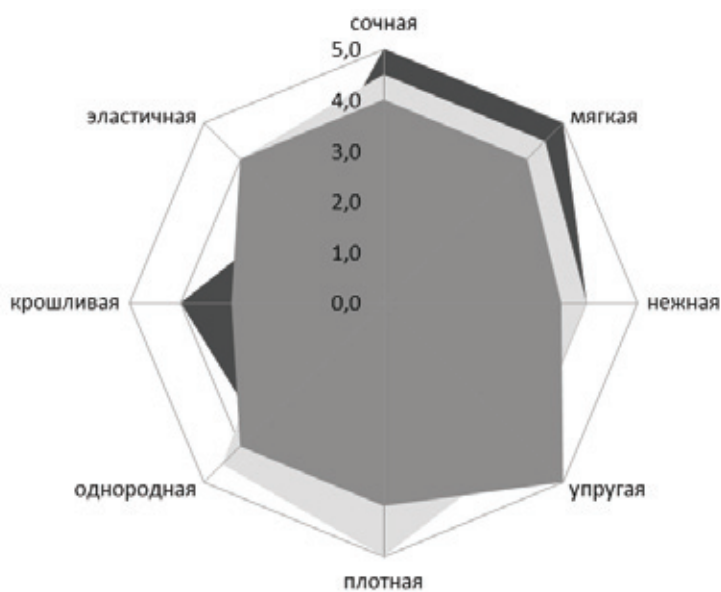
мягкая, рыхлая и сочная.

Для более полного отражения влияния введения гидратированной овсяной и гречневой муки на консистенцию продукта, как наиболее важного показателя, как с технологической точки зрения, так и для потребителя, данный показатель был исследован профильным методом [3].

Результаты исследования, представленные в виде профилограммы на рисунке 1, показывают, что лучшими характеристиками консистенции обладает образец с заменой пшеничного хлеба на овсяную муку.

Таблица 1. Пищевая ценность овсяной и гречневой муки

| Показатель         |          | Вид муки | Овсяная | Гречневая |
|--------------------|----------|----------|---------|-----------|
| Белки, г           |          |          | 13,0    | 13,6      |
| Жиры, г            |          |          | 6,8     | 1,2       |
| Углеводы, г        |          |          | 64,9    | 71,9      |
| Влага, г           |          |          | 8,6     | 9,0       |
| Зола, г            |          |          | 1,8     | 1,5       |
| Витамины, мг       | V1       |          | 1,0     | 0,4       |
|                    | V2       |          | 0,35    | 0,18      |
|                    | V6       |          | 0,1     | 0,5       |
|                    | V9       |          | 0,5     | 0,032     |
|                    | PP       |          | 32,0    | 3,1       |
|                    | E        |          | 1,5     | 0,3       |
| Макроэлементы, мг  | Кальций  |          | 56      | 42        |
|                    | Магний   |          | 110     | 48        |
|                    | Натрий   |          | 21      | 3         |
|                    | Калий    |          | 280     | 130       |
|                    | Фосфор   |          | 350     | 250       |
|                    | Сера     |          | 81      | 81        |
| Микроэлементы, мкг | Железо   |          | 3,6     | 4000      |
|                    | Цинк     |          | 1,09    | 1090      |
|                    | Медь     |          | 370     | 370       |
|                    | Марганец |          | 457     | 760       |
|                    | Фтор     |          | 78      | 90        |
|                    | Молибден |          | 11      | 13        |
|                    | кобальт  |          | 2,1     | 2,1       |



■ опытный образец с гречневой мукой ■ опытный образец с овсяной мукой ■ контроль

Рис. 1. Профиль консистенции опытных образцов

Полученные результаты органолептического анализа показывают перспективность замены в полуфабрикатах рубленых пшеничной муки и панировочных сухарей, ис-

пользуемых в качестве добавок, повышающих вязкость и пластичность фарша, на овсяную и гречневую муку, которые обладают более высокой пищевой ценностью.

Литература:

1. Наумова Н. Л. О целесообразности обогащения кондитерских изделий микронутриентами/ Н. Л. Наумова, М. Б. Ребезов, Н. Н. Максимюк, О. В. Зинина, Р. В. Залилов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. — 2011. — № 4 (9). — с. 66–70.
2. Наумова Н. Л. Микроэлементный статус челябинцев как обоснование развития производства обогащенных продуктов питания/ Н. Л. Наумова, М. Б. Ребезов// Фундаментальные исследования. — 2012. — № 4–1. — с. 196–200.
3. Зинина О. В. Полуфабрикаты мясные рубленые с ферментированным сырьем/ О. В. Зинина, М. Б. Ребезов, С. А. Жакслыкова, А. А. Солнцева, А. М. Чернева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. — 2012. — № 3 (14). — с. 19–26.

## Новый метод повышения плодородия орошаемых земель

Данатаров Агахан, кандидат технических наук, докторант

*Рассматривается метод повышения плодородия орошаемых земель аридной зоны с помощью комбинированного устройства для глубокого рыхления грунта с одновременным внутривпочвенным внесением жидких органоминеральных удобрений. Приводится схема устройства и описывается принцип его работы. Экспериментальными исследованиями установлено, что данное устройство отличается от известных аналогов совокупностью признаков, обеспечивая подготовку почвогрунта на глубину и ширину возделываемого рядковым способом растения при одновременном внесении жидких органоминеральных удобрений в слои рыхленной почвы на весь ее объем.*

**Ключевые слова:** орошение земель, почва, аридная зона, методы повышения плодородия, рыхление грунта.

Agahan Danatarov, The Turkmen University of Agriculture Ashgabat city

## A New Method of Increasing Fertility of Irrigated Land

*There consider the method of support of fertility of lands by means of combined device for deep loosening of ground with simultaneous intersoil introduction of liquid organomineral fertilizations. There is given a device scheme and described a principle of its work. By means of experimental researches there is established that the device differs from known analogues by the complex of signs, providing the preparation of soil on the depth and width of cultivated by row plant method at the simultaneous introduction of liquid fertilizations into layers of loosen soil on the whole of its volume.*

**Key words:** a new method of increasing fertility of irrigated land in arid zone

**А.** Г. Бондарев: В рамках отраслевой программы «Машиностроение для АПК» в России решается неотложная проблема, направленная на устранение переуплотнения почв, вследствие воздействия на нее тяжелой энергонасыщенной техники, а также необоснованного увлечения отвальной пахотой, являющейся основой образования «подпахотной подушки» [1].

Е.В. Пугачев установил: формирование почвенной структуры осуществляется за счёт физических, механических, химических и биологических факторов. Однако при вовлечении почв в сельскохозяйственное использование

ведущими являются механические и биологические [8].

Ученые многих стран констатируют, что уже наступила глобальная деградация почвы — главнейшая проблема в сельскохозяйственном производстве. За весь период сельскохозяйственной деятельности (« 10 тыс. лет) в мире потеряно « 2 млрд. га земель, что превышает существующие площади пашни — 1,5 млрд. га. Водная и ветровая эрозии являются причинами деградации 84 % площадей. Повышение урожаев и объемов производства во второй половине XX века достигалось за счет различных приёмов интенсификации [2].

Анализ отечественного и зарубежного опыта показывает, что наиболее рациональным способом использования жидкого навоза в качестве органического удобрения, является непосредственное внесение его на поля в переработанном виде, методом подпочвенного внесения. Подпочвенное внесение жидких органических удобрений оказывает существенное влияние на рост, развитие, продуктивность и качество урожая сельскохозяйственных культур, прибавка урожая озимой пшеницы составила 13,7 ц/га, при контроле 30 ц/га [9].

Целью данного исследования является разработка оптимальных параметров аэрационного дренажа и глубокорыхлителя, теоретическое и экспериментальное обоснование комплексных мелиораций для интенсивного восстановления плодородия переуплотненных деградированных почв на орошаемых землях.

Орошение как фактор устойчивости производства растениеводческой продукции в засушливых условиях ряда регионов может сопровождаться эрозионными процессами и гидроморфизмом. Это является результатом недостаточного научного обоснования режимов и технологии орошения сельскохозяйственных культур. Поэтому проблема совершенствования технологии орошения на основе адаптивно-ландшафтных подходов, обеспечивающих рациональное использование водных и земельных ресурсов, очень актуальна. Наибольший эффект ресурсосбережения достигается при комплексной мелиорации земель с использованием животноводческих стоков как необходимого элемента восполнения органического вещества в экологическом земледелии [6]. Почвозащитная и ресурсосберегающая направленность интенсивного земледелия как условие и исходное положение для расширенного воспроизводства плодородия почвы.

Для подкормки растений и внесения гербицидов в их прикорневую зону используется известное техническое устройство [6]. Оно предназначено для выполнения нескольких узкоспециализированных функций, но не решает задачу подготовки жидких удобрений и дифференциации их внесения, то есть его функциональные возможности ограничены. Наиболее близко к решению этой проблемы подошли создатели машины для дифференцированного внесения жидких удобрений. Она снабжена гидрорезервуаром для удобрений, компрессором, ресивером, дозатором, эжектором, системами подачи, регулирования и распределения удобрений и сжатого воздуха, штангой с рабочими органами, блоком контроля и управления. Резервуар имеет заправочную горловину, предохранительный клапан, манометр и связан через клапан, фильтр и дозатор с распределительной системой внесения удобрений. Машина предназначена для дифференцированного внесения удобрений в зависимости от сигналов навигационной системы. В этой достаточно сложной конструкции не предусмотрена возможность приготовления раствора, к тому же она оснащена дорогостоящим оборудованием. Кроме того, этот агрегат не приспособлен для глубокого рыхления тяжёлых почвогрунтов с одно-

временным внесением удобрений на всю глубину разрыхлённого слоя.

В связи с этим нами было создано комбинированное техническое устройство для обработки почвы и одновременного внесения жидких удобрений. Этот агрегат снабжён опорными колёсами, рамой с рабочими органами, ёмкостью для удобрений с заправочной горловиной, взаимодействующей посредством системы трубопроводов с выходными соплами. Рама выполнена в виде поперечного несущего бруса, по одну сторону которого закреплены (по ходу движения агрегата) система навески, расположенная в центре, и кронштейны для опорных колёс. Кронштейны расположены в концевых зонах бруса и закреплены в зоне опорных колёс парными кронштейнами, образующими опорные площадки для ёмкостей. По другую сторону поперечного бруса посредством параллелограммных механизмов закреплены секции с рабочими органами, содержащими долотообразные рыхлители, стойки которых снабжены форсунками с выходными соплами. Каждая из ёмкостей содержит расположенные в её заправочной горловине первичный сетчатый фильтр, дыхательный лабиринтный клапан, гидравлическую мешалку, воронкогазитель и струйный смеситель, установленные в днище. Системой трубопроводов с обратными клапанами ёмкости объединены в единый трубопровод. Последний связан с соплами форсунок через фильтр низкого давления, мембранный насос и регулятор-распределитель. В системе имеются трубопровод обратной подачи раствора в ёмкости и дополнительная ветка трубопроводов с трёхходовым краном. Этот кран связан с выходом мембранного насоса через первый выходной конец с гидравлической мешалкой и струйным смесителем. Через второй выходной конец он связан с трубопроводом обратной подачи раствора, причём гидравлическая мешалка включает входной патрубок, связанный с трёхходовым краном и Т-образно присоединённый к распределительной трубе, снабжённой установленными на её свободных концах под острым углом подающими соплами. Регулятор-распределитель включает редукционный клапан давления, связанный через фильтр высокого давления с входными патрубками трубопроводов для подачи раствора в форсунки долотообразных рыхлителей, и манометр. Причём, регулятор-распределитель связан через входной патрубок с мембранным насосом, через выход редукционного патрубка давления — с переливным трубопроводом обратной подачи части раствора в ёмкости, и снабжён ручками включения и регулирования давления. Фильтр высокого давления снабжён выходным патрубком для удаления отфильтрованной фракции.

Использование этого устройства решает техническую задачу повышения надёжности протекания технологического процесса, улучшения качества приготовления раствора жидких удобрений и равномерности их внесения, снижения материалоемкости системы, расширения функциональных возможностей, повышения производительности и эффективности работы при обработке

почвы, уничтожении сорняков и подкормки возделываемых культур.

Использование этого комбинированного устройства позволит создать благоприятный водный, воздушный, тепловой, световой режимы и режим питания в почвогрунте. Кроме того, уменьшается расход горючих материалов за счёт локального рыхления, ограниченного корнеобитаемым слоем в зоне рядового посева культуры (например, рядовой посев хлопчатника с междурядьем 90 см). Использование жидкого навоза в сочетании с минеральными растворёнными удобрениями активизирует биоресурсы почвогрунта. Преимуществом устройства является то, что удобрения вносятся и в основание растений, и на всю глубину корнеобитаемого слоя.

Экспериментально доказано, что в условиях тяжёлых почвогрунтов менее энергоёмко (имеет относительно минимальное сопротивление рыхлению) резание грунта двухъярусным ножом с долотообразными режущими зубьями. Причём зубья располагаются так, чтобы на верхнем и нижнем ярусах грунт резался послойно со сколом вперёд и вверх, то есть в сторону свободной поверхности. При этом происходит резание с выпором срезаемой грунтовой «стружки» в сторону с меньшим сопротивлением. После прохода такого двухъярусного рыхлителя грунт не уплотняется, а образовавшаяся траншея в поперечном сечении представляет собой трапецеидальную, скошенную книзу форму, заполненную разрыхлённым грунтом.

Таким образом, использование данного агрегата решает техническую задачу энергосбережения топлива при подготовке тяжёлого почвогрунта к возделыванию культурного растения рядовым способом. Рыхлению подвергается не весь пахотный слой, а только траншейные ряды с профилем, соответствующим профилю корневой системы взрослого культурного растения, под которое производится подготовка почвогрунта. Пространственная подача жидких удобрений в рыхлый грунт образованной рыхлителем третьей траншеи обеспечивает полное и равномерное замачивание комьев почвы по всему её профилю. Жидкий навоз является прекрасным органическим удобрением и для его внесения вместе с растворёнными в нём минеральными удобрениями можно использовать стандартные ёмкости объёмом 4–10 м<sup>3</sup>, которые монтируются на раму прицепного шасси с навесным устройством для глубокого рыхления почвогрунта. Для перекачивания жидкого навоза используется типовой шламовый насос. Навоз вносится на глубину 0,5 м и более в разрыхлённый грунт. Производительность насоса — 250 л/мин. При этом существенно экономятся затраты на удобрения и на топливо для тракторов, вследствие чего растут доходы сельхозпроизводителя.

Положительный эффект от используемого технического устройства заключается в том, что оно обеспечивает разработку и внесение удобрений в почвогрунт в условиях его высокой прочности только на объём корневой системы возделываемого рядовым способом культурного растения, что существенно снижает расход то-

плива при подготовке грунта к возделыванию данной культуры по сравнению со сплошным рыхлением посевного поля. В области земледелия разработаны: ресурсосберегающие приемы основной обработки на тяжелых почвах Туркменистана с использованием новых орудий для механической обработки почвы, позволяющие экономить 27,0 % дизельного топлива при полной ликвидации смыва почвы; эффективные ресурсосберегающие способы, обеспечивающие при сохранении высокой продуктивности хлопчатника экономию материально-технических ресурсов до 40% по сравнению с традиционным механическим. [3,4,5].

В качестве рабочей жидкости, помимо воды, может быть использована навозная жижа или раствор, содержащий личинки дождевых червей. Подача жидкости в вертикальный нож может производиться насосом, имеющим привод от тягового трактора. Следовательно, устройство позволяет осуществить строительство дренажа высокопроизводительным методом в тяжёлых грунтах аридной зоны, влажность которых обычно находится за пределами оптимальных величин. При этом уменьшается сопротивление грунта, что в последующем приведёт к снижению расхода топлива [7].

Концентрация свежего органического вещества обогащенной прослойкой в нижней части пахотного слоя оказывает огромное окультуривающее действие на этот слой и подпочву: сдерживается минерализация органического вещества и потеря минеральных форм от промывания, усиливается накопление гумуса и улучшается его качественный состав, питательные вещества в глубоких слоях почвы становятся доступными для растений; увеличивается период, в течение которого можно обрабатывать почву; повышаются другие агрохимические показатели плодородия почвы; снижается кислотность, увеличивается сумма поглощенных оснований, содержание подвижного фосфора и обменного калия.

Таким образом, использование данного агрегата решает техническую задачу энергосбережения топлива при подготовке тяжёлого почвогрунта к возделыванию культурного растения рядовым способом. Рыхлению подвергается не весь пахотный слой, а только траншейные ряды с профилем, соответствующим профилю корневой системы взрослого культурного растения, под которое производится подготовка почвогрунта. Пространственная подача жидких удобрений в рыхлый грунт образованной рыхлителем третьей траншеи обеспечивает полное и равномерное замачивание комьев почвы по всему её профилю. Жидкий навоз является прекрасным органическим удобрением и для его внесения вместе с растворёнными в нём минеральными удобрениями можно использовать стандартные ёмкости объёмом 4–10 м<sup>3</sup>, которые монтируются на раму прицепного шасси с навесным устройством для глубокого рыхления почвогрунта. Для перекачивания жидкого навоза используется типовой шламовый насос. Навоз вносится на глубину 0,5 м и более в разрыхлённый грунт. Производительность насоса — 250 л/мин.

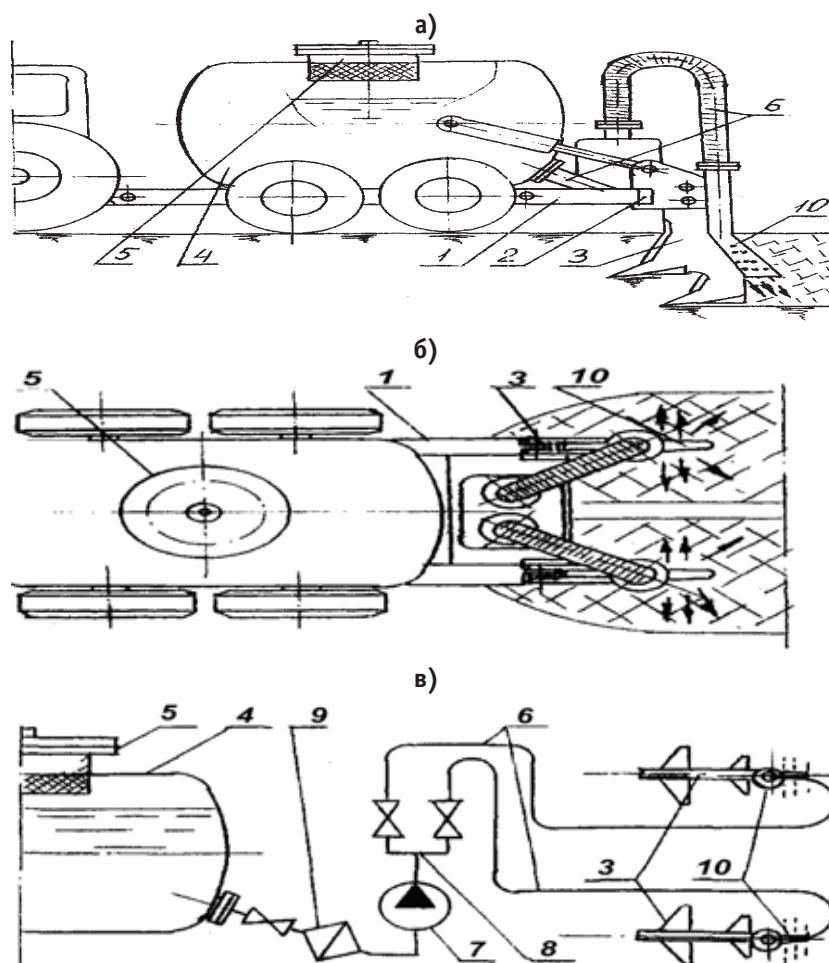


Рис. 1. Схема комбинированного устройства для глубокого рыхления грунта с одновременным внутривпочвенным внесением жидких органоминеральных удобрений (НАД-2-60М) (а — вид сбоку, б — сверху) и их подачи от ёмкости до устройства их внесения (в): 1 — прицепная колёсная рама; 2 — поперечная балка; 3 — рыхлитель грунта; 4 — ёмкость; 5 — заправочная горловина; 6 — трубопроводы; 7 — насос; 8 — система распределения жидких потоков; 9 — фильтр; 10 — устройство для внесения удобрений.

При этом существенно экономятся затраты на удобрения и на топливо для тракторов, вследствие чего растут доходы сельхозпроизводителя (рис. а,б,в).

Для повышения урожайности хлопчатника для рассматриваемой культуры определяют количество навоза в питательном растворе, вносимого подпочвенно, и устанавливают в количестве от 10 до 11 тонн на один гектар пашни или экономия органических удобрений составляют 4–5 раза.

Почвозащитная технология, реализуемая с помощью агромелиоративных рыхлительных орудий, относительно поверхностной внесения органического вещества позволяет снижать потери в среднем 4,5 раза, накапливать фосфора — до 50%, калия — до 12%, азота — до 33%.

Теоретически и экспериментально исследованы и разработаны оптимальные параметры аэрационного дренажа и глубокорыхлителя (НАД-2-60М). Показана возможность установки приспособления для внесения с помощью

рыхлителя органоминеральных жидких удобрений. Основана технология нарезки аэрационного дренажа и рыхления подпахотного слоя глубокорыхлителем, которая позволяет улучшить агротехнические показатели работы орудий при наименьших энергетических затратах. Технология нарезки аэрационного дренажа разработана с учетом грунтовых условий и биологических требований к развитию корневой системы хлопчатника. Известно, что усилие резания грунта на докритической глубине на 20–25% менее чем при закритической, т.е. используя данный эффект в конструкции ножа можем снизить тяговое усилие по сравнению со сплошным ножом. Технично-экономические расчеты показали, что нарезка аэрационного дренажа позволяет снизить эксплуатационные расходы до 30%, сократить промывную и поливную норму на 20–30%, обеспечить оптимальной водно-воздушной режим почвы в аридной зоне и повышает урожайность хлопчатника до 10 ц/га.

## Литература:

1. Бондарев В.А. Механико-технологические решения проблемы механизации садоводства и виноградарства Диссертация в виде научного доклада на соискание учёной степени доктора технических наук. Краснодар, 1997.
2. Борисенко И.Б. Совершенствование ресурсосберегающих и почвозащитных технологий и технических средств обработки почвы в острозасушливых условиях Нижнего Поволжья. Автореф. дис... д-ра техн. наук. Волгоград, 2006.
3. Данатаров А. Об экологической напряженности в аридной зоне. //Тезисы докладов Международной научной конференции (16–17 сентября 1993). Экологические проблемы при орошении и осушении: часть I. — Киев 1993. — с. 7–8.
4. Данатаров А., Сапаров, К.Б. Устройство аэрационного дренажа в аридной зоне. Мелиорация и водное хозяйство. Международный научный журнал №2. Москва. 1994. — с. 24–26.
5. Данатаров А., Ашыров С.Ч. Обработка почвы как фактор улучшения структурных качеств и строения пахотного и подпахотного слоев орошаемых тяжелых почв в условиях Туркменистана. Теоретичний і науково-практичний журнал. Вісник «Інженерної академії Україні». Випуск 3–4, Київ, 2011. с. 65–70.
6. Максименко В.П. Комплексная мелиорация уплотнённых почв на орошаемых землях: Автореф. дис... д-ра с.-х. наук. М., 2011.
7. Пат. №13/J 01219. Устройство для нарезки кротовин. Автор (ы): А.Данатаров, С.Ч. Ашыров, Б.Д. Тораев, Х. Назаров, К.Мухамметмырадов, С.Р. Рустамов (ТМ), 2013.
8. Пугачев Е.В. Роль компонентов органического вещества в оптимизации физических свойств светло-серых лесных почв пахотных угодий. Дисс. канд. с.-х наук Новгород 2007 с. 145.
9. Рязанов М.В. Повышение эффективности использования жидких органических удобрений путем разработки и обоснования параметров агрегата для подпочвенного внесения. Автореф. дис... канд тех наук Белгород, 2009.

## Исследование влияния качества цементованного слоя на эксплуатационные характеристики зубчатых колес

Динь Дык Лок, аспирант;  
Мамонтов Виктор Андреевич, кандидат технических наук  
Астраханский государственный технический университет

*В данной работе проведено исследование влияния физических свойств цементованного слоя на прочность зубчатых колес. Основными параметрами, определяющими физические свойства слоя, являются модуль нормальной упругости, модуль сдвига, плотность и коэффициент Пуассона. Результаты исследования позволяют оценить их влияние на эксплуатационные характеристики зубчатых колес.*

**Ключевые слова:** цементованный слой, модуль упругости, модуль сдвига, коэффициент Пуассона, плотность.

*In this case research the influence of the physical properties of the cemented layer on the strength of gear-wheels. The main parameters determining the physical properties of the layer are normal elastic modulus, shear modulus, density and Poisson's ratio. The results of the research allow to assess their impact on the operational characteristics of gear-wheels.*

**Keywords:** cemented layer, elastic modulus, shear modulus, Poisson's ratio, density.

Одним из наиболее ответственных деталей судовой энергетической установки является зубчатые колеса. Поэтому к ним предъявляются высокие требования по прочности, износостойкости и надежности в целом. С этой целью зубчатые колеса подвергаются поверхностному упрочнению. Выбор метода упрочнения зависит от материала детали и требуемой эксплуатационной характеристики детали. Зубчатые колеса, изготовленные из среднелегированных сталей типа 12ХНЗА, 12Х2Н4А, 20ХНЗА и подобных марок, подвергаются цементации. В результате цементации образуется цементованный (диффузионный) слой, отличающийся от сердцевины по химическому составу, структуре и свойствам.



Качество диффузионного слоя оказывает большое влияние на прочность детали. Влияние глубины слоя, распределения углерода, твердости и остаточных напряжений по слою на прочность деталей исследовано достаточно во многих работах Серенсена С. В., Когаева В.П., Сагарадзе В. С. и других авторов. Но при этом отсутствуют в литературе результаты исследования влияния физических свойств цементованного слоя на прочность детали. Поэтому в данной работе проведен анализ влияния физических свойств цементованного слоя на прочность зубчатых колес. Основными параметрами, определяющими физические свойства слоя, являются модуль нормальной упругости  $E$ , модуль сдвига  $G$ , плотность  $\rho$  и коэффициент Пуассона  $\mu$ .

Объектом исследования является зубчатое колесо модулем 6мм, изготовленное из среднелегированной стали 12ХНЗА. Зубчатое колесо подвергается цементации на глубину 1,2 мм и последующей объемной закалке и низкому отпуску.

Для определения модуля Юнга в цементованных слоях использован метод ударного вдавливания сферического индентора. Предложенный метод основан на частном решении задачи Герца о динамическом контакте сферы и пластины в предположении отсутствия пластической деформации и релаксационных процессов в зоне соударения. По данному методу существует взаимосвязь между продолжительностью контакта индентора и пластины с геометрическими и кинетическими характеристиками соударяющихся тел.

Эта взаимосвязь выражается по формуле (1):

$$t_k = \left[ \frac{32}{\sqrt{\pi v_u} * \left( \frac{3}{2m_u} + \frac{6}{m} \right)} \right]^{\frac{2}{5}} * \left[ \frac{9}{16R_u} * \left[ \frac{1-\mu_u^2}{E_u} + \frac{1-\mu^2}{E} \right]^2 \right]^{\frac{1}{5}}, \quad (1)$$

где:  $v_u$  – скорость индентора в момент удара;

$m_u, m$  — массы соответственно индентора и образца;

$R_u$  – радиус индентора;

$\mu_u, \mu$  — коэффициенты Пуассона соответственно для индентора и образца;

$E_u, E$  — модули упругости материала соответственно индентора и образца.

Учитывая, что коэффициенты Пуассона для стали различных марок незначительно отличаются друг от друга, а масса индентора существенно меньше массы образца, формула (1) после сокращения имеет следующий вид:

$$t_k = \left[ \frac{256m_u}{\pi R_u v_u} * \left[ (1-\mu^2) * \left( \frac{1}{E_u} + \frac{1}{E} \right) \right]^2 \right]^{\frac{1}{5}}, \quad (2)$$

Отсюда следует, что:

$$E = \frac{1-\mu^2}{\frac{\sqrt{\pi}}{16\sqrt{2}} * t^{\frac{5}{2}} * \frac{\sqrt{R_u v_u}}{m_u} - \frac{1-\mu^2}{E_u}}, \quad (3)$$

В формуле (3) известны характеристики индентора ( $m_u, E_u, R_u$ ), а скорость в момент соударения  $v_u$  и время упругого взаимодействия  $t_k$  определены экспериментально. Значение модуля упругости  $E$  цементованного слоя определяется по формуле (3), которое равно  $180 * 10^9$  Па (модуль упругости  $E$  стали 12ХНЗА —  $204 * 10^9$  Па [1]).

Модуль сдвига  $G$  определяется через  $E$  по формуле сопротивления материалов:

$$G = \frac{E}{2 * (1 + \mu)}, \quad (4)$$

где  $\mu$  — коэффициент Пуассона цементованного слоя.

В процессе цементации происходит диффузия углерода в глубь детали, в результате которого увеличивается содержание углерода в поверхностном слое до 1 % и приводит к снижению плотности материала. Так как снижение плотности цементованного слоя незначительное, то в расчетах на прочность зубчатых колес можно пренебречь ее влиянием. Коэффициент Пуассона цементованного слоя и сердцевины детали один и тот же, и равен 0,28.

При работе на зуб действует сила, направленная под углом  $20^0$  к поверхности, перпендикулярной к оси зуба. Изгибные рабочие напряжения определены методом конечных элементов по программе FEMAP.

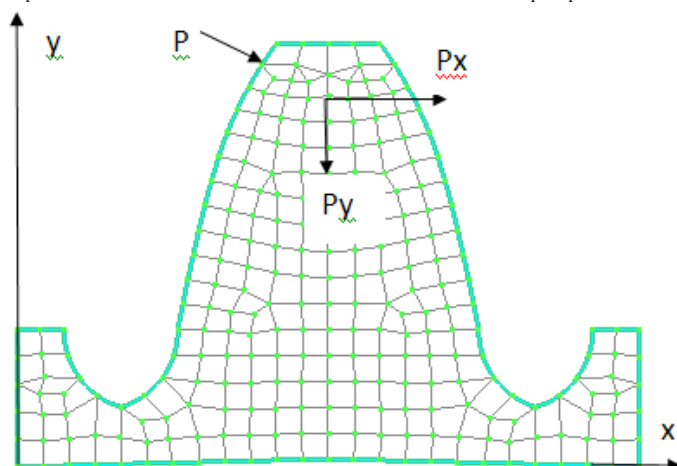


Рис. 1. Схема расчета изгибных рабочих напряжений в корне зуба

В результате расчета определены значения изгибных рабочих напряжений с учетом и без учета влияния физических свойства цементованного слоя соответственно равные 487МПа и 518МПа.

Таким образом, данные расчета показывают, что учет физических свойств цементованного слоя материала позволяет увеличить рабочие изгибные рабочие нагрузки на зуб примерно на 5–6 %.

По данным исследования можно сделать вывод о том, что физические свойства цементованного слоя способствуют увеличению рабочих нагрузок и в конечном итоге надежности зубчатых колес в эксплуатации.

Литература:

1. Зубченко А. С. Марочник сталей и сплавов. — М.: Машиностроение, 2003 г. — 784 с.

## Порядок проведения добровольной сертификации продукции в ЦРО — ДУМ РТ

Доронина Анна Сергеевна, студент;

Амерханов Ильдар Минасхатъевич, аспирант;

Альхамова Гузель Кирамовна, кандидат технических наук, старший преподаватель;

Губер Наталья Борисовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет (г. Челябинск)

Асенова Бахыткуль Кажкеновна, кандидат технических наук, профессор

Государственный университет имени Шакарима (г. Семей, Казахстан)

В нашей стране и за рубежом в последнее время стало значительно больше уделяться вниманию проблемам качества и безопасности продовольственного сырья и продуктов питания [1–4]. Разрабатываются новые регламентирующие требования.

Разрабатываются новые подходы к управлению качества производства пищевых продуктов, совершенствуются методы оценки. Исследования на безопасность продуктов питания является одним из важнейших критериев при проведении оценки соответствия (сертификации) [5–8]. Показатели безопасности являются основными критериями обращения на рынке стран Таможенного союза (России, Казахстана, Беларуси). За последние годы нами

проведено значительное количество исследований потребительских предпочтений [9–12]. В социологических опросах активно принимают участие студенты.

По результатам исследований было выявлено, что в настоящее время увеличился выпуск продуктов питания, функционального и специализированного назначения, с учетом религиозных требований [11–18]. При разработке инновационных продуктов питания необходимо учитывать эти тенденции. Сохраняя традиционные требования к качеству, применяя более совершенные технологические решения, разумно используя новейшие подходы в области пищевой биотехнологии, нами разрабатываются продукты питания (с учетом вышеизложенного) [18–21].

В соответствии с российским законодательством в области подтверждения соответствия — «Халяль» относится к добровольной сертификации и проводится по добровольному заявлению предприятия производителя. В 2005 году при Централизованной религиозной организации — Духовное управление мусульман Республики Татарстан (ЦРО-ДУМ РТ) был создан Комитет по стандарту «Халяль».

Порядок проведения добровольной сертификации продукции и услуг осуществляется согласно «Системе добровольной сертификации продукции и услуг на соответствие Канонам Ислама — система Халяль (HALAL).

Целями создания системы Халяль являются:

- содействие верующим мусульманам осознанному выбору сертифицированных услуг и продукции Халяль, соответствующих канонам ислама;

- обеспечение уверенности потребителей к продукции в соблюдении канонов ислама при транспортировании и реализации продукции; создание верующим мусульманам условий для соблюдения мусульманских требований при использовании услуг;

- подтверждение третьей независимой стороной соответствия пищевых продуктов и услуг канонам ислама;

- установление единых требований к оказанию услуг и выработке продукции Халяль и доведению информации до потребителей; повышение качества оказания услуг и продукции, обеспечение их безопасности; защита рынка от поступления фальсифицированной и контрафактной продукции Халяль,

- оказания недоброкачественных услуг, не соответствующих канонам ислама; повышение конкурентоспособности продукции Халяль; способствование продвижению продукции Халяль на международный рынок продукции [22–28].

Система Халяль строится на основных принципах: добровольность проведения сертификации продукции и услуг; возможность добровольного выбора Органов по

сертификации продукции и услуг; объективность результатов сертификации; конфиденциальность полученной информации, представляющей коммерческую тайну; компетентность участников Системы Халяль; независимость от изготовителей, потребителей продукции и других заинтересованных сторон; доступность информации о результатах деятельности Системы Халяль.

Порядок проведения добровольной сертификации продукции «Халяль» состоит из следующих этапов: подача заявки на сертификацию с прилагаемыми документами; рассмотрение заявки, выбор схемы сертификации и принятие решения; отбор образцов продукции, идентификация образцов и их испытания (при необходимости); анализ состояния производства продукции (если это предусмотрено схемой сертификации); проведение испытаний продукции; анализ полученных результатов и принятие решения о возможности выдачи/об отказе в выдаче сертификата соответствия; выдача сертификата соответствия и разрешения на применение знака соответствия Халяль (Halal); инспекционный контроль за сертифицированной продукцией (если это предусмотрено схемой сертификации); корректирующие мероприятия при нарушении соответствия продукции установленным требованиям и неправильного применения знака соответствия.

Эксперты по сертификации должны пройти специальную подготовку и быть аттестованы в установленном порядке. Органом по сертификации при оценке соответствия продукции привлекаются испытательные центры для проведения исследований продукции на требования установленные в Системе сертификации.

Сертификация продуктов питания «Халяль» относится к добровольной сертификации и проводится по заявлению заказчика (изготовителя или продавца продукции) [16, 17]. Добровольная сертификация продукции «Халяль» позволяет ориентироваться потребителям при выборе продуктов питания, с учетом религиозных требований.

#### Литература:

1. Ребезов М. Б., Наумова Н. Л., Альхамова Г. К., Лукин А. А., Хайруллин М. Ф. Экология и питание. Проблемы и пути решения. Фундаментальные исследования. 2011. № 8–2. С. 393–396.
2. Наумова Н. Л., Ребезов М. Б. Микроэлементный статус челябинцев как обоснование развития производства обогащенных продуктов питания. Фундаментальные исследования. 2012. № 4–1. С. 196–200.
3. Тупиков В. А., Наумова Н. Л., Ребезов М. Б. Элементный состав волос как отражение экологической ситуации. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. 2012. № 21. С. 119–122.
4. Ребезов М. Б., Наумова Н. Л., Альхамова Г. К., Кожевникова Е. Ю., Сорокин А. В. Конъюнктура предложения обогащенных молочных продуктов на примере Челябинска. Молочная промышленность. 2011. № 8. С. 38–39.
5. Белокаменская А. М., Ребезов М. Б., Мазаев А. Н., Ребезов Я. М., Зинина О. В. Применение физико-химических методов исследований в лабораториях Челябинской области. Молодой ученый. 2013. № 4. С. 48–53.
6. Ребезов М. Б., Белокаменская А. М., Зинина О. В., Наумова Н. Л., Максимюк Н. Н., Соловьева А. А., Солнцева А. А. Контроль качества результатов исследований продовольственного сырья и пищевых продуктов на содержание свинца. Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2012. Т. 2. № 1. С. 157–162.

7. Белокаменская А. М., Ребезов М. Б., Максимюк Н. Н., Асенова Б. К. Исследование пищевых продуктов и продовольственного сырья на содержание йода методом инверсионной вольтамперометрии. Сборник научных трудов SWorld. 2013. Т. 40. № 2. С. 3–7.
8. Ребезов М. Б., Зыкова И. В., Белокаменская А. М., Ребезов Я. М. Контроль качества результата анализа при реализации методик фотоэлектрической фотометрии и инверсионной вольтамперометрии в исследовании проб пищевых продуктов на содержание мышьяка. Вестник Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого. 2013. Т. 2. № 71. С. 43–48.
9. Альхамова Г. К., Ребезов М. Б., Амерханов И. М., Мазаев А. Н. Анализ потребительских предпочтений при выборе творожных продуктов. Молодой ученый. 2013. № 3. С. 13–16.
10. Хайруллин М. Ф., Ребезов М. Б., Наумова Н. Л., Лукин А. А., Дуць А. О. О потребительских предпочтениях при выборе мясных продуктов. Мясная индустрия. 2011. № 12. С. 15–17.
11. Ребезов М. Б., Наумова Н. Л., Хайруллин М. Ф., Альхамова Г. К., Лукин А. А. Изучение отношения потребителей к обогащенным продуктам питания. Пищевая промышленность. 2011. № 5. С. 13–15.
12. Rebezov M. B., Naumova N. L., Lukin A. A., Alkhamova G. K., Khayrullin M. F. Food behavior of consumers (for example, Chelyabinsk). Вопросы питания. 2011. № 6. С. 23.
13. Ребезов М. Б., Амерханов И. М., Альхамова Г. К., Етимбаева А. Р. Конъюнктура предложения мясных продуктов «Халяль» на примере города Челябинска. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета = Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University. 2012. № 77. С. 915–924.
14. Альхамова Г. К., Ребезов М. Б., Амерханов И. М. Разработка функционального творожного продукта в традициях народов Южного Урала // Инновационное развитие и востребованность науки в современном Казахстане: мат. III междунар. научн. конф. Алматы, 2009. С. 381–383.
15. Ребезов М. Б., Наумова Н. Л., Кофанова М. Ю., Выдрин Н. В., Демидов А. В. О возможности обогащения хлебобулочных изделий функциональными добавками. Техника и технология пищевых производств. 2012. Т. 1. № 24. С. 55А-59.
16. Ребезов М. Б., Наумова Н. Л., Максимюк Н. Н., Зинина О. В., Залилов Р. В. О целесообразности обогащения кондитерских изделий микронутриентами. Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2011. № 4. С. 70–75.
17. Альхамова Г. К., Максимюк Н. Н., Наумова Н. Л., Амерханов И. М., Зинина О. В., Залилов Р. В. Новые творожные изделия с функциональными свойствами (монография) Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2011. — 94 с.
18. Андреева Л. В., Амерханов И. М., Альхамова Г. К. Сравнительный анализ продуктов питания стандартов «Халяль» и «Кошер». Вестник Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого. 2013. Т. 2. № 71. С. 28–31.
19. Ребезов М. Б., Альхамова Г. К., Наумова Н. Л. Сроки хранения национального творожного продукта. Молочная промышленность. 2011. № 11. С. 66–67.
20. Зинина О. В., Ребезов М. Б., Жакслыкова С. А., Солнцева А. А., Чернева А. В. Полуфабрикаты мясные рубленые с ферментированным сырьем. Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2012. № 3. С. 19–25.
21. Зинина О. В., Ребезов М. Б. Технологические приемы модификации коллагенсодержащих субпродуктов. Мясная индустрия. 2012. № 5. С. 34–36.
22. Соловьева А. А., Зинина О. В., Ребезов М. Б., Лакеева М. Л., Гаврилова Е. В. Актуальные биотехнологические решения в мясной промышленности. Молодой ученый. 2013. № 5. С. 105–107.
23. Амерханов И. М., Ребезов М. Б., Альхамова Г. К. Организационная структура «Системы добровольной сертификации продукции и услуг «Халяль». Сборник научных трудов SWorld. 2013. Т. 9. № 2. С. 26–31.
24. Амерханов И. М., Ребезов М. Б., Альхамова Г. К. О развитии производства Халяль в мире. // Техника и технология пищевых производств: мат IX междунар. научн.-технич. конф. Могилев: МГУП, 2013. С. 172.
25. Амерханов И. М., Ребезов М. Б., Хайруллин М. Ф., Акимжанова А. Б., Дуць А. О. Особенности производства мясопродуктов «Халяль» // Качество продукции, технологий и образования: мат. VI всерос. научн.-практ. конф. с междунар. участ. Магнитогорск: МГТУ, 2011. С. 265–266
26. Ребезов М. Б., Амерханов И. М. Развитие системы добровольной сертификации «Халяль» // Қазақстанның азық-түлік қауіпсіздігі: қазіргі жағдайы және болашағы, техника ғылымдарының док., проф., ҚазАШҒА корр.-мүшесі Төлеуов Е. Т. 70 жасқа толуына арналған: мат. халықаралық ғылы-митәжіри-белік конф. Семей: СМУ, 2012. Б. 77–78.
27. Амерханов И. М., Ребезов М. Б., Етимбаева Р. Р. Перспективы развития рынка мясопродуктов стандарта «Халяль» в России (на примере г. Челябинска) // Ғылым. Білім. Жастар, Алматы технологиялық университетінің 55-жылдығына арналған республикалық жас ғалымдар конференциясы. Алматы: АТУ, 2012. Б. 116–117.

28. Амерханов И. М., Ребезов М. Б. Системы и схемы добровольной сертификации «Халыль» // Качество продукции, технологий и образования: мат. междунар. научн.-практ. конф. Магнитогорск: МГТУ, 2013. С. 23–28.

## Критерии оценки конкурентоспособности сыровяленых мясopодуKтов

Дуць Анна Олеговна, студент;

Губер Наталья Борисовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Хайруллин Марс Фаритович, кандидат технических наук;

Ребезов Ярослав Максимович, студент;

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет) (г. Челябинск)

Асенова Бахыткуль Кажкенoвна, кандидат технических наук, профессор

Государственный университет имени Шакарима (г. Семей, Казахстан)

*Выявлены потребительские ожидания «идеального» образца мясных снежков. Проведена комплексная оценка конкурентоспособности мясных снежков, реализуемых на потребительском рынке г. Челябинска, и «идеального» образца.*

**Ключевые слова:** *уровень качества, качество, мясные снежки, конкурентоспособность, показатели качества, методика Лифица.*

На сегодняшний день рынок мясных изделий позволяет потребителю выбирать продукты, интересующие его не только по экономическим соображениям, но и учитывая вкусовые предпочтения, религиозные взгляды и веяния «моды» на пищевые продукты. [1–8]. В настоящее время на рынке г. Челябинска увеличивается ассортимент вяленых мясopодуKтов. Нами (в соавторстве) проводятся научно-исследовательские работы по разработке сыровяленых мясopодуKтов, с использованием современных биотехнологических решений [9–17]. Поэтому для нас представляло интерес изучить отношение потенциального потребителя к данному виду продукции, а также выявить пожелания по качеству [1, 19, 22].

Г. Фейнер в своей книге «Мясные продукты. Научные основы технологии, практические рекомендации» говорил: «Американская сушеная говядина (джерки), ведет свое начало от сушеного мяса, которое изготавливали американские индейцы, ведущие кочевой образ жизни. Позднее ковбои несколько изменили этот продукт. Название «джерки» появилось из-за того, что ковбои вручную отрезали или «вытягивали» мясо из боковой части говяжьей туши. Такую сушеную говядину изготавливают из маложирной мышечной ткани с задней четвертины туши, в частности, из мяса наружной, боковой или внутренней части тазобедренного отруба. В мясе должны отсутствовать соединительные ткани и жир, благодаря чему готовый продукт имеет очень низкое содержание жира. Для производства подобной сушеной говядины тщательно жилованное мясо нарезают на ломтики толщиной 4–8 мм, взвешивают и затем помещают в маринад (соль, нитрит, аскорбат, сахар, специи). Мясо маринуют 12–14 часов в условиях низких положительных температур, после чего помещают на решетчатые полки или подвешивают. Сушку проводят несколькими спосо-

бами при температуре 60–65 °С и низкой относительной влажности воздуха...» [21].

Показатель уровня качества и сам термин «качество» на сегодняшний день являются неотъемлемой частью организационной структуры конкурентоспособного предприятия. Термин «качество», как указано в стандарте ГОСТ Р ИСО 9000–2008, это степень соответствия совокупности присущих характеристик требованиям. Под требованиями понимаются потребности или ожидания, которые установлены, обычно предполагаются или являются обязательными.

По проведенным на кафедре «Прикладная биотехнология» Южно-Уральского государственного университета исследованиям (социологическому опросу) было установлено, что мясные продукты ежедневно употребляют 92,98 % опрошенных (114 респондентов, из них 36,84 % мужчины и 63,16 % женщины). В этом случае, учитывая высокую популярность мясных продуктов, нами было принято решение изучить конкурентоспособность нового вида сыровяленой продукции — мясные снежки (мясные чипсы) [1, 19, 20, 22].

Цель данной работы — оценка влияния качества сыровяленых мясopодуKтов, представленных на рынке г. Челябинска, на их конкурентоспособность.

Для проведения исследования, нами были взяты три образца продукции (вяленое мясо — мясные снежки/чипсы), наиболее часто встречаемые на рынке г. Челябинска: «Стелмар» — образец 1, «Квест ОН» — образец 2, «Ранчо Мяссури» — образец 3. Далее была сформирована группа экспертов, которая и проводила органолептический анализ зашифрованных образцов [18]. Оценка конкурентоспособности продукции была выполнена по методике И. М. Лифица, которая позволяет оценить уровень конкурентоспособности продукции, на основе ана-

лиза ее органолептических и физико-химических свойств. Данная методика позволяет проводить оценку как по совокупности характеристик, так и только по органолептическим показателям [18, 22]. Сначала необходимо было выбрать базовые образцы и значения показателей качества, такими значениями могут служить показатели, приведенные в ГОСТ (или другом нормативном документе на продукцию, если он есть), или же значения «идеального» продукта, полученные в результате социологического опроса. В нашем случае будут использованы показатели «перспективного» или «идеального» продукта, который был получен при помощи анализа потребительских ожиданий.

Нами было проведено маркетинговое исследование потребительских ожиданий среди студентов ЮУрГУ (НИУ) в возрасте от 18 до 25 лет, т. к. с увеличением темпов жизни человека, растут и его потребности, например, возникает необходимость получать питательные вещества быстро, удобно и, получая при этом максимум пользы, поэтому студенты являются наиболее перспективным направлением развития.

По данным анкетирования было выявлено, что 45,53 % опрошенных предпочитают употреблять мясные продукты из говядины (что определило вид сырья анализируемых продуктов); также наибольшее число респондентов предпочли, что вкус мясных сэндвичей должен быть острым (33,10 %) и пряным (38,62 %). 49,02 % опрошенных предложили, что вкус мясных сэндвичей должен быть свойственным для сыровяленых мясopодуKтов. Респондентами было выявлено, что цвет данного продукта должен колебаться между темно-красным (41,84 %) и коричневым (25,51 %). Большинство потенциальных потребителей проголосовало за плотную и пластичную консистенцию продукта (62,86 %). Вместе с тем было выявлено, что наиболее желаемый вес упаковки с мясными сэндвичей должен быть равен 50 граммам (87,85 %) и стоимость упаковки должна быть более 60 рублей (42,20 %).

Для определения конкурентоспособности мясных сэндвичей группой экспертов были выбраны органолептические показатели: внешний вид, консистенция, цвет, запах и вкус. Выбор остановился на данных категориях показателей, т. к. на наш взгляд они являются наиболее первостепенными при выборе продукта рядовым потребителем [18, 22]. При проведении исследований использовали статистические методы оценки качества пищевой продукции [23]. Необходимо учитывать, что качество реализуемой продукции зависит от условий хранения и реализации в торговой сети [24].

После выбора номенклатуры показателей были выбраны коэффициенты весомости для каждого из выбранных показателей (использовался метод фиксированной суммы, т. е. сумма весомостей всех показателей должна быть равна 1) [18, 22]. Относительные показатели качества и результаты их оценки приведены в таблицах 1 и 2.

Образцы 1 и 2 получили низкие оценки за внешний вид и консистенцию в силу того, что все кусочки (в упаковке) имеют разную форму, т. е. нет формовой нарезки, нет однородия в размерах, а также мясо имеет жировые и соединительные включения (нежированное мясо). Образец 3 получил низкую оценку за вкус в связи с тем, что все эксперты почувствовали привкус и аромат такого ингредиента как «жидкий дым» (на маркировке об его использовании информация отсутствует).

Следующим этапом методики было определение группового показателя качества, результаты приведены в таблице 3, а также уровня конкурентоспособности (К). Подсчеты конкурентоспособности аналогичны результатам предыдущего пункта, т. к. групповой показатель качества базового образца равен 1 [18, 22].

Нами рассчитан интегральный показатель конкурентоспособности ( $K_{\text{инт}}$ ) продукции, который и дает представление о соотношении цены и качества продукта (таблица 4).

По данной таблице можно сделать следующие выводы:

— розничная цена за 100 г продукта разница в больших пределах (от 160 до 400 рублей), такая ценовая политика не всегда привлекает потребителей;

— исходя из данных таблицы наивысшим интегральным показателем конкурентоспособности обладает образец 1 (0,0041).

Проведя комплексное исследование показателей качества сыровяленых мясopодуKтов и потребительское отношение к ним, выявлено:

— количество респондентов, попробовавших мясные сэндвичи, равно 29,46 % от общего числа опрошенных;

— основным сырьем, по мнению опрошенных, является говядина (45,54 %);

— данные изделия должны обладать красно-коричневой окраской (темно-красной — 41,84 % и коричневой — 25,51 %), иметь острый (33,10 %) и пряный (38,62 %) вкус, а также плотную и пластичную консистенцию (62,86 %);

— при сравнении интегральных показателей конкурентоспособности ни один из представленных образцов не имел значения, выше, чем у базового, что не может положительно сказаться на уровне конкурентоспособности продукции;

— не включая в рассмотрение базовый образец, можно увидеть, что наибольший интегральный показатель конкурентоспособности наблюдается у образца 1, что характеризует его как самый конкурентоспособный продукт среди рассмотренных.

Стоит отметить, что сегмент сыровяленых мясopодуKтов находится на стадии развития, что характеризуется низкой популярностью продуктов (29,46 %), поэтому производителям стоит уделять больше внимания разработке данного сегмента, а также, тщательнее отслеживать потребительские предпочтения, проводить работу по улучшению качества выпускаемой продукции.

Таблица 1. Результаты бальной оценки образцов продукции

| Образцы               | Показатель  |              |      |       |      |
|-----------------------|-------------|--------------|------|-------|------|
|                       | Внешний вид | Консистенция | Цвет | Запах | Вкус |
| Коэффициент весомости | 0,4         | 0,1          | 0,3  | 0,15  | 0,05 |
| базовый               | 5           | 5            | 5    | 5     | 5    |
| 1                     | 2           | 3            | 4    | 5     | 5    |
| 2                     | 3           | 3            | 4    | 5     | 4    |
| 3                     | 4           | 4            | 4    | 4     | 3    |

Таблица 2. Относительные показатели качества исследуемых образцов

| Образцы               | Показатель, $q_i$ |              |      |       |      |
|-----------------------|-------------------|--------------|------|-------|------|
|                       | Внешний вид       | Консистенция | Цвет | Запах | Вкус |
| Коэффициент весомости | 0,4               | 0,1          | 0,3  | 0,15  | 0,05 |
| базовый               | 5                 | 5            | 5    | 5     | 5    |
| 1                     | 0,4               | 0,6          | 0,8  | 1     | 1    |
| 2                     | 0,6               | 0,6          | 0,8  | 1     | 0,8  |
| 3                     | 0,8               | 0,8          | 0,8  | 0,8   | 0,6  |

Таблица 3. Групповые показатели качества продукции

| Образцы | Групповой показатель, $I_i$ |
|---------|-----------------------------|
| базовый | 1                           |
| 1       | 0,66                        |
| 2       | 0,46                        |
| 3       | 0,79                        |

Таблица 4. Показатель конкурентоспособности

| Образцы | Показатель                              |                                    |   |
|---------|---|------------------------------------|---|
|         | Средняя розничная цена, $C$ , руб/100 г | Уровень конкурентоспособности, $K$ | Интегральный пок. конкурентоспособности, $K_{\text{инт}}$ |
| базовый | 150                                     | 1                                  | 0,0067  |
| 1       | 160                                     | 0,66                               | 0,0041  |
| 2       | 271,67                                  | 0,46                               | 0,0017  |
| 3       | 400                                     | 0,79                               | 0,0020  |

Литература:

1. Хайруллин М. Ф., Ребезов М. Б., Наумова Н. Л., Лукин А. А., Дуць А. О. О потребительских предпочтениях при выборе мясных продуктов. Мясная индустрия. 2011. № 12. С. 15–17.
2. Ребезов М. Б., Амерханов И. М., Альхамова Г. К., Етимбаева А. Р. Конъюнктура предложения мясных продуктов «Халяль» на примере города Челябинска. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета = Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University. 2012. № 77. С. 915–924.
3. Rebezov M. B., Naumova N. L., Lukin A. A., Alkhamova G. K., Khayrullin M. F. Food behavior of consumers (for example, Chelyabinsk). Вопросы питания. 2011. № 6. С. 23.
4. Ребезов М. Б., Наумова Н. Л., Хайруллин М. Ф., Альхамова Г. К., Лукин А. А. Изучение отношения потребителей к обогащенным продуктам питания. Пищевая промышленность. 2011. № 5. С. 13–15.

5. Наумова Н. Л., Ребезов М. Б. Микроэлементный статус челябинцев как обоснование развития производства обогащенных продуктов питания. *Фундаментальные исследования*. 2012. № 4–1. С. 196–200.
6. Ребезов М. Б., Наумова Н. Л., Альхамова Г. К., Лукин А. А., Хайруллин М. Ф. Экология и питание. Проблемы и пути решения. *Фундаментальные исследования*. 2011. № 8–2. С. 393–396.
7. Наумова Н. Л., Ребезов М. Б., Варганова Е. Я. *Функциональные продукты. Спрос и предложение (монография)* Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2012. 78 с.
8. Ребезов М. Б., Трапезникова К. Е., Вайскрובה Е. С. Определение потребностей потребителей. *Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов*. Кемерово: КемТИП, 2008. Вып. 15. С. 104–106.
9. Способ изготовления мясных снеков (варианты). Хайруллин М. Ф., Ребезов М. Б., Лукин А. А., Зинина О. В., Наумова Н. Л., Лакеева М. Л., Максимюк Н. Н., Дуць А. О., Ребезов Я. М. Патент на изобретение RUS 2470529 07.07.2011
10. Способ производства деликатесного продукта. Хайруллин М. Ф., Лукин А. А., Ребезов М. Б. Патент на изобретение RUS 2447702 16.06.2010.
11. Ребезов М. Б., Хайруллин М. Ф., Зинина О. В., Дуць А. О., Соловьева А. А., Солнцева А. А., Варганова Е. Я., Аксенова М. О. Установление сроков хранения мясных снеков. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета = Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University*. 2012. № 77. С. 403–412.
12. Соловьева А. А., Ребезов М. Б., Нургазезова А. Н., Дайырханова К. *Инновационные технологии в производстве пищевых и сельскохозяйственных продуктов // Қазақстанның тамақ және қайта өңдеу өнеркәсібі: қазіргі жағдайы мен даму болашағы: мат. халықаралық ғылы-тәжірибелік конф. Семей: Шәкәрім атынд. Семей мемлекеттік университеті, 2012. Б. 137–139.*
13. Ребезов М. Б., Кожевникова Е. Ю., Попова А. И. Ассортимент продукции мясоперерабатывающего предприятия // *Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания: в 3 т. Том III: Качество. Экономика. Образование. мат. III всерос. научн.-практ. конф. с международным участием Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2010. Т.3. С. 88–94.*
14. Соловьева А. А., Зинина О. В., Ребезов М. Б., Лакеева М. Л., Гаврилова Е. В. Актуальные биотехнологические решения в мясной промышленности. *Молодой ученый*. 2013. № 5. С. 105–107.
15. Соловьева А. А., Зинина О. В., Ребезов М. Б., Лакеева М. Л. Современное состояние и перспективы использования стартовых культур в мясной промышленности. *Сборник научных трудов Sworld*. 2013. Т. 10. № 1. С. 84–88.
16. Ребезов М. Б., Лукин А. А., Хайруллин М. Ф., Лакеева М. Л., Пирожинский С. Г., Дуць А. О., Ребезов Я. М. Изменение соединительной ткани под воздействием ферментного препарата и стартовых культур. *Вестник мясного скотоводства*. 2011. Т. 3. № 64. С. 78–83.
17. Ребезов М. Б., Лукин А. А., Хайруллин М. Ф., Лакеева М. Л. Сравнительная оценка воздействия ферментных препаратов различного происхождения на коллагенсодержащее сырье. *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. 2011. № 5. С. 28–36.
18. Лифиц И. М. *Конкурентоспособность товаров и услуг: уч. пособие* М.: Высшее образование; Юрайт, 2009. 460 с.
19. Хайруллин М. Ф., Дуць А. О. Изучение существующих аналогов и создание модели перспективного биомясопродукта «Мясные снеки». *Молодой ученый*. 2013. №. С. 26–28.
20. Хайруллин М. Ф., Лакеева М. Л., Варганова Е. Я., Дуць А. О. Создание инновационных продуктов питания // *Качество продукции, технологий и образования: мат. VII всерос. научн.-практ. конф., с междунар. участием*. Магнитогорск: МГТУ, 2011. С. 189–191.
21. Фейнер Г. *Мясные продукты. Научные основы технологии, практические рекомендации*. СПб.: Профессия. 2010. 720 с.
22. Дуць А. О., Полтавская Ю. А., Губер Н. Б., Хайруллин М. Ф., Асенова Б. К. Качество как основа конкурентоспособности мясопродуктов. *Молодой ученый*. 2013. № 10. С. 131–134.
23. Ребезов, М.Б., Грашина Е. П. Использование статистических методов для анализа качества и безопасности пищевых продуктов // *Качество продукции, технологий и образования: мат. III всерос. научн.-практ. конф.*. Магнитогорск: МГТУ, 2008. С. 135–138.
24. Кожевникова Е. Ю.; Ребезов М. Б., Кожемякина А. Е., Нагибина В. В. Разработка мероприятий по предотвращению потерь (на примере торговой сети). *Молодой ученый*. 2013. № 5. С. 317–321.



## Основные факторы, снижающие работоспособность водителя перед рейсом

Дятлов Максим Николаевич, старший преподаватель;  
 Долгов Кирилл Олегович, кандидат технических наук, доцент;  
 Тодоров Алексей Николаевич, старший преподаватель  
 Волгоградский государственный технический университет

Профессиональными участниками дорожного движения являются миллионы людей, каждый из которых обладает определенными психофизиологическими характеристиками, состоянием здоровья, личностными качествами, знаниями, навыками, опытом, интересом к водительской деятельности и уровнем мотивации. Кроме того, на дорогах встречается огромное количество непрофессиональных водителей и водителей-новичков, чьи личностные и профессиональные качества не всегда позволяют обеспечивать безопасный режим движения. Многие дорожно-транспортные происшествия (ДТП) происходят из-за неопытности, недобросовестности, невнимательности, а порой и по излишней самоуверенности водителей в своих профессиональных качествах.

Анализ причин ДТП позволяет свести их в следующие однородные по характеру группы:

- несоблюдение правил дорожного движения водителями, пешеходами и пассажирами;
- неправильный выбор водителями режимов движения;
- снижение психофизиологических функций участников дорожного движения;
- неудовлетворительное техническое состояние транспортных средств;
- неправильное размещение и крепление груза;
- неудовлетворительное устройство и содержание элементов дороги и дорожной обстановки;
- неудовлетворительная организация дорожного движения [1, с. 15].

В каждой профессии можно выделить наиболее важные профессиональные качества. Так, для водителей автомобилей основными профессионально важными психофизиологическими функциями являются зрение, внимание,

личностные качества, эмоциональная устойчивость и скорость реакции.

Физические, психологические и физиологические требования к водителям транспортных средств могут быть определены исходя из анализа его деятельности (рис. 1).

Водитель должен постоянно воспринимать большой объем информации о характере и режиме движения всех его участников, о состоянии и параметрах дороги, о состоянии окружающей среды и наличии средств регулирования, о состоянии узлов и агрегатов автомобиля. Водитель в процессе восприятия огромного потока информации должен не только обнаружить ее, но и переработать, провести анализ, принять соответствующее решение и на основании принятого решения произвести действия. Весь процесс от восприятия до совершения действия требует определенных затрат времени, которого зачастую может не хватить, если учесть быстроту изменения дорожно-транспортной ситуации. В этом случае водитель может совершить неправильные действия [1, с. 20].

Одной из причин неправильных действий является отклонение психического состояния водителя от нормы во время движения. Сильные положительные или отрицательные эмоции могут резко изменять психофизиологические качества водителя, что, в конечном итоге, может привести к ДТП. Причины возникновения отрицательных эмоций можно свести к трем факторам: взаимоотношение с семьей, коллегами по работе, другими участниками движения. Если причиной эмоционального напряжения стала ссора в семье или с коллегами по работе, то снизить пагубное влияние отрицательных эмоций можно за счет переключения в деятельности или отсрочки выезда в рейс. В дорожных условиях борьба с последствиями отрицательных эмоций значительно усложняется,

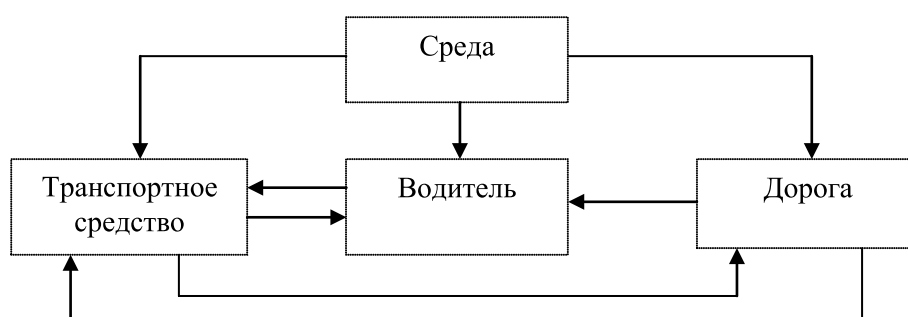


Рис. 1. Структурная схема системы «водитель-автомобиль-дорога-среда движения» [2]

так как прогнозировать их возникновение практически невозможно и не всегда можно прервать рейс или хотя бы прекратить движение на сколько-нибудь продолжительное время.

Эмоции, как правило, повышают качество деятельности человека, однако сильное эмоциональное напряжение ведет к снижению производственных показателей, а сверхсильное может привести даже к прекращению производственной деятельности вообще.

Очень сильные положительные эмоции также не способствуют повышению надежности на дороге. При сверхсильных положительных эмоциях может наблюдаться очень серьезное нарушение в нервной регуляции сердечной деятельности, снижается уровень концентрации внимания водителя, растёт время реакции, снижается адекватность оценки дорожной обстановки.

Для того чтобы снизить возможность попадания в аварийную ситуацию при сильных эмоциях, необходимо снизить скорость автомобиля, постараться мобилизовать внимание, а в отдельных случаях вообще остановить автомобиль, выйти из него и переключиться на другой вид деятельности [3, с. 85].

Существует оптимум как физической, так и информационной нагрузки. Как однообразии, так слишком большое количество информации или физических движений ведет к быстрому развитию утомления.

Проблема снижения утомления или его предотвращение является одной из важнейших. При определенных условиях хроническое утомление или даже одиночное, но очень сильное может явиться причиной возникновения заболевания или даже гибели человека.

Утомление — временное снижение работоспособности, вызванное длительной или интенсивной работой [3, с. 108]. Величину утомления нельзя измерять только объемом выполненной работы, так как на нее оказывают влияние производственный фактор, мастерство вождения, опыт, состояние здоровья, индивидуальные психофизиологические особенности водителя, режимы труда и отдыха. Каждый из этих факторов может оказать решающее влияние на величину и время возникновения утомления.

Существует три вида утомления: физическое, умственное и эмоциональное. У водителя они чаще всего возникают одновременно, так он сочетает физический труд с умственной деятельностью и большим эмоциональным напряжением.

Физические нагрузки на водителя с учетом постоянного совершенствования конструкций автомобилей постоянно снижаются. И все же резервы снижения утомляемости за счет созданий удобств и облегчения управления автомобилем, особенно грузовым или автобусом, все еще велики. Физически быстрее устает водитель при движении по бездорожью, заснеженным, скользким и горным дорогам, при продолжительном вождении, особенно в сложной дорожной обстановке. На улучшение физической подготовки водителей положительное воздействие оказывают

занятия физическими упражнениями или подвижными видами спорта.

Умственное утомление быстрее наступает при длительном движении с высокой скоростью или в интенсивных транспортных потоках. Снизить этот вид утомления можно с помощью соблюдения определенного режима труда, правильного распределения времени работы и отдыха в течение смены.

Эмоциональное утомление вызывается отрицательными чувствами во время конфликтных или аварийных ситуаций, при движении в сложной дорожной обстановке, при нарушении Правил другими участниками движения. Большая роль в снижении воздействия отрицательных эмоций принадлежит самому водителю. Часть раздражающих сигналов он может попросту не воспринимать или, по крайней мере, не обращать на них излишнего внимания. Надо воспитывать в себе волю, умение подавлять вспышки раздражительности и гнева [4, с. 102].

Проведенные в ФРГ исследования показали, если водитель работал в течение всей ночи, то его способность к безопасному управлению автомобилем резко снижается. Утомление, вызванное работой и бессонной ночью, по своему эффекту воздействия на организм водителя соответствует содержанию в крови алкоголя: от 0,6 до 0,8 промилле. Аналогичные изменения функционального уровня водителя могут наблюдаться и при болезни. Об этом необходимо помнить и стараться избегать управления автомобилем в этих состояниях [3, с. 115].

Исследования показали, что преобладающими заболеваниями среди водителей являются: радикулит, грипп, респираторные острые заболевания, острые желудочно-кишечные заболевания, ангины, фурункулез.

Среди водителей грузовых автомобилей зарегистрировано сравнительно большое число случаев заболеваний сердца [5, с. 149].

В начальной стадии простудные заболевания и грипп проявляются в легком недомогании, головной боли и быстрой утомляемости. В этот период, у водителя наблюдается снижение психофизиологических качеств, связанных с управлением транспортным средством.

Водитель часто не информирует об ухудшении своего самочувствия, так как-либо умышленно скрывает его, либо недооценивает последствий своего недомогания, считая себя вполне работоспособным. Это же следует отнести и к физическим недостаткам водителя (недостаткам зрения, слуха и др.). Наибольшую опасность представляют водители, имеющие недостатки зрения.

Снижение работоспособности водителя может наступить в результате приема некоторых лекарственных средств перед рейсом или во время работы. Прием лекарств вечером перед сном может негативно повлиять на работоспособность водителя на следующий день.

Одним из наиболее важных факторов, определяющих работоспособность водителя, является предшествующий отдых. При неполноценном отдыхе возможны случаи, когда работоспособность водителя в течение всей рабочей

смены не достигнет оптимального уровня. Очень сильно влияет на работоспособность само желание работать, т. е. уровень мотивации к деятельности.

Суточные колебания работоспособности связаны с установившимся ритмом жизни. Людей с этих позиций обычно подразделяют на две группы — «жаворонки» и «совы». Первая категория людей без труда может вставать с наступлением светлой части суток и, обычно, тяжело переносит работу ночью. Группа «сов» эффективно работает в темное время суток [3, с. 116].

Изменение графика работы по времени суток приводит к колебаниям работоспособности, связанной с установившимся ритмом жизни. Перед рейсом у водителей, работающих по новому суточному графику, может наблюдаться пониженная работоспособность и возрастать время вработываемости.

Одной из причин аварийности на дорогах является управление автомобилем в нетрезвом состоянии.

К сожалению, опасен не только пьяный водитель за рулем. Отрицательное влияние алкоголя на функциональное состояние человека прослеживается в течение нескольких суток. Исследования на 30 здоровых добровольцах в возрасте 20–26 лет, проведенных советским ученым В. П. Латенковым (1985), показали, что употребление алкоголя, соответствующего средней степени опьянения, отрицательно сказывается на состоянии человека спустя 51 ч. после его приема. При более значительных дозах алкоголя его последствия в отдельных случаях наблюдаются до 10–15 дней [3, с. 173].

Содержание алкоголя в крови и степень опьянения (по П. И. Новикову) представлены в табл. 1 [5, с. 145].

Негативное влияние алкоголя может значительно усиливаться приемом медикаментов.

Для водителя правильно организованное питание имеет существенное значение, так как при нарушении режима и качества питания нарушается психическая деятельность человека и быстро нарастает утомление.

Большое значение для сохранения высокого уровня работоспособности водителя имеет соблюдение питьевого режима. Суточная потребность человека в воде может меняться в зависимости от различных условий (времени

года, температуры воздуха в кабине, характера работы и др.) [5, с. 133].

Нередко причиной ошибок водителей является отвлечение их внимания от управления автомобилем при прикуривании или по другим причинам, связанным с курением. Специальными исследованиями установлено, что при выкуривании одной сигареты суживается поле зрения, нарушается цветоощущение и восприятие красного и зеленого цветов, снижается зрительное восприятие приборной информации на 20 %, уменьшается скорость двигательных реакций на 25 %, снижается слух в диапазоне разговорной речи. Курение оказывает отрицательное влияние и на протекание психических процессов [6, с. 126].

Существенные изменения психофизиологических качеств водителя могут происходить под действием климатических факторов внешней среды (температуры, влажности воздуха, атмосферного давления, солнечной радиации и т. д.).

Анализируя вышесказанное можно сделать вывод, что функциональное состояние водителя перед рейсом зависит от большого количества факторов, под воздействием которых может значительно изменяться его работоспособность (рис. 2).

Важным методом предупреждения ДТП, связанных с неудовлетворительным состоянием водителей, является организация в автотранспортных предприятиях медицинского контроля.

Предрейсовый медицинский осмотр производится перед началом рабочей смены водителей. Для их осуществления администрацией организации должно быть выделено специальное помещение.

Организация предрейсового медицинского осмотра водителей находится под контролем администрации организации и методическим руководством территориального или ведомственного лечебно-профилактического учреждения.

Водители автотранспортных средств должны явиться на предрейсовый медицинский осмотр с путевым листом. Приглашая на осмотр индивидуально каждого водителя, медицинский работник должен обратить внимание на: как обследуемый заходит в кабинет, на его походку, внешний вид и поведение. Осмотр начинается с опроса водителя.

Таблица 1. Содержание алкоголя в крови и степень опьянения (по П. И. Новикову)

| Содержание алкоголя в крови, ‰ | Степень опьянения   |
|--------------------------------|---|
| Менее 0,1                      | В пределах физиологической нормы (вследствие процессов брожения в организме).   |
| 0,1–0,2                        | Функциональные изменения отсутствуют. Человек практически трезв.  |
| 0,3–0,4                        | Небольшие функциональные изменения. Вождение автомобиля недопустимо.  |
| 0,5–0,9                        | Слабое опьянение. Выраженные функциональные сдвиги.   |
| 1–1,9                          | Опьянение средней степени — значительная эмоциональная неустойчивость, неясная речь, шатающаяся походка, нарушение психики, ориентировки, иногда резкая сонливость. |
| 2–2,9                          | Сильное опьянение — резкое снижение болевой чувствительности. Признаки отравления алкоголем.  |
| 3–5                            | Острое отравление алкоголем — опасное для жизни состояние.  |



Рис. 2. Основные факторы, снижающие работоспособность водителя перед рейсом

При опросе выясняется субъективное самочувствие водителя, настроение, продолжительность сна, наличие или отсутствие жалоб на состояние здоровья. При высказывании водителем каких-либо жалоб медицинский работник обязан при осмотре выявить и подтвердить (или опровергнуть) их объективность [7].

Ориентировочными объективными данными для отстранения водителя от рейса служат: увеличение частоты пульса более чем на 20 ударов в минуту по сравнению с постоянной частотой для обследуемого водителя, нарушение ритма пульса, изменение величины артериального кровяного давления более чем на 20 мм. рт. ст. по отношению к «норме» данного водителя, повышение температуры тела, положительные пробы на алкоголь. Водителей, отстраненных от работы по состоянию здоровья, направляют в поликлинику [5, с. 153].

При изучении факторов, оказывающих влияние на психофизиологическое состояние водителя и соответ-

ственно на безопасность и безошибочность его работы, особое внимание следует обращать на те, которые приводят к явному снижению функциональных возможностей, но возможно не ощущаются и не осознаются человеком. В подобных случаях частота пульса и величина кровяного давления водителя могут находиться в допустимых пределах (некоторые психические состояния, начальные стадии простуды и гриппа, влияние биологических режимов Космоса, атмосферных явлений и т. д.).

В ряде автотранспортных предприятий в предрейсовых осмотрах водителей используют, дополнительно, оборудование для диагностики основных психофизиологических функций [8]. Как правило, в автотранспортных предприятиях, в которых проводят предрейсовый контроль с использованием аппаратуры для исследования психофизиологических функций, значительно снижается число ДТП по вине водителей, и выявляются на ранних стадиях отдельные заболевания.

#### Литература:

1. Коноплянко В. И. Организация и безопасность дорожного движения: Учеб. для вузов. — М.: Транспорт, 1991, 183 с. ; ил.
2. Профессиональная надежность водителя автомобильного транспорта [Текст] / М. Н. Дятлов, К. О. Долгов, А. Н. Тодоров // Молодой ученый. — 2013. — № 10. — С. 134–138.
3. Варламов В. А. Что надо знать водителю о себе. — М.: Транспорт, 1990. — 192 с. : ил.
4. Резервы безопасности дорожного движения/Г. Т. Прохоцкий, В. М. Студенцов, В. Я. Бибииков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Мн.: Польша, 1989. — 176 с., [4] л. ил.: ил.
5. Игнатов Н. А. Человек за рулем. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., «Транспорт», 1976. 184 с. с ил.
6. Мишуринов В. М., Романов А. Н. Надежность водителя и безопасность движения. — М.: Транспорт, 1990. — 167 с. : ил.
7. Методические рекомендации по обеспечению надежности водителей автобусов. Москва 2008 г.

8. Приборы психофизиологического обследования водителей / М. Н. Дятлов // Молодой ученый. — 2013. — № 4. — С. 59–61.

## Значение микроструктурного анализа при разработке способов биомодификации мясного сырья

Зинина Оксана Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова (г. Магнитогорск)

Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;  
Соловьева Александра Анатольевна, аспирант

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет) (г. Челябинск)

*Предлагается разрабатывать предложения по рациональному использованию мясного сырья в соответствии с выявленными морфологическими изменениями, происходящих в коллагенсодержащем сырье при биотехнологической обработке вторичного сырья животного происхождения.*

**Ключевые слова:** микроструктура, мясное сырье.

Важнейшим принципом, предопределяющим эффективное развитие мясоперерабатывающей промышленности, является рациональная переработка и максимальное использование вторичных ресурсов на основе малоотходных технологий, высокое качество вырабатываемой продукции, разработка технологий новых функциональных и специализированных пищевых продуктов, а также снижение себестоимости готовой продукции [1–5].

Современные подходы к комплексному использованию сырья базируются на всестороннем изучении его свойств, при этом структурно-механические и микроструктурные свойства являются одними из наиболее важных для оценки изменений, происходящих в структурных элементах тканей на микро- и макроуровне под действием технологических факторов для возможности регулирования протекания процесса в желаемом направлении.

Для решения ряда задач при разработке способов и методов переработки вторичных сырьевых ресурсов для получения полноценных в пищевом отношении композитов, а также при введении их в состав традиционных продуктов питания необходимо исследование структуры как самого сырья, так и получаемых из него продуктов [9–10].

В последние годы в отечественной и зарубежной практике наметилась тенденция изыскания возможности использования вторичных ресурсов пищевой промышленности в пищевых целях на основе биотехнологических подходов к обработке сырья [6–8, 15].

В рамках выполнения совместных научно-исследовательских работ, проводимых на кафедре Прикладной биотехнологии ФГБОУ ВПО «Южно-уральский государственный университет» (Национальный исследовательский университет) и кафедре стандартизации, сертификации и технологии продуктов питания ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им.

Г. И. Носова», предусмотрена разработка новых современных способов биотехнологической обработки малоценного в пищевом отношении сырья, богатого белком [12, 13]. Биомодификация позволяет повысить пищевую и биологическую ценность вторичного сырья и улучшить его качественные показатели. Современное реологическое оборудование, а также электронный микроскоп позволяют комплексно оценивать изменения свойств биомодифицированного сырья.

Методы микроструктурного анализа характеризуются более высокой степенью объективности, чем физико-химические методы, что обосновывает их применение для объективного и информативного определения как качественных характеристик самого сырья, так и их изменения под действием различных факторов [11].

Используемые для биомодификации средства и способы могут вызывать деструкцию морфологических структур коллагенсодержащего сырья в различной степени, которая проявляется в виде следующих явлений:

- набухание и разрыхление пучков коллагеновых волокон, связанное, в первую очередь, с разрушением белково-полисахаридных комплексов основного вещества;
- разрушение взаимосвязанных коллагеновых фибрилл в волокне, распад ядер и клеток соединительной ткани;
- фрагментация коллагеновых фибрилл;
- лизис фрагментированных коллагеновых фибрилл с образованием бесструктурной белковой массы.

По глубине и характеру выявленных морфологических изменений, происходящих в коллагенсодержащем сырье при биотехнологической обработке (рисунок), разрабатываются предложения по рациональному использованию данного сырья в технологии различных видов мясопродуктов [14, 16–20].

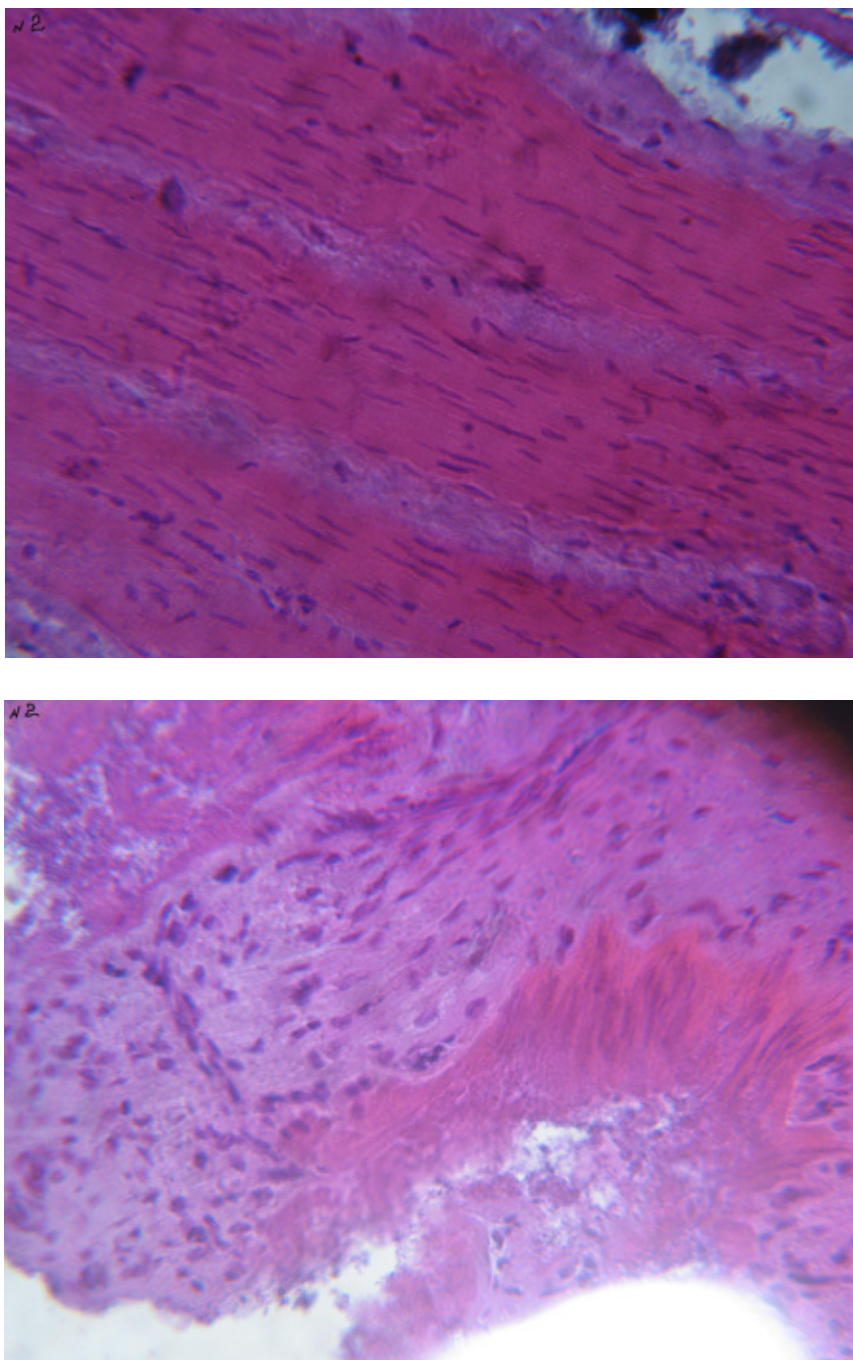


Рис. 1. Микроструктура биомодифицированного рубца

Применение микроструктурного анализа при разработке способов биомодификации мясного сырья позволяет более рачительно использовать вторичное сырье.

Внедрение ресурсосберегающих технологий соответствует приоритетным направлениям научных исследований.

Литература:

1. Зинина О. В., Ребезов М. Б., Лукин А. А., Хайруллин М. Ф. Использование вторичных сырьевых ресурсов на мясоперерабатывающих предприятиях: монография М-во образования и науки Российской Федерации, Южно-Уральский гос. ун-т. Челябинск, 2010. 103 с.
2. Ребезов М. Б., Лукин А. А., Наумова Н. Л., Зинина О. В., Пирожинский С. Г. Использование коллагенового гидролизата в технологии производства мясного хлеба. Вестник Тихоокеанского государственного экономического университета. 2011. № 3. С. 134–140.

3. Хайруллин М. Ф., Ребезов М. Б., Наумова Н. Л., Лукин А. А., Дуць А. О. О потребительских предпочтениях при выборе мясных продуктов. *Мясная индустрия*. 2011. № 12. С. 15–17.
4. Тарасова И. В., Ребезов М. Б., Зинина О. В., Ребезов Я. М. Использование коллагенсодержащего сырья животного происхождения при производстве мясного биопродукта. *Сборник научных трудов SWorld*. 2013. Т. 4. № 1. С. 46–50.
5. Соловьева А. А., Зинина О. В., Ребезов М. Б., Лакеева М. Л. Современное состояние и перспективы использования стартовых культур в мясной промышленности. *Сборник научных трудов SWorld*. 2013. Т. 10. № 1. С. 84–88.
6. Зинина О. В., Ребезов М. Б. Технологические приемы модификации коллагенсодержащих субпродуктов. *Мясная индустрия*. 2012. № 5. С. 34–36.
7. Ребезов М. Б., Лукин А. А., Хайруллин М. Ф., Лакеева М. Л. Сравнительная оценка воздействия ферментных препаратов различного происхождения на коллагенсодержащее сырье. *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. 2011. № 5. С. 28–36.
8. Соловьева А. А., Зинина О. В., Ребезов М. Б., Лакеева М. Л. Использование коллагенсодержащего сырья животного происхождения при производстве мясного биопродукта. *Сборник научных трудов SWorld*. 2013. Т. 4. № 1. С. 46–50.
9. Прохасько Л. С., Ребезов М. Б., Асенова Б. К., Зинина О. В., Залилов Р. В., Ярмаркин Д. А. Применение гидродинамических кавитационных устройств для дезинтеграции пищевых сред. *Сборник научных трудов SWorld*. 2013. Т. 7. № 2. С. 62–67.
10. Ребезов М. Б., Трапезникова К. Е., Вайскрובה Е. С. Определение потребностей потребителей. *Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов*. Кемерово: КемТИП, 2008. Вып. 15. С. 104–106.
11. Ребезов М. Б., Лукин А. А., Хайруллин М. Ф., Лакеева М. Л., Пирожинский С. Г., Дуць А. О., Ребезов Я. М. Изменение соединительной ткани под воздействием ферментного препарата и стартовых культур *Вестник мясного скотоводства*. 2011. Т. 3. № 64. С. 78–83.
12. Зинина О. В., Ребезов М. Б. Изменение микроструктуры рубца в процессе ферментной обработки. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета = Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University*. 2013. Т. 88. № 88–88. С. 119–128.
13. Зинина О. В., Тарасова И. В., Ребезов М. Б. Влияние биотехнологической обработки на микроструктуру коллагенсодержащего сырья. *Все о мясе Научно-технический и производственный журнал*. 2013. № 3. С. 41–43.
14. Зинина О. В., Ребезов М. Б., Жакслыкова С. А., Солнцева А. А., Чернева А. В. Полуфабрикаты мясные рубленые с ферментированным сырьем. *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. 2012. № 3. С. 19–25.
15. Соловьева А. А., Зинина О. В., Ребезов М. Б., Лакеева М. Л., Гаврилова Е. В. Актуальные биотехнологические решения в мясной промышленности. *Молодой ученый*. 2013. № 5. с. 105–107.
16. Зинина О. В., Лакеева М. Л., Смирнова С. В. Оценка качества опытных образцов вареных колбас с добавлением биомодифицированного рубца. *Вестник Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого*. 2013. № 71. Т. 2. С. 41–43.
17. Тарасова И. В., Ребезов М. Б. Современное развитие способов обработки вторичного сырья животного происхождения // *Качество продукции, технологий и образования: мат. VIII междунар. научн.-практ. конф. Магнитогорск: МГТУ, 2013. — с. 103–105.*
18. Тарасова И. В., Ребезов М. Б. Подбор микроорганизмов для обработки коллагенсодержащего сырья // *Научное обеспечение инновационного развития животноводства: мат. XX междунар. научн.-практ. конф. Жодино, 2013. С. 470–472.*
19. Ребезов М. Б., Соловьева А. А., Зинина О. В. Особенности использования стартовых бактериальных культур в производстве мясопродуктов // *Техника и технология пищевых производств: мат IX междунар. научн.-технич. конф. Могилев: МГУП, 2013. С. 170.*
20. Тарасова И. В., Ребезов М. Б., Зинина О. В., Ребезов Я. М., Полтавская Ю. А. Влияние стартовых культур на вторичное сырье животного происхождения. *Молодой ученый*. 2013. № 10. С. 209–212.

## Световая реконструкция древних городов Узбекистана

Камалова Дильноза Зайнидиновна, кандидат архитектуры, доцент  
Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт имени М. Улугбека (Узбекистан)

Древние города Узбекистана, в особенности Ташкент, Самарканд, Бухара, Хива, Фергана, Коканд, Ургенч, Шахрисябз и другие, сконцентрировали в себе вершины архитектуры прошедших эпох. Среди живописных ансамблей и подлинных архитектурных шедевров как бы окунаешься в атмосферу средневекового города, легко представляешь себе его площади, улицы, караван-сарай (гостиницы), медресе (университеты и духовные семинарии), мечети (церкви), и наслаждаешься изумительной красоты ремесленными изделиями.

Своеобразие исторических ансамблей и памятников древних городов Узбекистана — не только культурное наследие нашей страны, но и достояние всей мировой цивилизации.

Значение историко-архитектурных памятников Узбекистана, как культурного наследия, очевидно и бесспорно. Достаточно сказать, что многие из них внесены в список всемирного наследия ЮНЕСКО.

Будучи носителями духовного наследия, памятники старины каждого народа являются как бы свидетельством древних традиций. Общество, сознающее общечеловеческую ценность культурного наследия, принимает на себя также ответственность за будущее этого наследия, принимает сохранность для будущих поколений во всем его богатстве и подлинности.

В Узбекистане бережно охраняются и восстанавливаются уникальные памятники, возвращается их первоначальный облик. В Конституции страны закреплена идея сохранения памятников и определено их значение в развитии науки, культуры, народного образования.

На основании соответствующих положений Конституции парламентом Республики Узбекистан был принят закон «Об охране и использовании объектов культурного наследия».

Постоянное внимание правительства республики Узбекистан к вопросам охраны, реставрации и рационального использования памятников архитектуры позволило разработать программу возрождения древних исторических городов Узбекистана.

В настоящее время генеральными планами развития и реконструкции столицы Узбекистана Ташкента и других областных центров предусмотрены решения классических градостроительных проблем, связанных с выполнением безотлагательных работ для приведения в соответствие облика городов, отвечающего современным требованиям архитектуры и градостроительства. Реализованные практические мероприятия научно обоснованы и согласуются с задачами Государственной научно-технической программы развития, реконструкции и обновления исторических городов Узбекистана сроком до 2025 года.

Узбекистан по своим туристическим ресурсам занимает одно из ведущих мест в Центральной Азии и входит в число 10–15 стран мира, обладающих уникальным потенциалом в этой сфере. В городах, через которые в древности проходил Великий шелковый путь, связывающий Китай со странами Европы, сохранилось большое количество историко-архитектурных памятников различных исторических эпох, которые вызывают огромный интерес у туристов.

Туризм является одно из крупнейших и динамических отраслей экономики. Высокие темпы его развития, большие объемы его поступлений активно влияют на различные секторы экономики, что способствует формированию собственной туристической индустрии. На сферу туризма приходится около 6 % мирового валового национального продукта, 7 % мировых инвестиций, каждое 16-е рабочее место, 11 % мировых потребительских расходов [1,2].

Международный туризм в Узбекистане едва ли не самая перспективная отрасль народного хозяйства: она может стать главным источником роста ВВП и валютных поступлений. Желаящие посетить, например, Самарканд, Бухару и Хиву, по данным Всемирной Туристической Организации ежегодно составляет не менее 10 миллионов человек. Туристический потенциал — исторические, культурные, архитектурные и национальные ценности Узбекистана привлекают мир. Природные и историко-культурные достопримечательности Узбекистана определяют виды туристической деятельности. В республике разработана методология развития туризма с предоставлением 25 его видов, включая 300 видов туристических услуг [3].

В исторических городах Узбекистана — Ташкенте, Бухаре, Самарканде, Хиве и др. сохранились уникальные памятники архитектуры от древних времен до позднего средневековья. Многие из них являются произведениями мировой архитектуры, сохранившимися почти в первоначальном виде. Сегодня в республике насчитывается более 10000 памятников истории и культуры, из них на государственной охране находятся 7844 памятников: 3013 архитектурных, 3843 археологических, 998 монументальных, в том числе более 20 из них находятся под охраной ЮНЕСКО. Это на весь мир известные шедевры архитектурного искусства Востока и Средней Азии, такие как мечеть Биби-Ханым, ансамбль мавзолеев Шахи Зинда, площадь Регистан, городище Афросиаб, мавзолеи Гур-Эмир, Исмаила Самани и другие. Жемчужиной архитектурного гения можно считать Регистан, созданную в период правления внука Амира Темура — Мирзо Улугбека. Ансамбль площади образуют медресе Улугбека — 1417–1420 гг., медресе Шер-Дор — 1619–1636 гг., медресе



Тилиа-Кари — 1647–1660 гг. Архитектурные ансамбли Самарканда — непревзойденные памятники не только среднеазиатской архитектуры, но и мирового зодчества. Некрополь Шахи-Зинда XIV–XV вв. можно назвать музеем глазурированного декора и поливных изразцов, настолько разнообразны фасады мавзолеев [4].

Республика Узбекистан является одним из древних очагов всемирной цивилизации. Научно-практический интерес, в том числе и для мирового туризма, представляют средневековые памятники архитектуры с оригинально неповторимым причудливым облицовочным убранством. Для успешного решения проблемы не только сохранения, но и развития исторических городов, вопрос современного использования памятников архитектуры является одним из наиболее важных.

Признано, что наилучшая сохранность памятников может быть достигнута только при активной его службе на благо общества, ибо памятник архитектуры, утративший функцию, разрушается и морально и физически. По своей сущности архитектура — не только объект, способный вызвать у зрителей определенные чувства и настроение, архитектура тесно связана с жизнью общества, его взглядами и идеологией. Поэтому одним из основных путей сохранения памятника является то, что памятник должен обретать право на активную жизнь с обязательным сохранением своего исторического и художественного значения. Это требует разработки метода и путей научно-обоснованного приспособления.

Использование памятников архитектуры, кроме идеологического и эстетического аспектов, имеет и серьезную экономическую основу. Памятники могут активно использоваться для нужд современного общества, одновременно сохраняясь и принося государству значительный доход, потому, что только реконструкция и реставрация еще не гарантируют сохранности памятника архитектуры и участия его в жизни общества. В связи с этим более рациональным представляется использование в решении задач и проблем уже существующих знаний. Проблема использования историко-архитектурного наследия начинается с изучения и организации пространственной среды памятника, которая складывается из многих аспектов, требующих социального решения задач. Основными из них являются — «стыковка» старой застройки с новыми пространственными образованиями, транспортными коммуникациями, благоустройство и озеленение территорий памятника и т. д.

Одним из таких методов и путей решения этой проблемы, позволяющим историко-архитектурным памятникам древних городов Узбекистана дать «вторую жизнь и дыхание» является «световая реконструкция» и «световая архитектура». Световая архитектура не только «продлит» жизнь памятников в вечернее и ночное время, но и придаст им новый статус обретенного художественного образа [5].

Световая архитектура памятников старины Узбекистана практически не разработанная и малоизученная область исследования. С точки зрения «световой архитек-

туры» исторические памятники — это «вечный материал и интересный объект для исследования».

Искусственное освещение, получаемое современными осветительными приборами, имеет большие потенциальные возможности для световой реконструкции памятников старины, разработки и внедрения различных подготовленных проектов по художественной композиции замыслов архитекторов.

Искусственный свет, световая реконструкция, световая архитектура и применение современных осветительных приборов позволяет архитектурам совместно с инженерами-светотехниками, конструкторами по электронике, автоматике и других специалистов, создать художественные композиционные проекты, которые еще раз позволят в новом ракурсе подчеркнуть уникальность, величие и неповторимость историко-архитектурных памятников старины древних городов Узбекистана.

Для исследования и анализа проведения световой реконструкции исторических памятников, были взяты наиболее значимые и выразительные объекты разных эпох, а также эпохи «Тимуридов» в городах Ташкент, Бухара, Хива и Самарканд, где в основном сосредоточены туристические маршруты туроператоров и организаторов культурного досуга и жителей городов. При выборе объектов исследования были учтены различные факторы, в частности:

- малоизученность и неразработанность вопросов световой архитектуры;
- контраст исторических памятников с элементами современной городской застройки;
- компактность их расположения в центральных многолюдно посещаемых районах городской черты.

#### **Объекты исследования:**

- в городе Ташкенте — ансамбли мечети «Джами» (соборная мечеть) и медресе «Кукельдош» (духовная семинария);
- в городе Бухаре — ансамбли мавзолеев «Саманидов», памятники «Чашма Аюб» (Целебный источник);
- в городе Хиве — комплекс минаретов ансамбля «Ичан — Кала»;
- в городе Самарканде — комплекс «Памятник Амиру Тимуру», мавзолей «Рухабод», «Гур-Эмир», ансамбль «Регистан», мечети «Биби-Ханум» и «Хазрати Хызр», некрополь Шахи-Зинда и комплекс «Обсерватории Улугбека».

Учитывая разрозненность и специфику расположения объектов памятников архитектуры древности Узбекистана исследования проводились в два этапа:

- на первом этапе — изучены древние памятники архитектуры Ташкента, Бухары и Хивы;
- на втором этапе — древние памятники архитектуры Зеравшанской долины (г. Самарканд).

Для решения поставленных перед нами задач был использован комплекс методов исследования, обоснованный на диалектическом пути познания — от наблюдения через обобщение к практике. Методика определила

способ и последовательность проведения работы:

- а) обзор и анализ специальной литературы;
- б) натурные обследования;
- в) сравнительно-сопоставительный анализ материалов исследования;
- г) обобщение натуральных и научных материалов;
- д) разработка научно-практических рекомендаций и предложений.

Для разработки световой архитектуры и подготовки рекомендаций по выбору и локальной установке современных осветительных приборов на выбранных объектах историко-архитектурных памятниках Ташкента, Бухары, Хивы и Самарканда была проведена большая работа предварительного-теоретического начального этапа исследования компьютерной версии проектирования световой архитектуры.

Привлечение современной технологии (программа 3 Ds MAX) позволило создать трехмерную графическую модель элемента комплекса или ансамбля объекта и рекомендовать к использованию типы освещения.

В настоящее время светотехнические проекты становятся все сложнее. Системы освещения должны обеспечивать оптимальное и равномерное освещение объектов без ослепляющего эффекта, к тому же они должны

соответствовать нормам освещения. 3 Ds MAX на сегодняшний день является одной из лучших программ по светотехническому расчету и визуализации сложных трехмерных объектов. Возможности программы ничем не ограничены, это универсальный продукт трехмерного моделирования. Программа позволяет производить расчет освещения с высокой точностью результатов.

На рис. 1. представлена компьютерная версия светотехнического расчета и визуализации сложного трехмерного универсального моделирования архитектурных объектов исследования (на примере объектов г. Самарканда).

На рис 2 представлены выбранные и изученные объекты исследования в городах Ташкента, Бухары, Хивы и Самарканда.

В таблицах № 1 и 2 обобщены и представлены итоговые результаты локальной установки современных осветительных приборов на особо значимых элементах выбранных объектов исследования.

Световая реконструкция, внедрение продуманных художественно-композиционных сценариев показывает зрелищно-эффективные результаты на фоне яркого контраста памятников древней старины и городской застройки современных городов, какими являются Ташкент, Бухара, Хива и Самарканд.

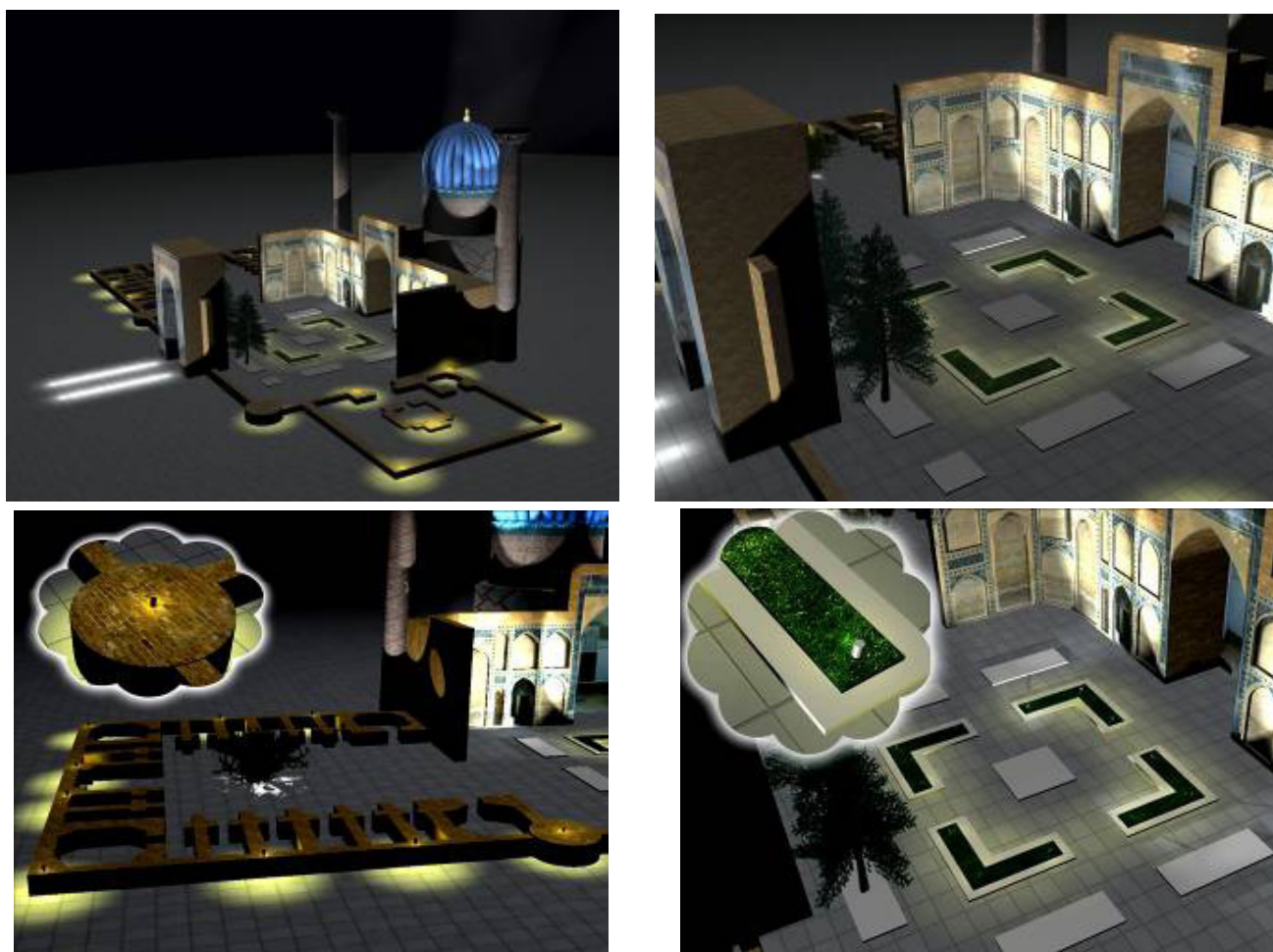


Рис 1. г. Самарканд. Ансамбля Гур-Эмир (проект-предложение)



г. Ташкент. Мечеть Джами



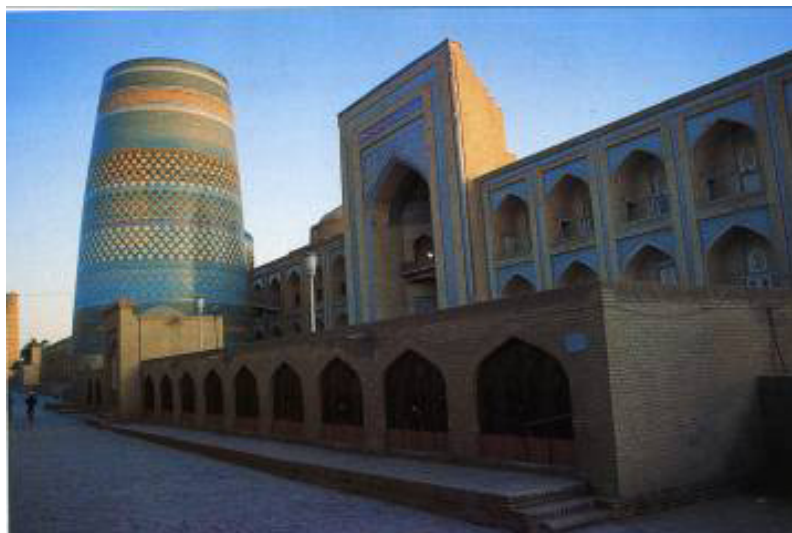
г. Ташкент. Медресе Кукельдош



г. Бухара. Мавзолей Саманидов



г. Бухара. Памятник Чашма Аюб (справа)



г. Хива. Ансамбль минаретов Ичан Кала



г. Самарканд. Мавзолей Рухабад



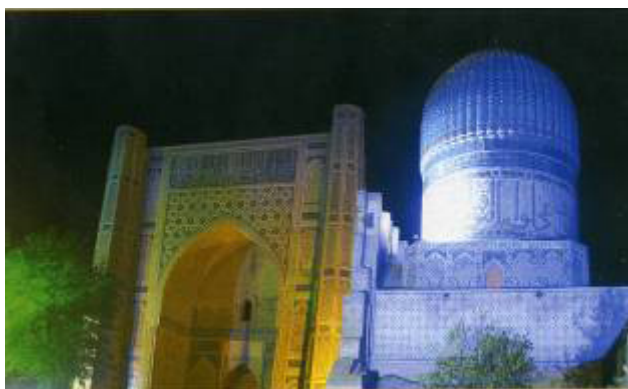
г. Самарканд. Ансамбль Гур-Эмир



г. Самарканд. Памятник Амиру Тимуру



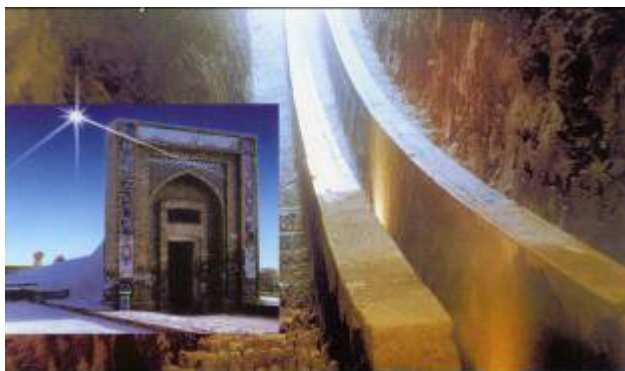
г. Самарканд. Ансамбль Регистан



г. Самарканд. Соборная мечеть Биби-Ханым



г. Самарканд. Ансамбль Шахи-Зинда (справа)



г. Самарканд. Обсерватория Улугбека



Рис. 2. Объекты исследования

Таблица 1. Место локальных установок некоторых современных осветительных приборов на историко-архитектурных комплексах памятников в городах Ташкент, Бухара и Хива

| Осветительные приборы  | Характеристика локального объекта освещения   |
|--|---|
| Прожекторы заливающего света на основе ксеноновых, натриевых и йодных ламп | Входной портал мечети «Джами» и медресе «Кукельдош»; фасады зданий мавзолея «Саманидов» (с 4-х сторон) и сооружения памятника «Чашма Аюб» (с 3-х сторон — с парадной и боковых сторон); входные порталы мечетей на «улице пяти минаретов» Ичан-Калы |
| Полупроводниковые светодиодные прожекторы направленного действия           | Фасады зданий медресе «Кукельдош» и наружные стены мечети «Джами»; наружные стены мечетей на улице пяти минаретов Ичан-Калы   |

|  |   |
|--|---|
| Светодиодные прожекторы — светильники с встроенными цветными ингредиентами         | Купола мечети «Джами»; Средний купол памятника «Чашма Аюб»  |
| Полупроводниковые прожекторы с индикаторами  | Два угловых минарета медресе «Кукельдош», облицованные глазурованными плитками; каждый из пяти минаретов Ичан-Калы для получения индивидуально отдельной подсветки  |
| Грунтовые светодиодные приборы — «светящиеся дорожки»                              | Дорожки, ведущих от центра ансамбля площади Регистан (в Ташкенте) к мечети «Джами» и медресе «Кукельдош»; пешеходные дорожки, ведущие от центра парка к мавзолею «Саманидов» и памятнику «Чашма Аюб»; «улице пяти минаретов» от минарета Палван-Кари до минарета Кальта-Минор |
| Освещение стен светильниками со скрытым заливающим светом                          | Интерьер худжр, классных комнат медресе «Кукельдош» и помещение мечети «Джами»  |
| Светильники-фонари-столбики в виде «светящихся дорожек»                            | Весь периметр обширного двора медресе «Кукельдош» даст ощущение гармонии пространства и взаимодействия с помещениями медресе — худжрами, учебным классом и мечетями   |
| Ретро-фонари   | Увеличение или уменьшение шаг места локальных установок в зависимости от сочетания и взаимодействия с другими осветительными приборами, установленными на разных элементах объекта исследований   |
| Светильники с рассеивающим светом  | Газоны с цветниками, примыкающие к мечети «Джами»; газоны с цветниками, примыкающие к мавзолею «Саманидов» и памятнику «Чашма Аюб»  |
| Светильники с ртутными лампами с белохолодным и зеленоватым светом                 | Декоративные деревья и кустарники мечети «Джами» и медресе «Кукельдош» будут весьма гармонировать с цветом зелени   |
| Грунтовые светильники  | Декоративные деревья участка парка, ведущие к мавзолею «Саманидов» и к памятнику «Чашма Аюб»  |
| Люминесцентные лампы типа ДРЛ  | Внутренний интерьер мавзолея «Саманидов» и сооружения памятника «Чашма Аюб»   |
| Светодиодный дюралайт — гибкий шнур (разные цвета)                                 | Обеспечение необходимыми цветами всех элементов магического квадрата в углах арок мавзолея «Саманидов» и для «чтения» (расшифровки) «космограммы»   |
| Светильники с заливающим светом в цветосветовом исполнении для подсветки под водой | Освещение водоема вблизи мавзолея «Саманидов» и памятника «Чашма Аюб»   |
| Волоконо-оптический светильник   | Придание эффектности и привлекательности окантовки водоема вблизи мавзолея «Саманидов» и памятника «Чашма Аюб»  |

Таблица 2. Место локальных установок некоторых современных осветительных приборов на историко-архитектурных комплексах памятников города Самарканда

| Осветительные приборы                                | Характеристика локального объекта освещения  |
|--|--|
| Галогенные прожекторы                                | Фасады мавзолея «Рухабад»; главный портал комплекса ансамбля Шахи-Зинда; фасады музея Мирзо Улугбека   |
| Прожекторы заливающего света                         | Лицевой фасад мавзолея «Рухабад»; портал обсерватории Мирзо Улугбека   |
| Светильники маркировочного и декоративного освещения | Скверы и площадки комплекса ансамбля Гур-Эмир и «Рухабад»  |
| Ретро-фонари   | Скверы и площадки комплекса ансамбля Гур-Эмир и «Рухабад»; «Сад поэтов» площади Регистан; тротуары и дорожки, ведущие от шоссе к главному portalу мечети «Биби Ханум» и мавзолею «Биби Ханум»; (80÷100 метров) тротуары, прилегающие к шоссе и ведущие к памятнику Мирзо Улугбека; окрестности мечети Хазрати-Хызр |

|  |   |
|--|---|
| Светильники отраженного света  | Скверы, площадки и газоны комплекса ансамбля Гур-Эмир и «Рухабад»; площадки, прилегающие к месту раскопки обсерватории Мирзо Улугбека   |
| Грунтовые светильники  | Декоративные деревья комплекса ансамбля Гур-Эмир и «Рухабад»; архитектурная композиция «Шелковый путь» на площади Регистан; газоны и цветники всего комплекса Биби Ханум; дорожки, ведущие от обсерватории Мирзо Улугбека до шоссе (стоянка автобуса, транспорта и т. д.) в виде спускающегося вниз каскада лестниц |
| Ландшафтные светильники-столбики (в виде «светящей дорожки»)   | Газоны и клумбы комплекса ансамбля Гур-Эмир и «Рухабад»; лестничная аллея, ведущая вверх от памятника Мирзо Улугбеку к музею обсерватории   |
| Навесные светильники заливающего освещения   | Архитектурная композиция «Шелковый путь» на площади Регистан; пюпитр для Корана мечети Биби Ханум   |
| Светильники с рассеивающим светом  | Газоны с цветниками на площади Регистан   |
| Светильники и прожекторы с различной цветовой гаммой на светодиодах  | Комплекс ансамблей медресе на площади Регистан  |
| Полупроводниковые светодиодные прожекторы направленного действия   | Главный входной портал мечети Биби Ханум  |
| Светодиодные прожекторы с индикаторными элементами   | Угловые минареты главного портала мечети Биби Ханум   |
| Светодиодные прожекторы  | Мавзолей Биби Ханум   |
| Полусферические светильники  | Входной портал мечети Хазрати-Хызр  |
| Светильники, испускающие отраженный свет   | Три здания мечети комплекса ансамбля Биби Ханум   |
| Светодиодные светильники — прожекторы с встроенными ингредиентами  | Купола мечетей комплекса ансамбля Биби Ханум  |
| Галогенная лампа   | Наземный купол обсерватории Мирзо Улугбека  |
| Ландшафтные светильники-столбики   | Дорожки, газоны, клумбы и подъездные пути, ведущие к главному portalу комплекса ансамбля Шахи-Зинда   |
| Светильники малой мощности «сопровождающего» или «маркировочного» освещения на основе волоконно-оптической технологии  | Изгибы лестничных дорожек, ведущих к памятнику Мирзо Улугбека   |
| «Динамическое освещение» прожекторами заливающего света под разными углами   | Памятник Мирзо Улугбеку   |
| Светильники «светящиеся дорожки»   | Дорожки к мавзолею Биби Ханум   |
| Светильники «светлячки» светящей дорожки, снабженные солнечной батареей и аккумуляторами   | Дорожки-подход к главному portalу мечети Биби Ханум от шоссе  |
| Светодиодные модули в виде гирлянд, занавесей и «световых дождей»  | Освещение глубины обсерватории Мирзо Улугбека и «дорожки», по которой перемещался астрономический прибор — угломер-квадрант   |
| Направленные светильники-прожекторы заливающего света (с прилагающим комплектом фокусирующих, рассеивающих и цветных линз, позволяющим плавно менять цвет здания — «разбрасывать на нем звезды» и прокладывать «млечные пути») | Для верхней купольной части и минарета мечети Хазрати-Хызр  |
| «Светящиеся дорожки» из прозрачных «булыжников» со светодиодной лампой   | Дорожки, ведущие от площади Регистан к медресе Мирзо Улугбека, медресе Шер-Дор, медресе Тилля-Кари; для нижнего подсвечивания в вечернее время суток тротуаров и пешеходных дорожек, ведущих вниз от мечети Хазрати-Хызр в сторону главного портала ансамбля Шахи-Зинда   |
| Прожекторы с встроенной лампой с изменяющей цветовой подсветкой  | Фонтаны на площади Регистан   |

|   |  |
|---|--|
| Светильники на светодиодах (разноцветное освещение, динамические и музыкальные эффекты) | Фонтаны комплекса ансамбля Гур-Эмир и «Рухабад»                              |
| Прожекторы для освещения «струй» и «каскадов» подводного светового потока               | Фонтаны комплекса ансамбля Гур-Эмир и «Рухабад»                              |
| Рефлекторы для освещения композиций из водных струй                                     | Фонтаны комплекса ансамбля Гур-Эмир и «Рухабад»                              |
| Прожекторы для освещения отдельных струй  | Фонтаны на площади Регистан; фонтаны комплекса ансамбля Гур-Эмир и «Рухабад» |

Комплексная многоплановая методика исследования в сочетании с компьютерной версией проектирования световой архитектуры историко-архитектурных памятников позволило решить целый ряд теоретических и практических задач по световой архитектуре: систематизировать перечень современных средств искусственного освещения и места локальных установок осветительных приборов, разработать и подготовить рекомендации по световой архитектуре для каждого объекта. При этом комплексно решены вопросы взаимосвязи световой архитектуры основных объектов исследования с ландшафтом скверов, фонтанов, цветников, клумб и др. [6].

Известно, что во многих современных развитых зарубежных странах «жизнь городов» не прекращается с наступлением сумерек — города живут и днем и ночью. Это достигается благодаря искусственному освещению, как средству световой архитектуры для просмотра творения строителей, зодчих, архитекторов и народных умельцев.

Следует отметить, что световая архитектура как новое научное направление в архитектуре, градостроительстве и городской застройке непостоянна и динамично разви-

вается. В последние десятилетия известные архитекторы ряда западных стран (Франции, США, Японии, Англии, России и других стран) создают оригинальные световые образы своих сооружений. По их прогнозам «освещение городов» превратится однажды в целое направление нового искусства, где архитектура, живопись и электротехника предложат миру невиданные прежде шедевры, и что освещение приведет к новым выводам в области архитектуры и планировки [7]. Уже сейчас в ведущих странах, используя новейшие технологии, специалисты находят нетрадиционные подходы в освещении городского пространства и новые приемы построения светового образа.

Таким образом, внедрение элементов световой архитектуры на историко-архитектурных памятниках древних городов Узбекистана приводит к тому, что к материальным ценностям всех объектов, составляющих городскую среду в исторических городах, добавляется историко-художественная композиция нового облика объектов исследования, создаваемая на основе «световой реконструкции» и «световой архитектуры». Это положение является составляющим компонентом культурного наследия.

#### Литература:

1. Таксанов А. Оценка экономического воздействия туризма на развитие национальной экономики. Экономический Вестник Узбекистана, № 9, 2001, с. 58–61.
2. Таксанов А. Компоненты узбекского турпродукта. Экономический Вестник Узбекистана, № 9, 2002, с. 56–60.
3. Тураев Б. Х. Теоретико-методологические основы развития туризма. — Ташкент: Издательство «ФАН» Академии наук Республики Узбекистан, 2008 г., с. 166.
4. Салимов А. М. Сохранение и использование памятников архитектуры Узбекистана. — Ташкент: Издательство «ФАН» Академии наук республики Узбекистан, 2009 г., с. 287.
5. Камалова Д. З. Основы формирования и принципы комплексного решения световой архитектуры архитектурных памятников и ансамблей исторических городов Узбекистана. — Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры: Ташкент, 2012 г.
6. Уралов А. С., Камалова Д. З. Рекомендации по световой архитектуре памятников архитектуры города Самарканда. Самарканд, 2009 г.
7. Щепетков Н. И. Световой дизайн города. — Москва: «Архитектура-С», 2006 г.



## Микроконтроллер STM32F4 как элемент информационно-измерительной системы для исследования поля давления волны электрического взрыва проводников

Канцедалов Дмитрий Александрович, аспирант  
Волгоградский государственный технический университет

Суркаев Анатолий Леонидович, кандидат технических наук, доцент;

Гольцов Анатолий Сергеевич, доктор технических наук, профессор

Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета

*Представлена структура информационно-измерительной системы для экспериментального исследования поля давления ударно-акустической волны, возникающей при электрическом взрыве металлического проводника (ЭВП). Использование микроконтроллера серии STM32F4 позволяет задействовать большее (16) количество каналов измерения, что способствует более детальному описанию физического процесса ЭВП.*

**Ключевые слова:** микроконтроллер, электрический разряд, электрический взрыв проводников, ударно-акустическая волна, конденсированная среда.

Импульсный высоковольтный разряд в конденсированных диэлектрических средах находит широкое применение в современных фундаментальных научных исследованиях, при решении физико-технических задач в технологических процессах машиностроения для создания мощных импульсных воздействий на объект [1, 2]. Интерес к высокоэнергетическим импульсным воздействиям на вещество связан с физическими особенностями протекания электрического взрыва проводников. Многочисленные технические применения электрического взрыва (дробление, очистка литья, штамповка, запрессовка труб, получение нанопорошков и т. д.) требуют установления ряда закономерностей при протекании процесса ЭВП и способствуют развитию дальнейших разработок и внедрению новых перспективных технологий. В этой сфере одним из важных вопросов является исследование распределения поля ударно-акустической волны, генерируемой электрическим взрывом проводника. Данная работа является продолжением ранее опубликованной [3].

Целью работы является разработка элементов информационно-измерительной системы (ИИС) с использованием микроконтроллера STM32F4 для экспериментального исследования поля давления ударно-акустической волны ЭВП в конденсированной среде.

Одним из основных параметров ЭВП в конденсированных средах является давление генерируемой ударно-акустической волны [4, 5]. Измерение амплитуды, профиля и формы нарастания фронта импульсного давления волны является сложной задачей, для решения которой используются различные методики и предлагаются различные математические модели. Как составная часть ИИС для реализации ЭВП в работе используется энергетическая установка (ЭУ), имеющая следующие параметры: емкость конденсаторного накопителя  $C = 320$  мкФ; задаваемое максимальное напряжение накопителя  $U_0 = 2$  кВ; энергия конденсаторного накопителя  $W_C = 640$  Дж; индуктивность  $L = 76$  нГн, активное сопротивление разрядной электрической цепи  $R = 2$  Ом. Разрядный ток  $I(t)$  и на-

пряжение на взрывающемся проводнике  $U(t)$  как функции времени регистрировались поясом Роговского и высокоомным делителем, соответственно, с использованием цифрового запоминающего осциллографа. Для обеспечения полноты получаемой информации о ЭВП и распределении поля давления волны необходимо в структуре ИИС наличие достаточного количества измерительных каналов для возможности математической интерпретации полученных результатов с допустимой погрешностью.

На рис. 1 представлена структурная схема ИИС для исследования поля давления волны при электрическом взрыве проводников на основе микроконтроллера STM32F4, где ПО1 — программа обработки измерительной информации на ЭВМ; ПО2 — программное обеспечение микроконтроллера для связи с ЭВМ (обработка команд, передачи данных); БЗ — блок запуска; ГИТ — генератор импульсного тока; ВК — взрывная камера, заполненная диэлектрической жидкой средой; ОН — ограничитель напряжения; ППД — пьезокерамический преобразователь давления; ВКФ — взрывающаяся кольцевая фольга; КЭ — кольцевой электрод; ЦЭ — центральный электрод. В качестве регистратора давления ударно-акустической волны ЭВП во взрывной камере с конденсированной средой, использовались пьезокерамические преобразователи группы цирконат-титанат свинца (ЦТС-19) [6,7]. В силу того, что величина генерируемого напряжения (сигнала с ЦТС) может достигать 150 В, используется схема делителя напряжения с применением защитного диода — ограничителя напряжения (рис. 2), где  $U_{с.д.}$  — напряжение срабатывания диода, VD — защитный диод (SMBJ5.0CA). Ограничитель напряжения позволяет защитить микросхему (STM32F4) от возможных высоковольтных импульсов.

Применение ИИС позволяет измерять поле давления волны по 16-ти измерительным каналам благодаря использованию микроконтроллера серии STM32F4. Благодаря 168-ми МГц таймерам, а также трем 12-битным АЦП частотой  $\nu = 2,4$  МГц каждый, данный микроконтроллер

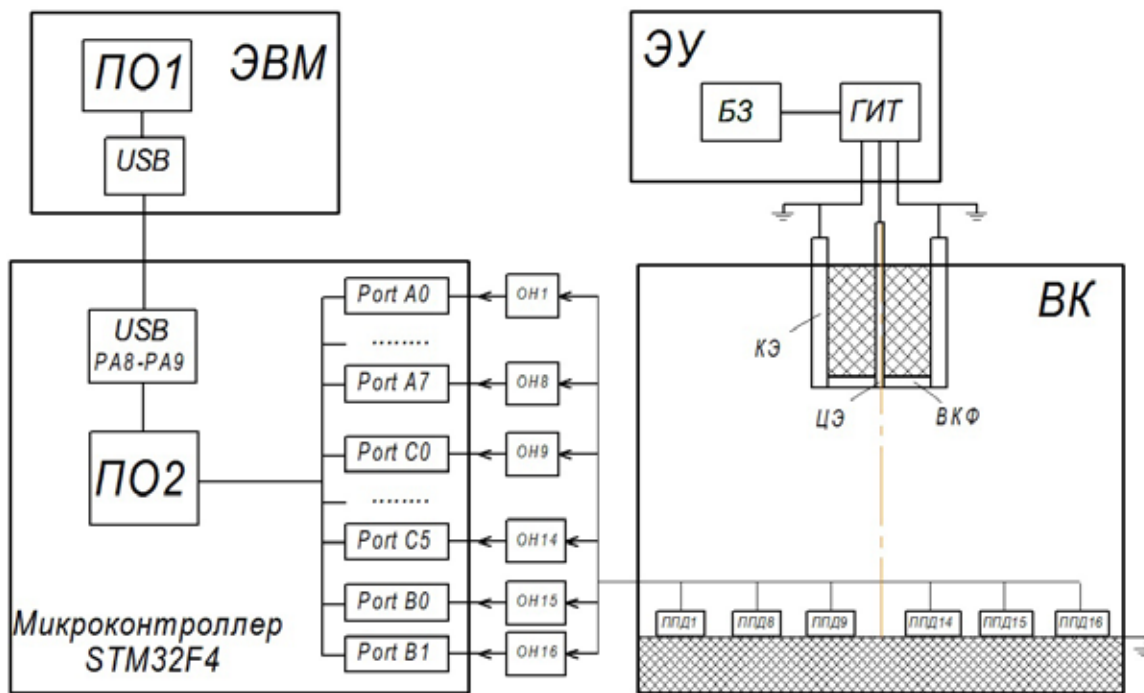


Рис. 1. Структурная схема информационно-измерительной системы

позволяет одновременно фиксировать показания с 16 датчиков (с аналоговым выходом) с частотой дискретизации  $\nu_d = \nu/5 = 0,48$  МГц по каждому измерительному каналу. Согласно теореме Котельникова (теореме отсчетов), если непрерывный сигнал имеет спектр, ограниченный частотой  $\nu_m$ , то он может быть полностью и однозначно восстановлен по его дискретным отсчетам, взятым с частотой строго больше удвоенной  $\nu_m: \nu_d > 2 \cdot \nu_m$  где  $\nu$  — частота дискретизации (скорость работы АЦП);  $\nu_m$  — максимальная частота спектра сигнала. Длительность ЭВП составляет порядка  $\tau = 120$  мкс, следовательно, условие теоремы выполняется, таким образом, сигнал по каждому измерительному каналу можно будет идентифицировать с последующим построением АЧХ.

Эксперименты проводились с металлическим проводником в виде плоской кольцевой фольги, ток разряда по которой протекал в радиальном направлении, в ре-

жиме близким к согласованному [8]. На рис. 3 представлены характерные осциллограммы разрядного тока и давления ударно-акустической волны электрического взрыва плоской кольцевой фольги в замкнутой взрывной камере с конденсированной средой (дистиллированная вода). Полученные осциллограммы давления волны ЭВП по всем 16-ти измерительным каналам позволят математически описать расходящейся волновой фронт кольцевой геометрии ударно-акустической волны ЭВП (плоской кольцевой фольги).

Таким образом, в работе представлена структура ИИС для исследования поля давления волны электрического взрыва проводника (кольцевой фольги) на основе микроконтроллера серии STM32F4. Применение представленной ИИС позволяет обеспечить получение более достоверной информации о поле давления ударно-акустической волны, возникающей вследствие ЭВП.

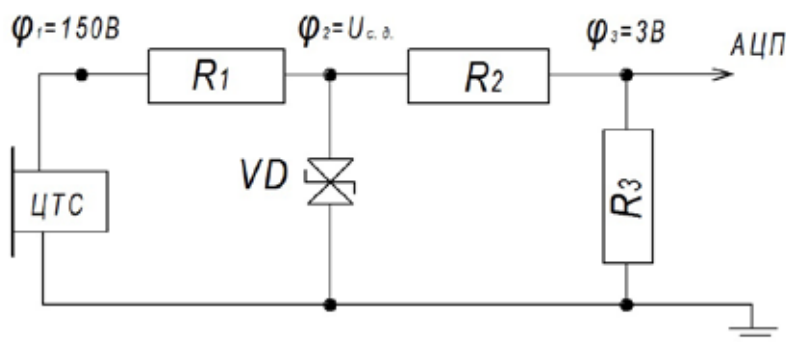


Рис. 2. Схема ограничителя напряжения

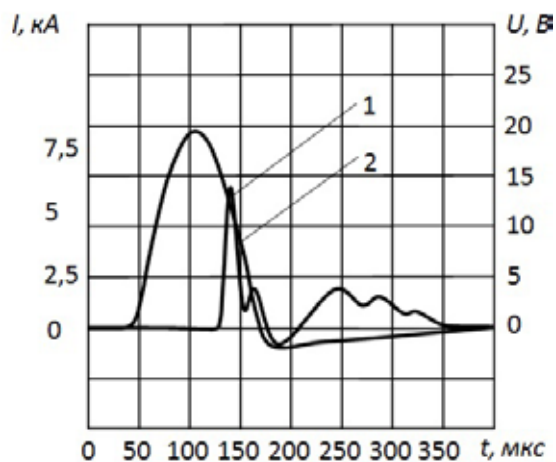


Рис. 3. Осциллограммы разрядного тока (2) и давления ударно-акустической волны ЭВП (1)

Литература:

1. Бурцев В. А., Калинин Н. В., Лучинский А. В. Электрический взрыв проводников и его применение в электрофизических установках. — М: Энергоиздат, 1990. — 289 с.
2. Кривицкий Е. В. Динамика электровзрыва в жидкости / Е. В. Кривицкий. — Киев: Наукова думка, 1986. — 205 с.
3. Канцдалов Д. А. Экспериментальное исследование поля давления ударно-акустической волны при электрическом взрыве кольцевой фольги / Канцдалов Д. А., Суркаев А. Л., Гольцов А. С. // Молодой учёный. — 2012. — № 12, т. I. — С. 71–73.
4. Суркаев А. Л. Экспериментальное исследование поля давления электрического взрыва плоской кольцевой фольги / Суркаев А. Л., Усачев В. И. // Письма в ЖТФ. — 2013, том 39, вып.16. — С. 64–70.
5. Русских А. Г., Орешкин В. И., Лабецкий А. Ю. Исследование электрического взрыва проводников в зоне высокого давления сходящейся ударной волны. ЖТФ, 2007, Т.77, вып.5, С. 35–40.
6. Суркаев А. Л., Муха Ю. П., Кумыш М. М., Усачев В. И. Градуировка пьезокерамического преобразователя методом магнитодинамического взаимодействия параллельных импульсных токов. // VIII Всерос. научно-практ. конф. «Инновационные технологии в обучении и производстве» Камышин, 23–25 нояб. 2011 год. Том 1. С. 158–162.
7. Суркаев А. Л., Кумыш М. М., Усачев В. И. Методика исследования электрического взрыва цилиндрического проводника и кольцевой фольги // Известия ВолгГТУ: межвуз. сб. науч. ст. 6 (93) / ВолгГТУ. — Волгоград, 2012. — С. 74–78 (сер. Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь. Вып. 6).
8. Суркаев А. Л., Кумыш М. М. К вопросу об условиях оптимальности режимов электрического взрыва кольцевой фольги. // II Международная научно-практ. конф. «Дни науки — 2007» (апрель 2007 г.) www.rusnauka.com., г. Белгород.

### Потребительские предпочтения питьевого молока в Челябинске

Кондратьева Анастасия Валентиновна, студент;

Прохасько Любовь Савельевна, кандидат технических наук, доцент;

Мазаев Алексей Николаевич, аспирант

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет) (г. Челябинск)

Молоко и молочные продукты являются неотъемлемой составляющей нашего рациона питания. На протяжении веков человек пытается сохранить молоко

в его первозданном виде, сберечь его полезные свойства, если не в полной мере, то с минимальными потерями [1–4]. На кафедре проводятся исследования потребитель-

ских предпочтений молочных продуктов [5–10]. Полученные данные анализируются и активно используются для моделирования инновационных молочных продуктов с заданными характеристиками [11, 12].

Целью нашего исследования было проведение анализа потребительских предпочтений на рынке молока. Для реализации этой цели было проведено анкетирование, в котором приняли участие 102 человека. Основную массу опрошенных составляли люди в возрасте от 18 до 29 лет — 65 человек, от 30 до 39—22 человека, от 40 до 49—9 человек, и старше 50—8 человек. Из них 35 — мужского пола, 68 — женского.

Для начала мы выяснили, молоко с какой массовой долей жира предпочитают покупать наши респонденты. Наиболее привлекательным оказалось молоко с массовой долей жира 2,5% — так проголосовали 59% опрошенных. Обратим внимание, что обезжиренное молоко приобретает 1 респондент из 102 человек участвующих в исследовании. Результаты опроса представлены на рис. 1.

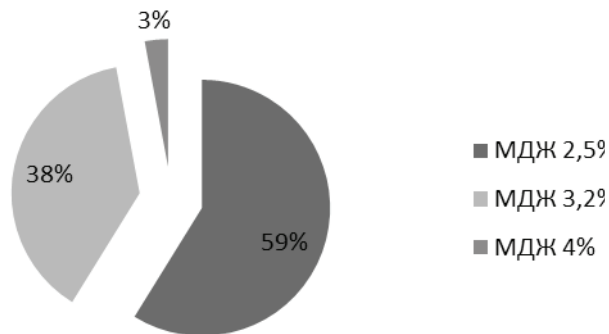


Рис. 1. Зависимость предпочтений от массовой доли жира молока

В результате анкетирования выяснилось, что ежедневно употребляют в пищу молоко 50% опрошенных (52 человека), еще 33% употребляют молоко 2–3 раза в неделю, 12% — раз в неделю, а 5% практически не использует молоко в своем рационе. Результаты анкетирования представлены на рис. 2.



Рис. 2. Частота употребления молока

Большая часть респондентов, а именно 71% (72 человека), предпочитают покупать молоко в супермаркетах (возле дома). Это связано с большим доверием контролю качества продукции в данных торговых предприятиях [13–15]. При этом 98% опрошенных респондентов обращают внимание на срок годности при покупке молока. Среди факторов, на которые в первую очередь обращают внимание потребители при выборе молочной продукции, срок годности является первостепенным. Так ответили 63% респондентов. Наиболее незначительным фактором при выборе молочной продукции является упаковка, за нее проголосовали всего 3% респондентов. Результаты исследования представлены на рис. 3.

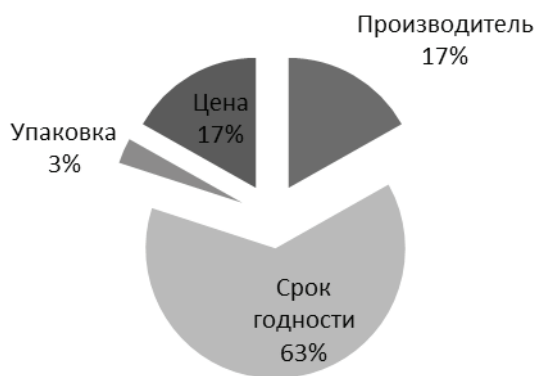


Рис. 3. Определяющие факторы при покупке молочной продукции

Несмотря на то, что потребители уделяют внимание упаковке последнее место, в то же время, упаковка молока имеет большое значение. От того, в какую упаковку разлито молоко, зависит, как долго оно останется полезным и безопасным для употребления. 44% опрошенных респондентов ответили, что упаковка молока влияет на их выбор. Предложив потребителям несколько вариантов упаковки, мы выяснили, что наибольшей популярностью пользуется «картонный пакет» — 64% опрошенных. Результаты опроса представлены на рис. 4. Такая упаковка используется более чем для половины всей выпускаемой жидкой молочной продукции. Ее преимуществами является легкость, компактность, прочность, а так же, что немаловажно — экологичность. Картон подходит для вторичной переработки. Приобретение разливного молока респонденты не указали.

Так же для сохранности молока немаловажны способы обработки молока. Проведя анкетирование, мы выяснили, что 74% респондентов знают, чем отличаются способы обработки молока, 17% не знают и 10% затрудняются ответить. 81% респондентов предпочитают употреблять пастеризованное молоко, 5% — стерилизованное, 4% — ультрапастеризованное и 10% респондентов затруднились ответить.

Выбирая производителей молока, потребители молочной продукции отдали свое предпочтение отечественному производству. Так проголосовали 86%



Рис. 4. Виды упаковки молока



Рис. 5. Предпочтение производителей молока

респондентов, из них 60% приобретают продукцию региональных производителей, 7% выбрали импортных производителей. Наибольшее предпочтение респонденты отдают двум производителям: «Первый вкус» (Челябинский городской молочный комбинат) и «Чебаркульское» (Чебаркульский молочный завод), 35% и 32% соответственно. Третье место занимает ТМ «Простоквашино» (основной поставщик в г. Челябинск является Шадринский завод) — 20% респондентов. Наименьшей популярностью пользуются такие марки как «Золотые луга», «Домик в деревне», «Веселый молочник». Результаты потребительских предпочтений представлены на рис. 5.

В целом молочная продукция у потребителей характеризуется с положительной стороны. Продукция региональных производителей пользуется большим доверием. Сегодня на выбор покупателей оказывают влияние изменения в законодательстве: в декабре 2008 года вступил в силу ФЗ № 88 «Технический регламент на молоко и молочную продукцию». Документ устанавливает требования к безопасности молока и молочной продукции, а также к терминологии, упаковке, маркировке молочной продукции, включая требования к информации о наименовании, составе и потребительских свойствах.

Литература:

1. Кондратьева А. В., Ярмаркин Д. А., Прохасько Л. С., Асенова Б. К., Залилов Р. В. Новые технологии обработки молочной продукции (на примере молока коровьего питьевого). Молодой ученый. 2013. № 10. С. 146–149.
2. Ребезов М. Б., Наумова Н. Л., Альхамова Г. К., Лукин А. А., Хайруллин М. Ф. Экология и питание. Проблемы и пути решения. Фундаментальные исследования. 2011. № 8–2. С. 393–396.
3. Rebezov M. B., Naumova N. L., Lukin A. A., Alkhamova G. K., Khayrullin M. F. Food behavior of consumers (for example, Chelyabinsk). Вопросы питания. 2011. № 6. С. 23.
4. Альхамова Г. К., Ребезов М. Б., Максимюк Н. Н., Талев Б. Н. Качество и безопасность молочного сырья // Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания: мат. IV междунар. научн.-практ. конф. Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2010. С. 278–281.
5. Наумова Н. Л., Ребезов М. Б. Микроэлементный статус челябинцев как обоснование развития производства обогащенных продуктов питания. Фундаментальные исследования. 2012. № 4–1. С. 196–200.
6. Ребезов М. Б., Наумова Н. Л., Альхамова Г. К., Кожевникова Е. Ю., Сорокин А. В. Конъюнктура предложения обогащенных молочных продуктов на примере Челябинска Молочная промышленность. 2011. № 8. С. 38–39.
7. Наумова Н. Л., Ребезов М. Б., Варганова Е. Я. Функциональные продукты. Спрос и предложение (монография) Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2012. 78 с.
8. Ребезов М. Б., Наумова Н. Л., Хайруллин М. Ф., Альхамова Г. К., Лукин А. А. Изучение отношения потребителей к обогащенным продуктам питания. Пищевая промышленность. 2011. № 5. С. 13–15.
9. Альхамова Г. К., Ребезов М. Б., Амерханов И. М., Мазаев А. Н. Анализ потребительских предпочтений при выборе творожных продуктов. Молодой ученый. 2013. № 3. С. 13–16.
10. Альхамова Г. К., Максимюк Н. Н., Наумова Н. Л., Амерханов И. М., Зинина О. В., Залилов Р. В. Новые творожные изделия с функциональными свойствами (монография) Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2011. — 94 с.
11. Ребезов М. Б., Несмеянова О. В. Технология получения новых кисломолочных и мясных биопродуктов функционального назначения на основе поликомпонентных смесей (патентный поиск) // Экономика и бизнес. Взгляд молодых: мат. междунар. заочной научн.-практ. конф. молодых ученых, 3 декабря 2012 г. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012. С. 263–265.

12. Прохасько Л. С., Ребезов М. Б., Асенова Б. К., Зинина О. В., Залилов Р. В., Ярмаркин Д. А. Применение гидродинамических кавитационных устройств для дезинтеграции пищевых сред. Сборник научных трудов Sworld. 2013. Т. 7. № 2. С. 62–67.
13. Кожевникова Е. Ю.; Ребезов М. Б., Кожемякина А. Е., Нагибина В. В. Разработка мероприятий по предотвращению потерь (на примере торговой сети). Молодой ученый. 2013. № 5. С. 317–321.
14. Кожевникова Е. Ю., Солнцева А. А., Четверикова А. А., Ребезов М. Б. Контроль качества и безопасности товаров собственной торговой марки // Ғылым. Білім. Жастар, Алматы технологиялық университетінің 55-жылдығына арналған республикалық жас ғалымдар конференциясы. Алматы: АТУ, 2012. Б. 152–153.
15. Кожевникова Е. Ю., Ребезов М. Б. Анализ проблемы качества в торговых сетях. // Современная торговля: теория, практика, перспективы развития: мат. второй междунар. инновационной научно-практ. конф. [Эл. ресурс]. Часть I. М.: Издательство МосГУ, 2013. С. 155–156.

## Приливные электростанции

Владимир Крживка, докторант  
Чешский технический университет в Праге

*В данной статье рассматриваются приливные электростанции как альтернативный экологический источник энергии, показана их история, развитие, достоинства и недостатки. На примере одной из электростанций приводится расчет годовой производимой мощности, в конце статьи представлены примеры известных приливных электростанций и пути дальнейшего развития.*

Страны в Европе, не имеющие выход к морю, знают о морских приливах — точнее о уникальном природном феномене прилива — только в теории. Это явление даже у древних цивилизаций не заслуживало большого внимания. Плиний Старший и Страбон уже о зависимости между фазами Луны и приливах знали, но греческие, финикийские и римские пловцы, за малым исключением, с явлениями приливов и отливов в своей практике не встречались. Зато рыбаки с Атлантического побережья Европы были знакомы с приливами и отливами очень хорошо, поскольку должны выходить в море ежедневно в любую погоду, чтобы прокормить свои семьи [1].

На западном побережье Европы разность уровней воды в периоды прилива и отлива достигает нескольких метров, а в некоторых шотландских заливах даже больше 10 метров. Большое влияние на уровень воды имеет форма прибрежной зоны. Высокий уровень воды при приливе образуется, когда поднимающаяся вода выталкивается в длинный узкий залив. Классическим примером такого прилива является прилив в заливе Фанди (Канада), вода поднимается там до полных 20 м [1].

Когда европейцы стали отправляться в мореплавание в Атлантический и другие океаны, знания о приливах стали иметь большее значение: Европа буквально обогатилась на этом. В 16 веке, когда заморская торговля специями и другими товарами роскоши из Азии набрала свои обороты, искусственных гаваней практически не существовало и большинство из них лежали в устьях рек: Лиссабон в устье Тая, Лондон в устье Темзы, Антверпен в устье реки Шельда в Брюгге на Реи и т. д. Для парусников, нагруженными товарами, плыть против течения

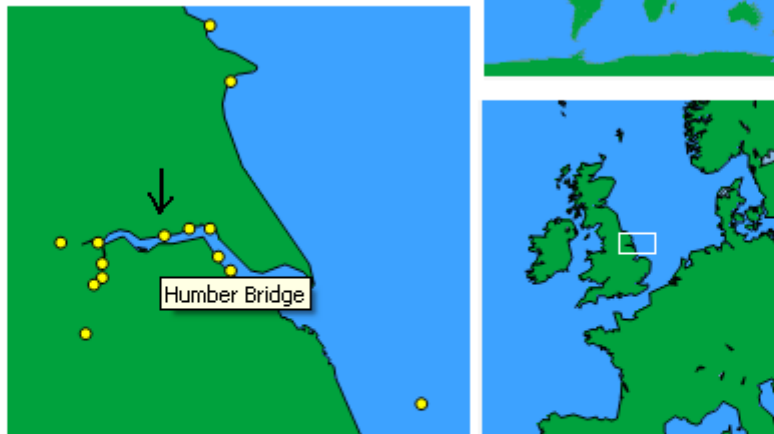
без помощи прилива очень тяжело, потому что в устье рек ветер часто бывает изменчив или исчезает, буксировка повлекла бы за собой дополнительные расходы, а весловать на парусных судах не представлялось возможным. Европейских прибрежные государства имели определенную выгоду, по отношению, например к Индии или Китаю, их уникальное преимущество состояло в том, что корабли нес к гавани прилив на протяжении приблизительно шести часов. Если моряки не успевали поймать прилив, то бросали якорь на месте, где были, и пережидали отлив на якоре, а спустя 6 часов продолжали путешествие со следующей приливной волной. При отплытии в обратный путь действовали наоборот. Другими словами — португальские и испанские, а затем и английские, голландские и французские корабли в восточной части Атлантического океана, а позже и корабли США на западной стороне того же океана, использовали регулярно работающий естественный паром, который бесплатно переправлял их по морю и при возвращении обратно в порт. Паром работал по обе стороны Северной Атлантики два раза в день, в других местах чередование прилива с отливом встречается лишь один раз в день, это связывают с тем, что вторая волна очень незначительна. Евро-атлантическая цивилизация обладала неоспоримым преимуществом, что позволило ей строить большие мачтовые парусные фрегаты и вооружить их пушками. Именно поэтому Европа открыла мир, а не мир — Европу [1].

Высота приливов в английских портах измеряли еще в римскую эпоху, когда существовала купеческая гильдия Cinque Ports. Записи измерений продолжались на протяжении всего средневековья, а когда европейцы отпра-

вились путешествовать по океанам, то имели в наличии достаточно неплохой архив данных. Тем не менее, никто не смог объяснить это явление. Пытался объяснить это и Галилео Галилей, который в своем Диалоге о двух системах мира предложил ошибочную теорию, что за отливами и приливами стоит движение Земли вокруг Солнца.

Только Исаак Ньютон, после того как была сформулирована теория гравитации, смог в своих Началах (1687) на основе гравитационного притяжения Луны и Солнца научно объяснить явление приливов. Его теория объясняла и регулярные различия уровней приливов и отливов в зависимости от фазы Луны.

Humber Bridge, England



Port predictions (Standard Local Time) are equal to UTC

Start Date: Today - Wednesday 2nd October 2013 (Standard Local Time)

Duration: 7 days

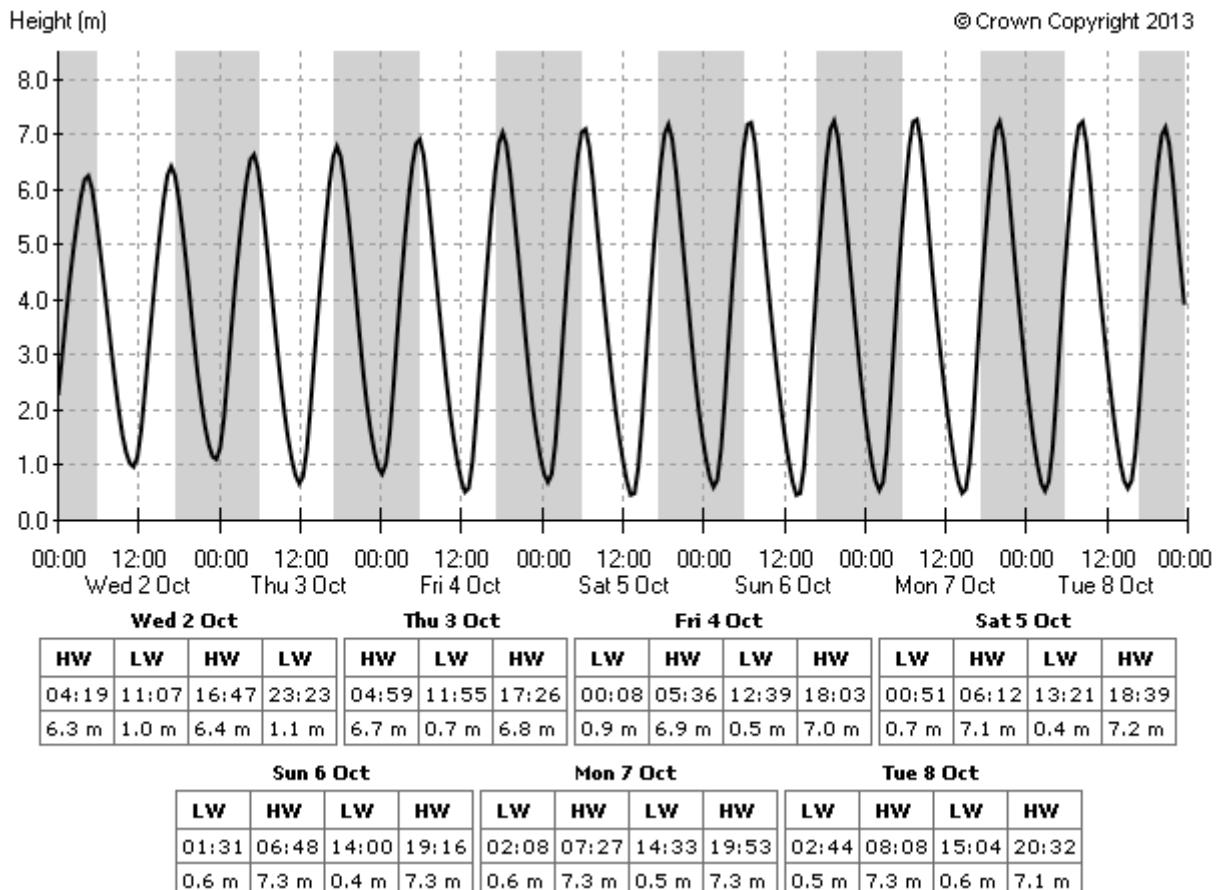


Рис. 1. Пример прогноза приливов [2]

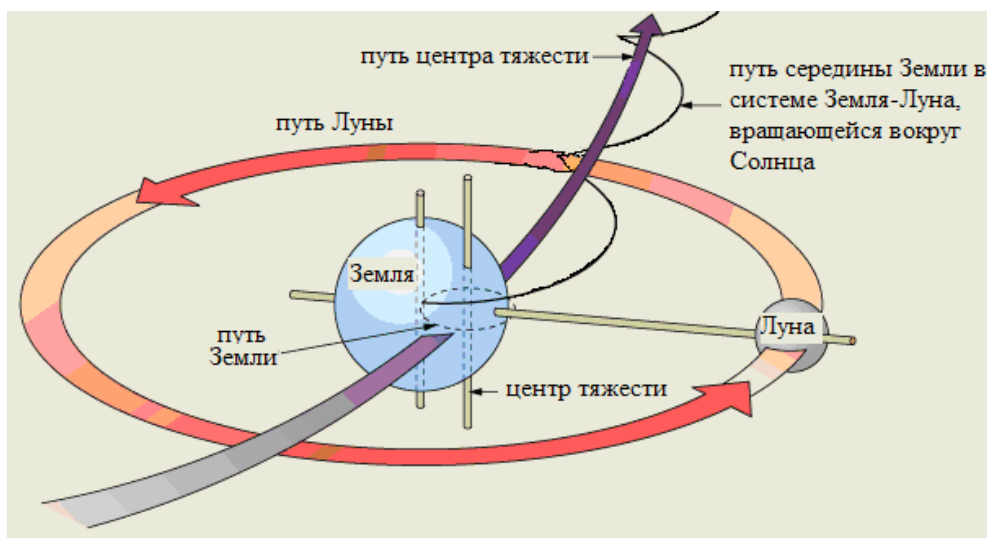


Рис. 2. Вращение системы Земля — Луна [4]

Физические теории приливов также были предложены Кельвином и Додсоном, который использовал гармонический анализ. Теория Додсона используется и по сей день [1]. Однако морякам не нужны математические модели в виде дифференциальных уравнений, а практические таблицы (см. Рис. 1).

### Принцип явления прилива

Гравитационная сила, с которой Луна воздействует на Землю, создает приливные изменения уровня моря (океана), которая поднимается и опускается в соответствии с движением Луны вокруг Земли, хотя без Луны их диапазон значительно уменьшился бы, но само явление не исчезло полностью. Луна создает только две трети от приливных эффектов на нашей планете. Остальная часть формируется Солнцем и в меньшей части планетами (в особенности Юпитером). Земля, вместе с Луной, вращаются вокруг общего центра тяжести, что создает центробежную силу (см. Рис. 2). В центре Земли сила притяжения Луны такой же величины, как и центробежная сила, действуя в противоположных направлениях, они взаимно обнуляются. На стороне Земли, обращенной к Луне, сила притяжения немного больше, чем центробежная, поэтому там возникает выпуклость — прилив. На стороне Земли, обращенной в противоположную сторону, т. е. от Луны, центробежная сила больше силы притяжения Луны, поэтому и там возникает прилив. Таким образом, существуют две приливных выпуклости на противоположных сторонах Земли, а между ними зоны отлива. Из этого следует, что в каждом порту дважды в день наблюдаются приливы и отливы [3]

Центр тяжести системы Земля — Луна движется по почти круговой орбите вокруг Солнца.

Диапазон приливной волны зависит от положения Луны и Солнца по отношению к Земле (см. Рис. 3). Различают две крайности [3]:

— прилив скачком (скоковый) — крупнейший приток, происходит, когда Земля, Солнце и Луна (полнолуние или новолуние) находятся на прямой линии;

— глухой прилив — самый низкий прилив, возникает, когда вышеупомянутые элементы расположены под прямым углом (первая и третья четверти Луны).

Приливные деформации сопровождаются потерей энергии системой Земля — Луна из-за внутреннего трения (приливного трения) в следствии чего увеличивается длина дня (около 1,5 миллисекунды за сто лет), и немного увеличивает расстояние Земля — Луна (Луна отдаляется на более высокую орбиту, на 3,8 см в год). Значительный эффект оказывают приливные силы на уровень мировых морей и океана (приливы и отливы), а также на атмосфере Земли, где наблюдаются периодические колебания давления воздуха [3].

### Использование приливной электростанции

Использование приливных мельниц на испанском, французском и британском побережьях восходит к 787 году. Приливные мельницы состояли из перекрытого пруда или малого водохранилища, шлюзы и плотины переполнения. Выравнивание уровней воды происходит через водяное колесо [3]. Приток и отток воды приводят в движение водяное колесо, производится механическая энергия, а мельница перемалывает зерна в муку. Примером таких мельниц может служить мельница Иль-де-Бреа в Birlot (L'île de Brehat Mill to tide the Birlot) с 1633 (см. Рис. 4) [http://en.wikipedia.org/wiki/Tide\\_mill](http://en.wikipedia.org/wiki/Tide_mill)

### Плотинные приливные электростанции

Энергия прилива используется в специальных емкостях в морских заливах или устьях рек с высоким уровнем прилива (см. Рис. 5). Вода может быть поймана в так на-



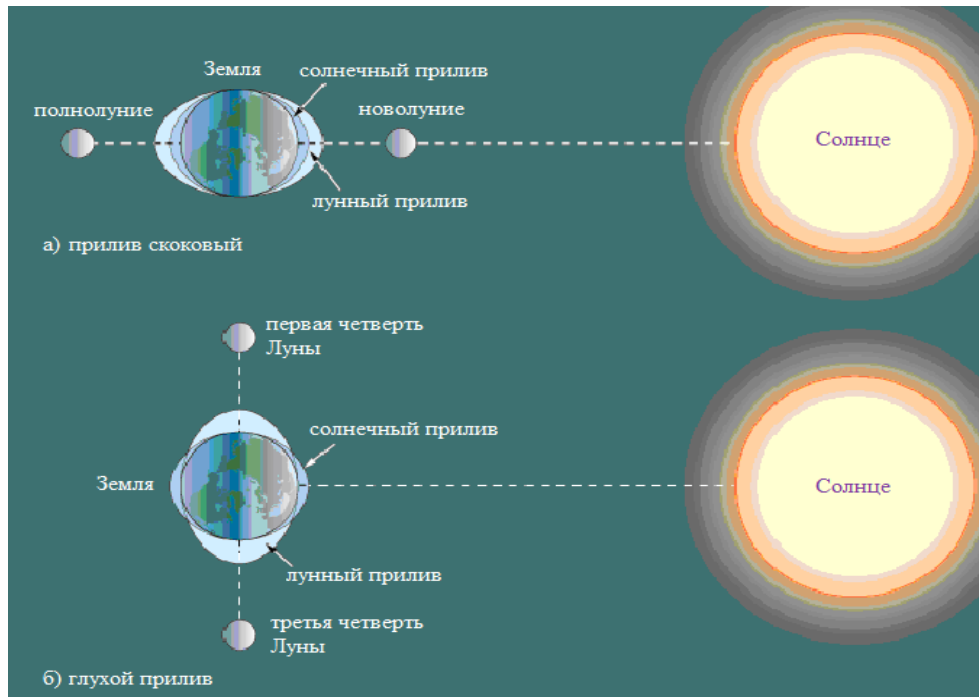


Рис. 3. Диапазон приливной волны в зависимости от положения Луны и Солнца по отношению к Земле: а) прилив скачком (скоковый); б) глухой прилив [3], [4]

зывается «приливной лагуной», которая будет для этих селей оснащена плотиной с вратами, в которых размещены турбогенераторы. Лагуна заполняется водой, пока растет высота прилива. Разность уровней воды лагуны и моря приведет к возникновению потенциальной энергии, которая может быть использована для выравнивания уровней воды. При сбалакировании водных уровней возникает гидростатическое давление, действующее на лопасти турбины, которая будет вращать генератор и тем самым производить электричество. Во время отлива происходит снижение уровня открытого моря, то есть сила и энергия будет работать в противоположном направлении. Очевидно, что величина потенциальной энергии увеличивается с увеличением разницы в уровнях между лагуной и моря, реки или океана, а наиболее эф-

фективными будут такие электростанции, у которых приливы и отливы достигают значительных величин [3].

#### Расчет энергии для плотинных приливных электростанций

Формулы для расчета энергии [7]

$$E = \eta mgR / 2 = \eta(\rho AR)gR / 2, \text{ отсюда}$$

$$E = 1397\eta R^2 A(kWh) \text{ за приливной цикл}$$

где  $R$  — размер (высота) прилива, м.

$A$  — площадь приливого бассейна,  $m^2$

$m$  — масса воды, кг

$g$  — гравитационная постоянная, равная  $9,81 \text{ м/с}^2$

$\eta$  — коэффициент использования, приблизительно равен 0,40, т. е. 20–40 %



Рис. 4. Мельница Иль-де-Бреа в Birlot [5], [6]

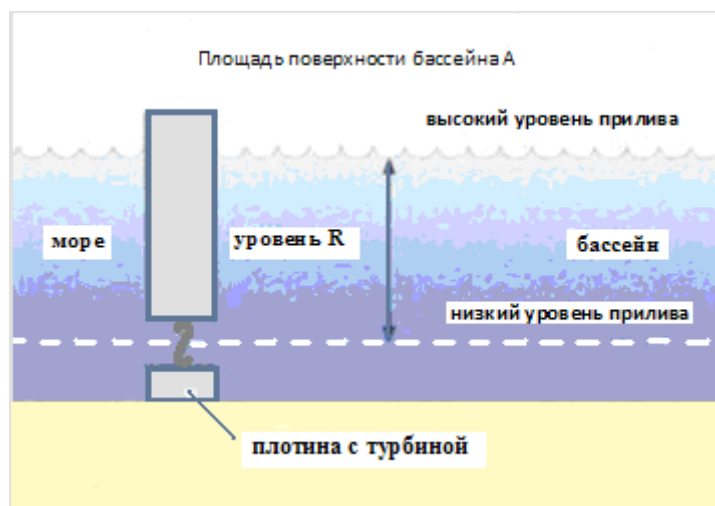


Рис. 5. Производство энергии плотинными приливными электростанциями [7]

$\rho$  — плотность морской воды, равна  $1025 \text{ кг/м}^3$ . Если предположить, что в году бывает около 706 приливых циклов (12 часов и 24 мин в цикле), то формула примет следующий вид:

$$E = 0,997 \times 10^6 \eta R^2 A$$

Приведем практические расчеты для одной из плотинных приливных электростанций

La Rance, находящаяся во Франции в области Бретане, с высотой прилива 8,5 м. Данная электростанция была запущена в эксплуатацию в 1966 году, владельцем на сегодняшний момент является Électricité de France.

Исходные данные для расчета:

- плотина: длина 390 м, ширина 33 м и высота от дна моря 25 м, максимальный разлив прилива 13 м;
- общая мощность 24 турбины  $\times$  10 МВт (240 МВт);
- годовое использование мощности  $\approx$  33 %;
- среднее количество рабочих часов в год: 2200;
- годовой объем производства электроэнергии: более 600 ГВт;
- удельные затраты электроэнергии: 1 Чешская корона/ кВт.

Итак, из приведенных исходных данных, имеем

$$\eta = 40\%; R=8,5 \text{ м}; A= 22 \text{ км}^2.$$

Тогда энергия будет равна:

$$E = 0,997 \times 10^6 \eta R^2 A = 0,997 \times 10^6 \cdot (0,40) \cdot (8,5)^2 \cdot (22) = 633 \text{ ГВт}.$$

### Примеры приливых электростанций

В России с 1968 года действует экспериментальная приливная электростанция в Кислой губе [8] на побережье Баренцева моря (см. Рис. 6). На 2009 год её мощность составляла 1,7 МВт, первоначальная мощность была 0,4 МВт.

Станция установлена в узкой части губы Кислая, высота приливов в которой достигает 5 метров. Конструктивно станция состоит из двух частей — старой, по-

стройки 1968 года, и новой, постройки 2006 года. Новая часть присоединена к одному из двух водоводов старой части. В здании приливной электростанции размещено два ортогональных гидроагрегата — один мощностью 0,2 МВт (диаметр рабочего колеса 2,5 м, находится в старом здании) и один ОГА-5,0 м мощностью 1,5 МВт (диаметр рабочего колеса 5 м, находится в новом здании) [8].

Другими не менее известными электростанциями являются: южнокорейская — приливная электростанция Сихва (мощность 254 МВт), канадская — приливная электростанция Аннаполис и норвежская — приливная электростанция Хаммерфест.

### Проблемы и недостатки приливых электростанций

Несмотря на указанные достоинства, в адрес приливых электростанций поступали и жалобы в отношении ко всем проектам плотинных приливых электростанций. Первой выявленной проблемой стала нерегулярность приливов. Луна никогда не считалась с фактом пикового потребления, и в основном наибольшая мощность приливых электростанций приходилась на время самого низкого потребления, когда большое количество энергии совсем не нужно. Другим недостатком является то, что плотинные приливы электростанции не могут быть построены в любом месте на берегу моря, даже если прилив в данном месте достигает рекордно высокого значения. Классическая приливая электростанция зависит от формы побережья. Строительство искусственного залива по стоимости вышло бы намного дороже допустимого предела. И хотя строительство было подчеркнуто экологичным, поступали возражения против плотинных приливых электростанций и экологические организации. Само строительство приливной электростанции обременяло прибрежные районы. Перекрытие бухты плотиной нарушил пути миграции рыб, что привело к накоплению мусора в образовавшемся водоеме. Двусторонние диски



Рис. 6. Экспериментальная приливная электростанция в Кислой губе на побережье Баренцева моря [8]

вращающихся турбин были как ловушки, а сами турбины для многих рыб постарались о печальный конец [9].

### Заключение

Приливная энергия является возобновляемым источником электроэнергии, которая не приводит к выбросам газов, которые способствуют глобальному потеплению, или причиной кислотных дождей, связанных с сжиганием ископаемых видов топлива при производстве электроэнергии. Использование приливной электростанции может уменьшить потребность в традиционных электростанциях с рисками, вытекающими из их эксплуатации [3].

Приливная энергия, создаваемая Луной и Солнцем обладает мощностью около 3,5 ТВт. Хотя и кажется, что это большое количество энергии, но в действительности это лишь около 20 % мощности всех мировых электростанций. Кроме того из этого количества может быть использована только часть [10].

Для того, чтобы использования приливной энергии себя оправдало, скорость потока должна быть не менее 1,2 м/с. Это исключает большое количество мест, которые находятся в открытом океане, где поток слишком медленный — скорость менее 0,1 м/с. На самом деле в мире существует около 20 подходящих мест, в том числе Северной Шотландии и устье реки Северн. В данных двадцати местах можно получить менее 100 ГВт мощности [10].

Изменение прилива перекрытием залива или устья реки может привести к негативным последствиям для водных и прибрежных экосистем, включая воздействие на население данных мест [3].

Проведенные исследования показали, что воздействие на окружающую среду у приливных электростанций зависит от каждого конкретного объекта и реализации других географических и демографических условий.

В настоящее время приливные электростанции массово не используются. Благодаря нынешнему буму в области возобновляемых источников энергии, можно ожидать развитие в области приливных электростанций [11]. Тем не менее, их общий вклад остается небольшим, поскольку существует ограниченное число мест, где можно их строить. Их преимущество в том, что приливы более предсказуемы, чем поведение, например, ветра или солнца.

В будущем планируется развивать приливные электростанции, работающие с приливными течениями, похожими по принципу на ветряные электростанции (см. Рис. 7).

На побережье Евросоюза являются подходящими для строительства 106 мест, где могли бы быть данные электростанции. Она могли бы производить мощность до 12 ГВт [12]. Данный тип электростанций активно развивается и строится в последнее время, а значит имеют свой шанс на будущее.

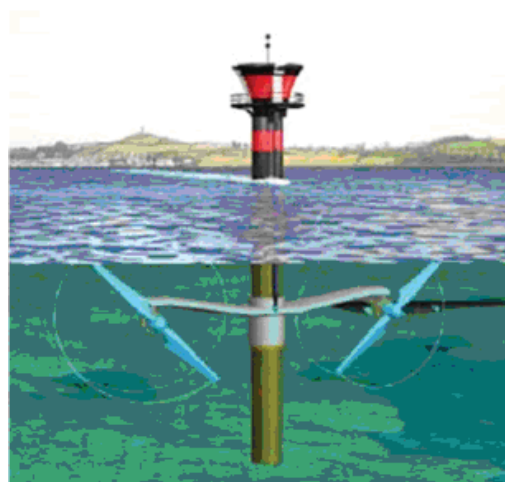


Рис. 7. Приливные электростанции, работающие с приливными течениями [3]

Литература:

1. 3pól — Magazín plný pozitivní energie, Dmutí moře, 3.12.2012. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://3pol.cz/1329-dmuti-more> (дата обращения 20.9.2013).
2. The United Kingdom Hydrographic Office Admiralty EasyTide. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://easytide.ukho.gov.uk/EasyTide/EasyTide/SelectPort.aspx> (дата обращения 15.9.2013).
3. Mastný P., Drápela J. Mišák S., Macháček J., Ptáček M., Radil. L., Bartošík T., Pavelka T.: Obnovitelné zdroje elektrické energie, ČVUT v Praze, 2011, ISBN 978–80–01–04937–2, стр. 121–128
4. Slapové jevy: příliv a odliv. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.stranypotapeckse.cz/teorie/priliv-odliv.asp> (дата обращения 17.9.2013).
5. Tide Mill. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://en.wikipedia.org/wiki/Tide\\_mill](http://en.wikipedia.org/wiki/Tide_mill) (дата обращения 22.9.2013).
6. Walks, Nature and passions / Gr34 — Tregastel — Castel BELAMBRA — Presqu'île the Renote — Pink Granite Coast — Island of Brehat — Ile aux Moines — Ploumanac'h — unusual Rocks.. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://fp.reverso.net/daniel-tiefenbach-over-blog/3964/en/article-tregastel-110092880.html> (дата обращения 25.9.2013).
7. Abualtayef M.: Oceanic Energy, Environmental Engineering Department, Islamic University of Gaza, Palestine [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://site.iugaza.edu.ps/mabualtayef/wp-content/uploads/04%20Oceanic%20Energy.pdf> (дата обращения 17.9.2013).
8. Кислогубская ПЭС. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%83%D0%B1%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F\\_%D0%9F%D0%AD%D0%A1](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%83%D0%B1%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%9F%D0%AD%D0%A1) (дата обращения 28.9.2013).
9. Zkrocení přílivu. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://vtm.e15.cz/clanek/zkroceni-prilivu> (дата обращения 28.9.2013).
10. Slapová energie — netradiční obnovitelný zdroj energie. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://3pol.cz/1171> (дата обращения 10.9.2013).
11. Přílivová elektrárna. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://cs.wikipedia.org/wiki/P%C5%99%C3%ADlivov%C3%A1\\_elektr%C3%A1rna](http://cs.wikipedia.org/wiki/P%C5%99%C3%ADlivov%C3%A1_elektr%C3%A1rna) (дата обращения 15.9.2013).
12. Jiříček I.: Oceanická energie a integrace OZE do energetických sítí, VŠCHT. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.vscht.cz/ktt/studium/predmety/AZE\\_II/10AZE.II.2013.pdf](http://www.vscht.cz/ktt/studium/predmety/AZE_II/10AZE.II.2013.pdf) (дата обращения 12.9.2013).

## К вопросу о потребительских предпочтениях слабоалкогольных напитков в г. Челябинске

Лиходумова Мария Анатольевна, студент;

Прохасько Любовь Савельевна, кандидат технических наук, доцент

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет) (г. Челябинск)

К слабоалкогольным напиткам относят напитки, содержание спирта в которых изменяется в пределах от 2,8 до 9,5% об. массы. К ним относят пиво, брагу, медовые напитки. Пиво — старинный слабоалкогольный ячменно-солодовый напиток, обладающий приятной горечью, ароматом хмеля, способностью вспениваться при наполнении бокала и долгое время удерживать на поверхности слой компактной пены.

Изучение потребительских предпочтений [1–4] дает возможность проектирования инновационных продуктов питания с заданными характеристиками, с применением современных биотехнологических решений, в том числе обогащение напитков микронутриентами и витаминами [5–9]. К социологическим исследованиям активно привлекаются студенты. Уделяем особое внимание анализу проблем

качества продукции в торговых сетях [10–12]. Это связано прежде всего с потерей потребительских свойств товара при транспортировании, хранении и реализации продукции.

Чтобы узнать потребительские предпочтения пива, было проведено анкетирование, в котором участвовали 150 человек. Из них 100 человек — мужского пола, 50 человек — женского. Опрошены люди разной возрастной категории. В анкетировании приняли участие 7 человек младше 18 лет, в возрасте 19–20 лет — 26 человек, 21–22 года — 77 человек, старше 22 лет — 40.

В процессе анкетирования было установлено, как часто респонденты употребляют пиво. Результаты анкетирования изображены на рис. 1.

В ходе опроса также выяснилось, как давно респонденты пьют пиво. Результаты представлены на рис. 2.

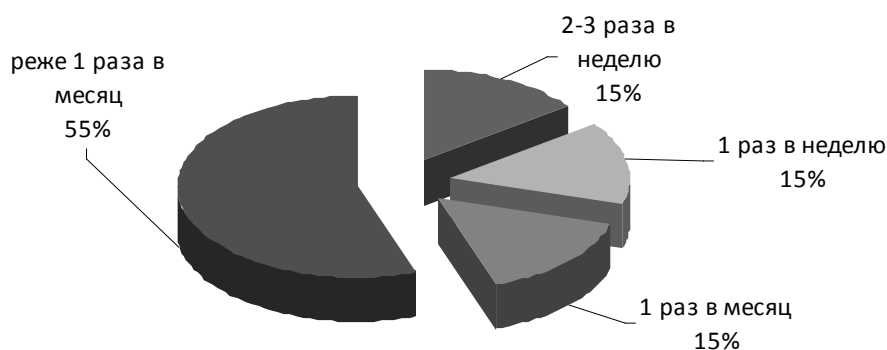


Рис. 1. Частота употребления пива

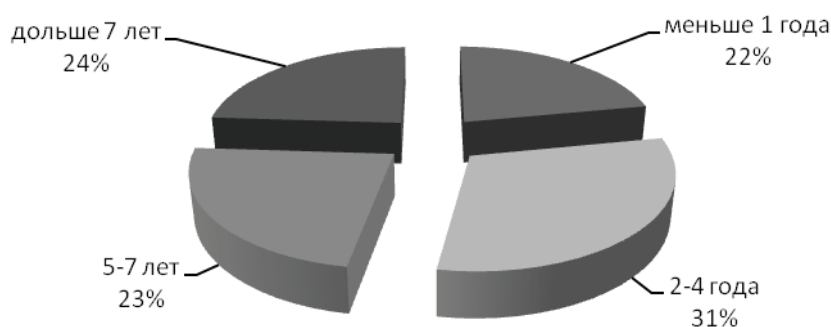


Рис. 2. Продолжительность употребления пива (в годах)

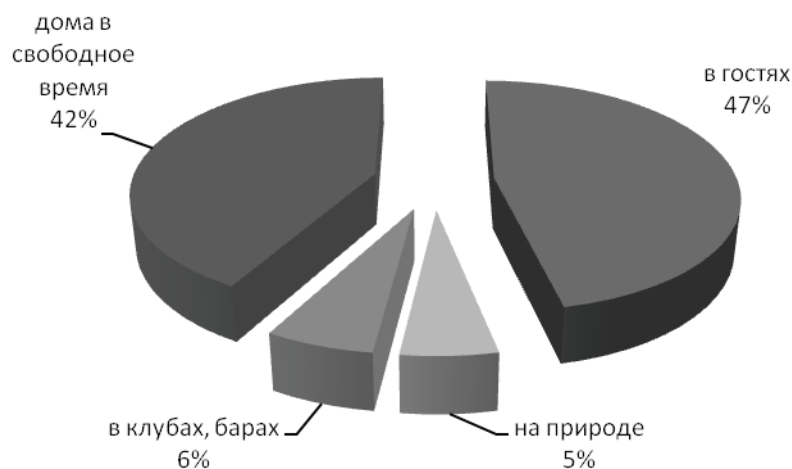


Рис. 3. Потребительские предпочтения мест употребления пива

Установлено, что для большинства людей не имеет значения страна — производитель пива (67%). 11% опрошенных респондентов предпочитают отечественное пиво, 22% — импортное. В ходе анкетирования устанавливались потребительские предпочтения мест употребления пива. На рис. 3 показаны результаты опроса.

В анкете был вопрос, влияет ли марка пива на выбор. 55% опрошенных респондентов дали положительный ответ. На выбор 33% участников анкетирования марка пива не влияет, 12% респондентов затруднились дать ответ. Также хотелось выяснить, влияет ли цена на покупку пива. Для 62% участников опроса цена при выборе пива играет важную роль. На выбор 35% респондентов цена не влияет. 3% затруднились ответить. Респондентам

было предложено указать среднюю стоимость пива за литр, которое они наиболее часто покупают. Результаты опроса приведены на рис. 4.

Не удивительно, что вопрос о пользе пива вызывает столько споров у потребителей, подвергая сомнению химический состав этого напитка, учитывая недобросовестность некоторых отечественных производителей пива. «Таблица Менделеева», представленная в пиве, поражает и однозначно располагает к утверждению, что полезные свойства пива далеко не миф. Польза пива кроется в натуральном сваренном напитке, скоропортящемся продукте, а вовсе не в той жидкости, которую сейчас пьем мы. «Настоящее живое пиво» не пастеризуется, и не фильтруется, и не содержит посторонних компонентов.

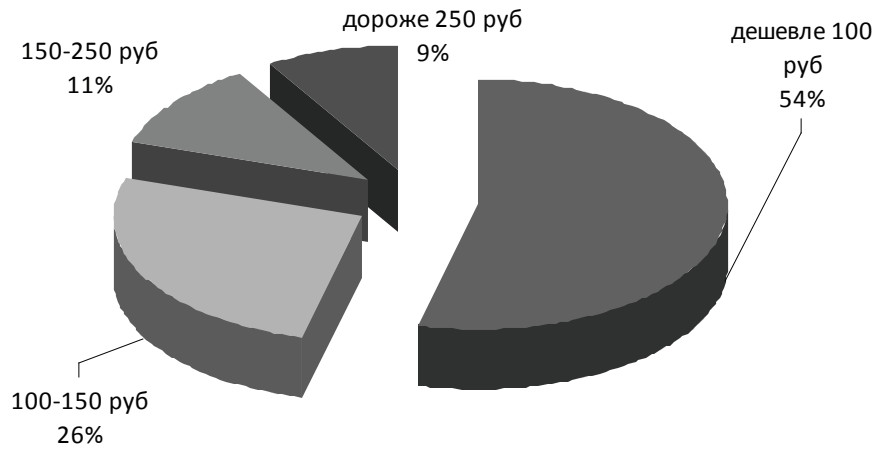


Рис. 4. Стоимость пива за литр, которое наиболее часто покупают

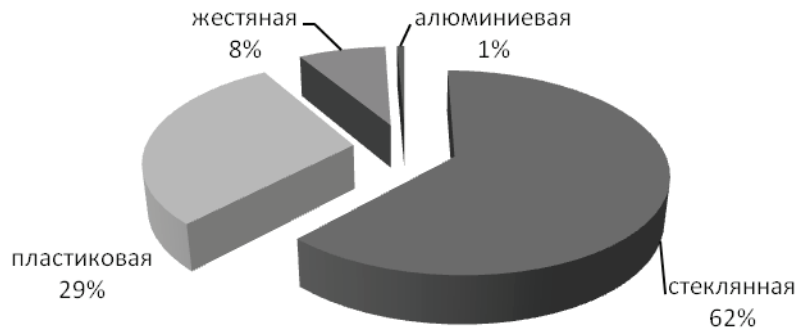


Рис. 5. Предпочтения материалов тары пива

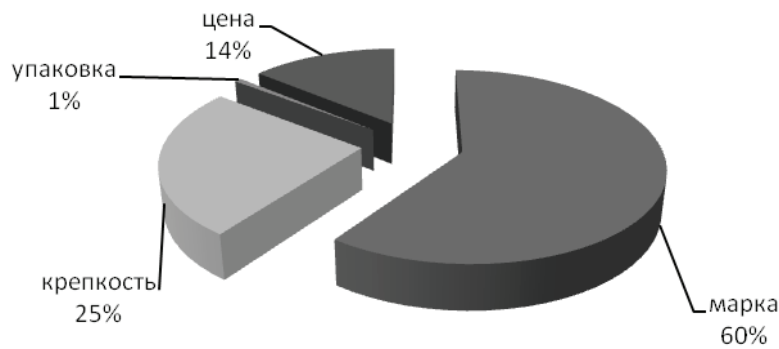


Рис. 6. Влияние разных факторов на выбор пива

Интересно было выяснить, что думают участники опроса по поводу влияния пива на организм человека. Большинство респондентов (68%) считают, что пиво вредно для здоровья. 9% не видят вреда при употреблении пива. 23% участников анкетирования затруднились сказать, вредно ли пить пиво или нет. 39% считают, что пиво в умеренных количествах полезно для нашего организма. 44% сказали об обратном. 17% участников опроса затруднились ответить, полезно ли пиво в умеренных количествах для человека или нет. В ходе опроса удалось установить, что для 62% опрошенных респондентов цвет пива

влияет на их выбор, для 34% — не влияет, 4% затруднились ответить.

Большие супермаркеты и скромные магазинчики пе- стрят обилием пива. Помимо того, что этот напиток бы- вает разных сортов, он еще содержится в разной таре. Самой безопасной емкостью для содержания пива счи- тается кег, на втором месте расположилась стеклянная таря. Как правило, содержась в таре из этих материалов, пиво оставляет свой первоначальный вкус и не приобре- тает специфического запаха и привкуса, кроме того, в нем сохраняются полезные вещества.

Что касается пластиковой тары, то здесь мнения специалистов далеко неоднозначные. Безусловно, хранить пиво в «пластике» удобно, но при высоких температурах пластик чаще всего начинает растворяться, и вредные вещества попадают в ароматный напиток, придавая ему неприятный вкус. Кстати, это не только неприятно, но и небезопасно, ведь расплавленный пластик вполне может спровоцировать серьезное отравление. Самой опасной тарой для пива становятся алюминиевые банки, частички металла попадают в напиток и придают ему неприятный «стальной оттенок», кроме того, металл убивает все полезные свойства пива. В связи с розливом пива в тары из разных материалов, участники анкетирования отвечали на вопросы, связанные с выбором упаковки. При выборе пива для 49% респондентов имеет значение материал

тары, для 40% — не имеет. 11% затруднились ответить, влияет ли на их выбор материал упаковки. На рис. 5 показаны результаты опроса, касающиеся предпочтения материалов тары пива.

Также интересно отметить, что на выбор пива для 39% опрошенных респондентов влияет реклама, для 49% — не влияет. 12% участников опроса затруднились сказать, влияет ли реклама пива на их выбор. В ходе опроса устанавливалось также влияние различных факторов на выбор пива респондентами. На рис. 6 изображены результаты данного вида опроса.

На сегодняшний день рынок пива и пивоваренной продукции становится все шире. Для поддержания конкурентоспособности производители используют все новые виды пива, привлекательные для потребителя.

#### Литература:

1. Ребезов М. Б., Наумова Н. Л., Комаров С. А., Залилов Р. В., Зинина О. В. Анализ рынка функциональных безалкогольных продуктов (на примере города Челябинска). Пиво и напитки. 2011. № 4. С. 4–6.
2. Rebezov M. B., Naumova N. L., Lukin A. A., Alkhamova G. K., Khayrullin M. F. Food behavior of consumers (for example, Chelyabinsk). Вопросы питания. 2011. № 6. С. 23.
3. Ребезов М. Б., Наумова Н. Л., Альхамова Г. К., Лукин А. А., Хайруллин М. Ф. Экология и питание. Проблемы и пути решения. Фундаментальные исследования. 2011. № 8–2. С. 393–396.
4. Ребезов М. Б., Наумова Н. Л., Хайруллин М. Ф., Альхамова Г. К., Лукин А. А. Изучение отношения потребителей к обогащенным продуктам питания. Пищевая промышленность. 2011. № 5. С. 13–15.
5. Лиходумова М. А., Ярмаркин Д. А., Прохасько Л. С., Асенова Б. К., Залилов Р. В. Инновационные технологии водоподготовки для производства слабо- и безалкогольной продукции. Молодой ученый. 2013. № 10. С. 159–161.
6. Прохасько Л. С., Ребезов М. Б., Асенова Б. К., Зинина О. В., Залилов Р. В., Ярмаркин Д. А. Применение гидродинамических кавитационных устройств для дезинтеграции пищевых сред. Сборник научных трудов Sworld. 2013. Т. 7. № 2. С. 62–67.
7. Третьяк Л. Н., Ребезов М. Б. Преобразования пивоваренного сырья в ходе технологического процесса // Учёные записки института сельского хозяйства и природных ресурсов НовГУ. Т. 18. Вып. 1. В. Новгород: НовГУ, 2009. — с. 53–56.
8. Наумова Н. Л., Ребезов М. Б. Микроэлементный статус челябинцев как обоснование развития производства обогащенных продуктов питания. Фундаментальные исследования. 2012. № 4–1. С. 196–200.
9. Наумова Н. Л., Ребезов М. Б., Варганова Е. Я. Функциональные продукты. Спрос и предложение (монография) Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2012. 78 с.
10. Кожевникова Е. Ю.; Ребезов М. Б., Кожемякина А. Е., Нагибина В. В. Разработка мероприятий по предотвращению потерь (на примере торговой сети). Молодой ученый. 2013. № 5. С. 317–321.
11. Кожевникова Е. Ю., Ребезов М. Б. Анализ проблемы качества в торговых сетях. // Современная торговля: теория, практика, перспективы развития: мат. второй междунар. инновационной научно-практ. конф. Часть I. М.: Издательство МосГУ, 2013. С. 155–156.
12. Кожевникова Е. Ю., Солнцева А. А., Четверикова А. А., Ребезов М. Б. Контроль качества и безопасности товаров собственной торговой марки // Ғылым. Білім. Жастар, Алматы технологиялық университетінің 55-жылдығына арналған республикалық жас ғалымдар конференциясы. Алматы: АТУ, 2012. Б. 152–153.

## Единственность решения задачи демо-генетической модели адаптации вредителей к изменению кормовой базы

Ляпунова Ирина Артуровна, аспирант;  
Тетруашвили Елена Викторовна, старший преподаватель  
Южный федеральный университет (г. Ростов-на-Дону)

Популярные демо-генетические модели в случае, когда вредитель, в частности, стеблевой кукурузный мотылек, при температуре воздуха свыше 20 градусов утрачивают способность перемещаться самостоятельно и переносятся теплым течением воздуха [1].

**Ключевые слова:** единственность, вредитель, трансгенные агрокультуры.

Рассмотрим модель адаптации вредителей к трансгенным агрокультурам при различных типах таксиса, учитывающую диффузию и конвекцию [2]:

$$\begin{cases} \frac{\partial N_{ss}}{\partial t} + \nabla(N_{ss} \mathbf{v}_{ss}) = \delta \Delta N_{ss} + eaRW_{ss} \frac{1}{N} (N_{ss} + \frac{N_{rs}}{2})^2 - \mu N_{ss}; \\ \frac{\partial N_{rs}}{\partial t} + \nabla(N_{rs} \mathbf{v}_{rs}) = \delta \Delta N_{rs} + eaRW_{rs} \frac{2}{N} (N_{ss} + \frac{N_{rs}}{2}) * \\ * (N_{rr} + \frac{N_{rs}}{2}) - \mu N_{rs}; \\ \frac{\partial N_{rr}}{\partial t} + \nabla(N_{rr} \mathbf{v}_{rr}) = \delta \Delta N_{rr} + eaRW_{rr} \frac{1}{N} (N_{rr} + \frac{N_{rs}}{2})^2 - \mu N_{rr}; \end{cases} \quad (1)$$

где  $K_R$  — емкость среды,  $\delta_r$  — коэффициент диффузии растительного ресурса,  $f_{ij}$  определяют пропорции распределения потомства вредителя по трем рассматриваемым генотипам  $ij$ ,  $N$  — внешняя нормаль к границе  $\partial\Omega$ ,  $\Omega$  — ареал вредителя;  $N_{ij} = N_{ij}(\mathbf{x}, \mathbf{y}, t)$  — плотность генотипа  $ij$  в точке  $(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \in \Omega$  в момент времени  $t$  ( $i, j = r$  или  $s$ ),  $N_{ss}$ ,  $N_{rs}$ ,  $N_{rr}$  — плотности соответствующих генотипов вредителя;  $N = N_{ss} + N_{rs} + N_{rr}$  — общая плотность популяции.

Активность вредителей определяется суммой плотностей двух видов вредителей в активном и пассивном состоянии соответственно:  $N = N^{(1)} + N^{(2)}$ .

Пусть на площади  $\Omega$  находятся  $6$  типов вредителей (по 3 на каждый вид таксиса), которые в точке  $\bar{p} \equiv (\mathbf{x}, \mathbf{y}, \mathbf{z})$  в момент времени  $t$  имеют концентрации  $N_i \equiv N_i(\bar{p}, t)$ ,  $i = 1, \dots, 6$ . Будем рассматривать следующую модель распространения вредителей:

$$\frac{\partial N_i}{\partial t} + (\nabla, N_i (\bar{v} + \bar{g}_i)) = (\nabla, \psi_i \nabla N_i) + \sum_{j=1}^6 \mathbf{T}_{i,j} N_j + f_i, \quad i = 1, \dots, 6, \quad (2)$$

где  $\nabla \equiv \bar{i}\partial/\partial x + \bar{j}\partial/\partial y + \bar{k}\partial/\partial z$  — оператор набла;  $\bar{v} \equiv \bar{v}(\bar{p}, t)$  — скорость макроскопического движения жидкости;  $\psi_i : (\bar{x}, \psi_i \bar{x}) \geq 0$  — тензор диффузии вредителей  $i$ ;  $\bar{g}_i \equiv (0, 0, -\mathbf{g}_i) \equiv const$  — скорость гравитационного осаждения;  $\mathbf{T}$  — матрица взаимного распределения вредителей;  $f_i$  — функция мощности потоков  $i$ .

Слагаемые  $(\nabla, N_i (\bar{v} + \bar{g}_i))$  в левой части уравнений (2) описывают конвекцию вредителей: их перенос под действием течения воздуха и силы тяжести [3]. Введем поле скоростей макроскопического движения вредителей:  $\bar{v}_i \equiv \bar{v} + \bar{g}_i$ . Слагаемые в правой части уравнений (2) описывают диффузию примесей и их преобразование из одного типа в другой.

Система уравнений (2) рассматривается в области  $\Omega$ , ограниченной поверхностью  $S$ , состоящей из трех достаточно гладких частей:  $S = S_1 \cup S_2 \cup S_3$ , где  $S_1$  — поверхность поля;  $S_2$  — вертикальная боковая поверхность;  $S_3$  — почва (не обязательно плоское).

Обозначим единичный вектор внешней нормали к поверхности  $S$  как  $\bar{n} \equiv (n^x, n^y, n^z)$ .

В начальный момент времени концентрации вредителей равны некоторым известным функциям:

$$N_i(\bar{p}, 0) = N_i^0(\bar{p}), \quad i = 1, \dots, 6. \quad (4)$$

Граничные условия на поверхности поля  $S_1$ . Вредители, независимо от направления перемещения (поверхность  $S_1$ ), движутся по касательной к ней:  $(\bar{v}, \bar{n}) = 0, \quad \bar{p} \in S_1$ .



Векторы скорости насекомых  $\vec{v}_i$  имеют через эту поверхность ненулевой поток за счет осаждения. Поэтому на поверхности  $S_1$  граничное условие запишется следующим образом (диффузионный и конвективный потоки равны по модулю и противоположны по знаку):

$$(\psi_i \nabla N_i, \vec{n}) = -g_i N_i, \quad \vec{p} \in S_1, \quad i = 1, \dots, 6. \quad (5)$$

Граничные условия на боковой границе  $S_2$ . Цилиндрическая (боковая) граница  $S_2$  области  $\Omega$  вертикальна, поэтому на  $S_2$  выполняется следующее условие:

$$(\vec{g}_i, \vec{n}) = 0, \quad \vec{p} \in S_2. \quad (6)$$

Заметим, что из соотношений (3)–(5) следует, что:

$$(\vec{v}_i, \vec{n}) = (\vec{v}, \vec{n}) + (\vec{g}_i, \vec{n}) = (\vec{v}, \vec{n}), \quad \vec{p} \in S_2, \quad (7)$$

$S_2$  представляет собой (далекую) границу с оставшейся частью поля. Обозначим часть поверхности  $S_2$ , на которой  $(\vec{v}, \vec{n}) \leq 0$ , как  $S_2^-$ , остальную часть, где  $(\vec{v}, \vec{n}) > 0$ , как  $S_2^+$ . Смоделируем границу:  $N_i = 0$ , если  $\vec{p} \in S_2^-$ ;  $(\psi_i \nabla N_i, \vec{n}) = 0$ , если  $\vec{p} \in S_2^+$ .

Поток воздуха не проходит сквозь почву (поверхность  $S_3$ ), поэтому движется по касательной к нему:

$$(\vec{v}, \vec{n}) = 0, \quad \vec{p} \in S_3. \quad (8)$$

Потребуем, чтобы основание поля находилось снизу от области  $\Omega$ :

$$n^z \leq 0. \quad (9)$$

Заметим, что из соотношений (3.5.9) — (3.5.10) следует, что на поверхности  $S_3$ :

$$(\vec{v}_i, \vec{n}) = (\vec{v}, \vec{n}) + (\vec{g}_i, \vec{n}) = (\vec{g}_i, \vec{n}) \geq 0. \quad (10)$$

Выражение (11) выполняется в силу микротурбулентного воздушного обмена, поэтому вредители не оседают на почву из-за турбулентной диффузии. Однако они оседают за счет гравитационного осаждения, поэтому граничные условия для  $N_i$  на поверхности  $S_3$  будут выглядеть следующим образом:

$$(\psi_i \nabla N_i, \vec{n}) = 0, \quad \vec{p} \in S_3, \quad i = 1, \dots, 6. \quad (11)$$

Будем предполагать, что существует классическое решение задачи:

$$N_i(\vec{p}, t) \in N^2(\Omega_T) \cap N(\bar{\Omega}_T), \text{ где } \Omega_T = \Omega \times (0 < t < T). \quad (12)$$

Докажем единственность решения:  $(\nabla, \vec{v}_i) = (\nabla, \vec{v}) = 0$ . Допустим, что существуют два различных решения:  $N_i^{(1)} \neq N_i^{(2)}, i = 1, \dots, 6$ .

Подставим  $N_i^{(1)}$  и  $N_i^{(2)}$  в систему (1), а также в начальные и граничные условия, вычтем друг из друга:

$$\frac{\partial \bar{N}_i}{\partial t} + (\nabla, \bar{N}_i \vec{v}_i) = (\nabla, \psi_i \nabla \bar{N}_i) + \bar{f}_i, \quad i = 1, 2, 3. \quad (13)$$

Умножим каждое уравнение (14) на  $\bar{N}_i$ :

$$\bar{N}_i \frac{\partial \bar{N}_i}{\partial t} + \bar{N}_i (\nabla, \bar{N}_i \vec{v}_i) = \bar{N}_i (\nabla, \psi_i \nabla \bar{N}_i) + \bar{N}_i \bar{f}_i. \quad (14)$$

Запишем формулу производной произведения для выражения  $(\nabla, N_i^2 \vec{v}_i)$  с учетом

$$(\nabla, N_i^2 \vec{v}_i) = (\nabla, N_i^2 \vec{v}_i) - N_i^2 (\nabla, \vec{v}_i):$$

$$\frac{1}{2} \frac{\partial \bar{N}_i^2}{\partial t} + \frac{1}{2} (\nabla, \bar{N}_i^2 \vec{v}_i) = (\nabla, \bar{c}_i \psi_i \nabla \bar{N}_i) - (\nabla, \bar{N}_i \psi_i \nabla \bar{N}_i) + \bar{N}_i \bar{f}_i. \quad (15)$$

Проинтегрируем равенство (17) с учетом граничных и начальных условий сначала по области  $\Omega$ , а затем по времени от  $t = 0$  до  $T$ .

Левая часть после интегрирования принимает вид:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} \iiint_{\Omega} \int_0^T \frac{\partial \bar{N}_i^2}{\partial t} dt d\vec{p} + \frac{1}{2} \int_0^T \iiint_{\Omega} (\nabla, \bar{N}_i^2 \vec{v}_i) d\vec{p} dt = \frac{1}{2} \iiint_{\Omega} \bar{N}_i^2(T) d\vec{p} + \\ & + \frac{1}{2} \int_0^T \iiint_{S_1} \bar{N}_i^2(\vec{v}_i, \vec{n}) ds dt + \frac{1}{2} \int_0^T \iiint_{S_2} \bar{N}_i^2(\vec{v}_i, \vec{n}) ds dt + \frac{1}{2} \int_0^T \iiint_{S_3} \bar{N}_i^2(\vec{v}_i, \vec{n}) ds dt. \end{aligned} \tag{16}$$

Преобразуем интегралы по частям поверхности  $S$ :

$$\iiint_{S_1} \bar{N}_i^2(\vec{v}_i, \vec{n}) ds = - \iiint_{S_1} \bar{N}_i^2 g_i ds, \quad \iiint_{S_2} \bar{N}_i^2(\vec{v}_i, \vec{n}) ds = \iiint_{S_2^+} \bar{N}_i^2(\vec{v}_i, \vec{n}) ds, \quad \iiint_{S_3} \bar{N}_i^2(\vec{v}_i, \vec{n}) ds = \iiint_{S_3} \bar{N}_i^2(\vec{g}_i, \vec{n}) ds.$$

После ряда преобразований получаем:

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^6 \left( \frac{1}{2} \iiint_{\Omega} \bar{N}_i^2(T) d\vec{p} + \frac{1}{2} \int_0^T \iiint_{S_1} \bar{N}_i^2 g_i ds dt + \right. \\ & \left. \frac{1}{2} \int_0^T \iiint_{S_2^+} \bar{N}_i^2(\vec{v}_i, \vec{n}) ds dt + \frac{1}{2} \int_0^T \iiint_{S_3} \bar{N}_i^2(\vec{g}_i, \vec{n}) ds dt \right) = \\ & = \int_0^T \iiint_{\Omega} \sum_{i=1}^6 \bar{N}_i \bar{f}_i d\vec{p} dt - \sum_{i=1}^6 \left( \int_0^T \iiint_{\Omega} (\nabla \bar{N}_i, \psi_i \nabla \bar{N}_i) d\vec{p} dt \right). \end{aligned} \tag{17}$$

Левая часть равенства (21) больше либо равна нулю, так как  $\bar{N}_i^2(T)$  — функция возводится в квадрат (концентрации  $N_i$  необязательно положительны);  $\bar{N}_i^2 g_i$  — функция возведена в квадрат и умножена на положительную скорость осаждения примесей;  $\bar{N}_i^2(\vec{v}_i, \vec{n})$  — выражение неотрицательно, так как на поверхности  $S_2^+$ , по которой берется интеграл,  $(\vec{v}_i, \vec{n}) = (\vec{v}, \vec{n}) > 0$ ;  $\bar{N}_i^2(\vec{g}_i, \vec{n})$  — выражение неотрицательно, так как на поверхности  $S_3$ , по которой берется интеграл,  $(\vec{g}_i, \vec{n}) = ((0, 0, -g_i), \vec{n}) > 0$ .

В случае, если правая часть равенства (21) меньше либо равна нулю, т. е. выполняется:

$$\int_0^T \iiint_{\Omega} \sum_{i=1}^6 \bar{N}_i \bar{f}_i d\vec{p} dt - \sum_{i=1}^6 \left( \int_0^T \iiint_{\Omega} (\nabla \bar{N}_i, \psi_i \nabla \bar{N}_i) d\vec{p} dt \right) \leq 0, \tag{18}$$

обе части равенства (2) должны быть равны нулю и, значит, все слагаемые левой части тождественно равны нулю во всей рассматриваемой области для любого  $T$ . В частности,  $\bar{N}_i^2(T) = 0$ , откуда следует совпадение двух решений и  $N_i^{(1)}$  и  $N_i^{(2)}$ .

Выясним, при каких условиях справедливо неравенство (19). Для этого оценим выражение

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^6 \int_0^T \iiint_{\Omega} (\nabla \bar{N}_i, \psi_i \nabla \bar{N}_i) d\vec{p} dt. \\ & \int_0^T \iiint_{\Omega} \sum_{i=1}^6 \bar{N}_i \bar{f}_i d\vec{p} dt \leq \frac{1}{\pi^2 L} \sum_{i=1}^6 \min \{ \psi_i \} \int_0^T \iiint_{\Omega} \bar{N}_i^2 d\vec{p} dt \leq \sum_{i=1}^6 \int_0^T \iiint_{\Omega} (\nabla \bar{N}_i, \psi_i \nabla \bar{N}_i) d\vec{p} dt \text{ и} \\ & \int_0^T \iiint_{\Omega} \sum_{i=1}^6 \bar{N}_i \bar{f}_i d\vec{p} dt - \sum_{i=1}^6 \int_0^T \iiint_{\Omega} (\nabla \bar{N}_i, \psi_i \nabla \bar{N}_i) d\vec{p} dt \leq 0. \end{aligned}$$

Следовательно, если  $\sum_{i=1}^6 \left( \bar{N}_i \sum_{j=1}^6 \mathbf{T}_{i,j} \bar{N}_j \right) = \sum_{i=1}^6 \bar{N}_i \bar{f}_i \leq \frac{1}{\pi^2 L} \sum_{i=1}^6 \min_{\Omega} \{ \psi_i \}$ , то неравенство (2) справедливо.

**Вывод:** таким образом, условие  $\sum_{i=1}^6 \bar{N}_i \bar{f}_i \leq \frac{1}{\pi^2 L} \sum_{i=1}^6 \min_{\Omega} \{ \psi_i \}$  является достаточным условием единственности решения задачи (1)–(3).

Литература:

1. Мозаичная структура распределенного сообщества трансгенной кукурузы. Кажарова И. А. Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2009. Т. 97. № 8. С. 148–155.
2. Об одной демогенетической модели адаптации насекомых к изменению кормовой базы. Ляпунова И. А. Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2013. № 4. С. 235–239.
3. Сухинов А. И., Чистяков А. Е. Параллельная реализация трехмерной модели гидродинамики мелководных водоемов на супервычислительной системе//Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. 2012. Т. 13. № 1. С. 290–297.

## Экспериментальные результаты оптического контроля качества распыливания топлива при изменении способа топливоподачи и диаметра сопла распылителя

Маецкий Александр Владимирович, аспирант

Алтайский государственный технический университет имени И. И. Ползунова

*В статье приводятся полученные в результате лабораторных исследований с применением оптического метода контроля качества распыливания топлива экспериментально найденные закономерности поведения оптической неоднородности топливной струи и ее зависимости от способа топливоподачи и площади эффективного проходного сечения сопла распылителя.*

**Ключевые слова:** качество распыливания, оптическая неоднородность, способ топливоподачи, диаметр сопла.

Важным элементом совокупности процессов, протекающих в дизеле, является процесс распыливания топлива распылителем форсунки, в результате которого происходит распределение капель топлива по объему камеры сгорания. От качества этого процесса, длящегося до 6 мс, зависит последующее сгорание рабочей смеси и, следовательно, выходные характеристики двигателя: экономичность, экологичность, мощность.

Согласно ГОСТ 10579–88 [1], при визуальном наблюдении качественно распыливаемое топливо должно быть туманообразным, без сплошных струек и легко различимых местных сгущений. Качество распыливания определяют мелкостью, однородностью распыливания, равномерностью распределения капель топлива в объеме струи [2].

Поскольку распыливание топлива — быстропротекающий процесс, в АЛТГТУ было разработано средство оптического контроля качества распыливания топлива на базе скоростной видеокамеры «ВидеоСпринт» производ-

ства ЗАО «НПК Видеоскан» [3]. Обработка изображений и исследования проводились на основе оптического метода [4] при помощи разработанного программного обеспечения [5–7].

Оптическая неоднородность струи (рисунок 1) вызвана истинной неоднородностью распыливания и неравномерным распределением капель топлива в пространстве. В центральной части и основании струя более темная, на периферии и переднем фронте — более светлая. Объясняется это тем, что при прохождении света через распыленную струю, в результате уменьшения светового потока, прошедшего в зонах с высокой концентрацией капель топлива, область этой зоны на изображении будет соответствовать меньшей яркости (темным оттенкам), и наоборот.

Более качественно распыленная струя топлива имеет гистограмму распределения яркостей, в которой средние яркости доминируют, и чем больше максимум средних яркостей на гистограмме, тем лучше качество распыли-

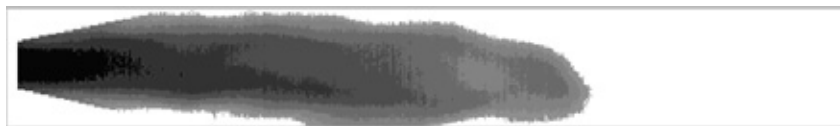


Рис. 1. Визуализация оптической неоднородности струи

вания, и наоборот. Объясняется это тем, что в такой струе участки с плотной концентрацией капель и с разреженной концентрацией капель уступают по площади средним участкам, что соответствует более равномерному распыливанию. При помощи графиков и гистограмм динамики изменения во времени площадей яркостных зон исследуется динамика изменения оптической неоднородности распыливания. Чем больше наблюдаемая оптическая неоднородность, тем хуже качество распыливания, и наоборот.

Для апробации работы средства оптического контроля качества распыливания топлива были проведены эксперименты. Выясним зависимость качества распыливания от способа топливоподачи — наличия или отсутствия пилотной порции топлива. Пилотной порцией топлива называют небольшую порцию топлива, подаваемую в форсунку незадолго до подачи основной цикловой порции топлива. Пилотная порция топлива легко воспламеняется, поэтому она как бы «поджигает» следующую сразу за ней основную цикловую порцию топлива. На рисунках 2 и 3 представлены графики и гистограммы шести яркостных зон для шести различных экспериментов, в которых меняются два фактора — давление впрыска и наличие или отсутствие пилотной порции топлива. Исходные данные для всех шести измерений: топливо — дизельное топливо (соляра) при комнатной температуре, четырехдырчатый распылитель с эффективным проходным сечением  $\mu_f = 0,21 \text{ мм}^2$ , частота вращения вала двигателя 1750 об/мин, система топливоподачи Common Rail, частота съемки видео — 7042 кадра в секунду. Было отобрано 5 циклов распыливания по 23 кадра каждое, затем результаты усреднялись. Гистограммы были построены для кадров с 5 по 19 (с 568 по 2556 мкс).

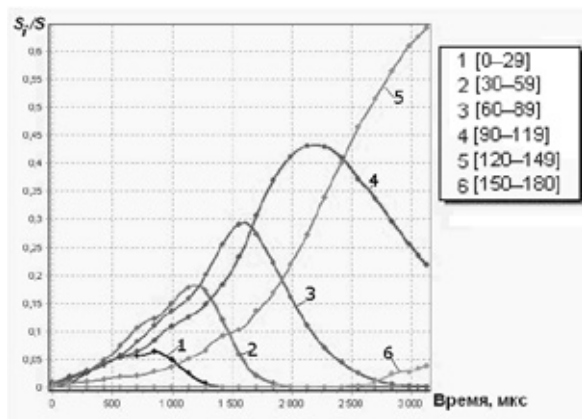
На рисунке 2 линии характеризуют изменение во времени площадей шести яркостных зон в диапазоне яркостей от 0 до 180 градаций АЦП. По оси ординат на рисунках 2 и 3 приведены площади яркостных зон, нормированные к максимальной площади струи.

Заметно, что линии на графиках 2,а,в,д постепенно растут, затем спадают, а на графиках 2,б,г,е у соответствующих линий наблюдается рост и спад дважды. Это объясняется тем, что сначала в форсунке подаётся пилотная порция топлива, «пилотная струя» распыливается, после чего подаётся основная цикловая порция топлива и начинается распыливание «основной струи», что вновь характеризуется ростом указанных линий и их постепенным спадом в процессе распада струи. При этом общая продолжительность распыливания в случае наличия пилотной порции топлива удлиняется.

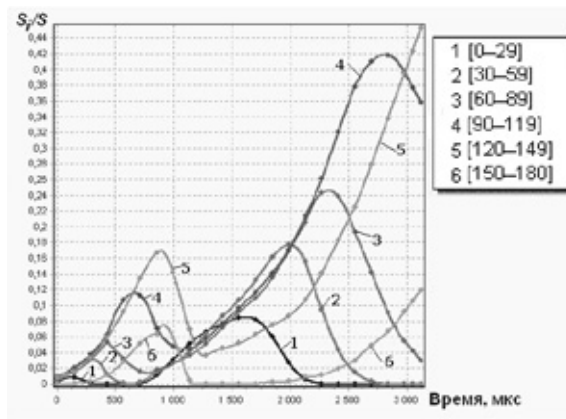
С повышением давления впрыска качество распыливания улучшается, увеличивается максимум тёмных зон, но уменьшается время их распада. Например, при распыливании без пилотной порции яркостная зона № 2 (диапазон яркостей от 30 до 59 градаций АЦП) при давлении 60 МПа имеет максимум 0,18 и время распада 2,0 мс, а при давлении 180 МПа имеет максимум 0,31 и время распада 1,8 мс (рисунки 2,а и 2,д). При распыливании с пилотной порцией яркостная зона № 2 (тот же диапазон яркостей) основной порции топлива при давлении 60 МПа имеет максимум 0,18 и время распада 2,7 мс, а при давлении 180 МПа имеет максимум 0,29 и время распада 2,4 мс (рисунки 2,б и 2,е). Объясняется это тем, что с повышением давления впрыска увеличивается скорость развития струи, а интервал времени для всех измерений задан одинаковым. Иными словами, увеличение давления впрыска укорачивает время распыливания, делая его более интенсивным. На гистограммах темные яркостные зоны со временем уменьшаются, а светлые увеличиваются. Это объясняется тем, что со временем струя развивается, её площадь увеличивается, при этом тёмные зоны исчезают (распадаются) и доминируют светлые яркостные зоны. Последние также распадаются, но в более позднее время.

Проанализировав результаты свыше 70 экспериментов был сделан вывод, что качество распыливания существенным образом не зависит от наличия пилотной порции топлива (структура струи при наличии пилотной порции топлива не ухудшается). Это объясняется тем, что в случае с пилотной порцией топлива мы имеем дело как бы с «двойным» впрыском, т. е. из распылителя выходят последовательно с очень малым интервалом две струи. Действительно, структура струи будет зависеть от давления впрыска, топлива, диаметра сопла и других существенных факторов, но не от количества самих струй, выходящих из распылителя за единицу времени. Пилотную порцию топлива применяют для улучшения сгорания топлива, но не для улучшения качества распыливания.

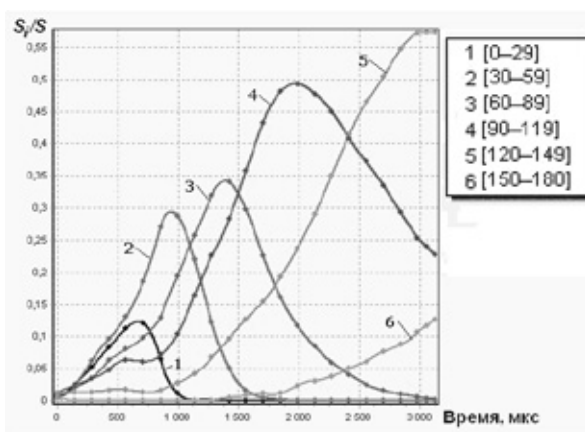
Выясним влияние показателя  $\mu_f$  распылителя на качество распыливания.  $\mu_f$  — эффективное проходное сечение, характеризующее пропускную способность отверстия (ий) корпуса распылителя. На рисунках 4 и 5 представлены графики и гистограммы шести яркостных зон для трех экспериментов, в которых исследовалась зависимость качества распыливания от показателя  $\mu_f$  распылителя. Исходные данные для всех измерений: топливо — рапсовое масло при комнатной температуре, четырехдырчатые распылители с различным  $\mu_f$ , давление



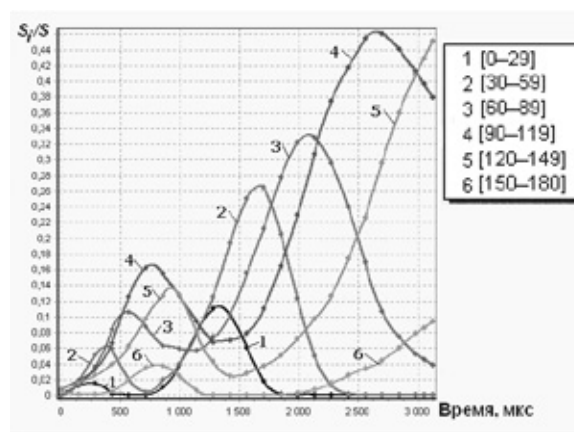
а) 60 МПа, без пилотной порции



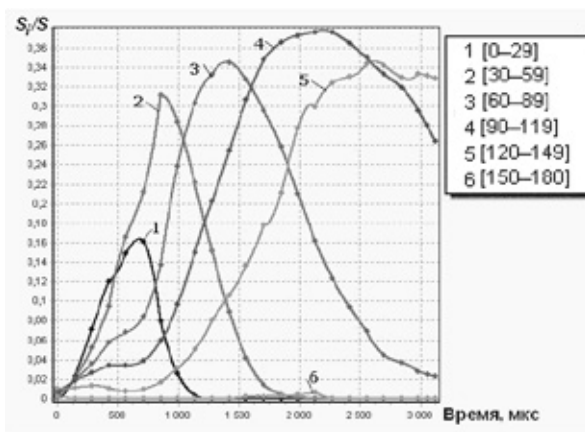
б) 60 МПа, с пилотной порцией



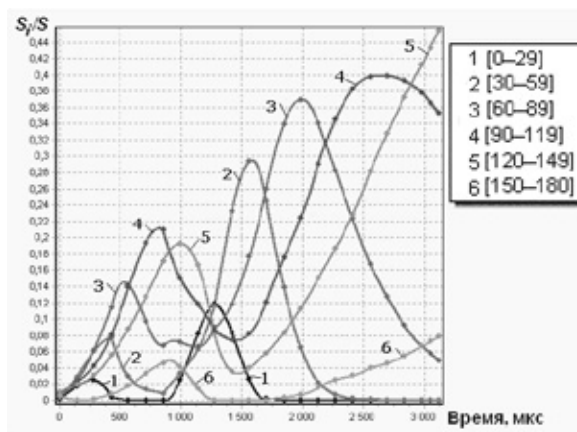
в) 120 МПа, без пилотной порции



г) 120 МПа, с пилотной порцией



д) 180 МПа, без пилотной порции



е) 180 МПа, с пилотной порцией

Рис. 2. Динамика изменения во времени оптической неоднородности струи в зависимости от давления впрыска и наличия пилотной порции топлива (в легенде указаны отрезки ярких зон струи в градациях АЦП)

впрыска 100 МПа, без пилотной порции топлива, частота вращения вала двигателя 1750 об/мин, система топливоподачи Common Rail, частота съемки видео — 3521 кадр в секунду. Было отобрано 5 циклов распыливания по 14 кадров каждое. Гистограммы были построены для кадров с 3 по 12 (с 568 по 3124 мкс).

На рисунке 4 линии характеризуют изменение во времени площадей шести ярких зон в диапазоне яр-

костей от 0 до 170 градаций АЦП. По оси ординат на рисунках 4 и 5 приведены площади ярких зон, нормированные к максимальной площади струи.

По анализу гистограмм и графиков было сделано заключение, что наиболее качественную струю топлива выдает распылитель с показателем  $\mu_f$  равным 0,21 мм<sup>2</sup>. Для этого распылителя свойственно большее число гистограмм, в которых площади средних ярких зон доми-

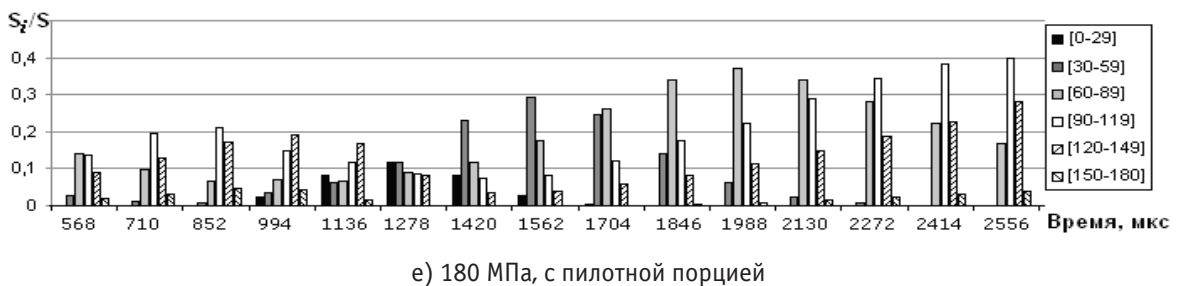
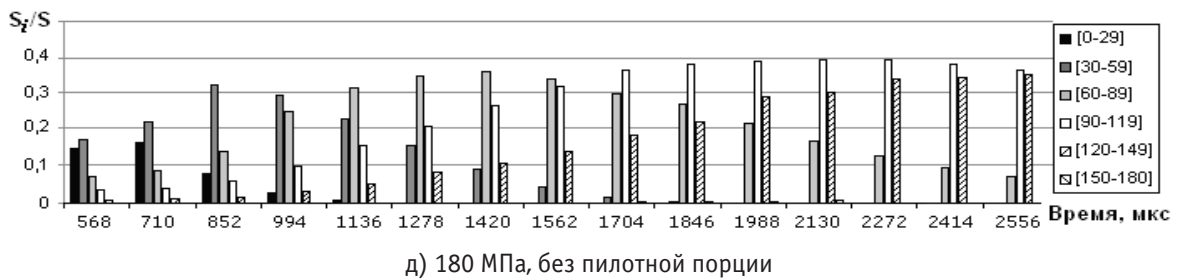
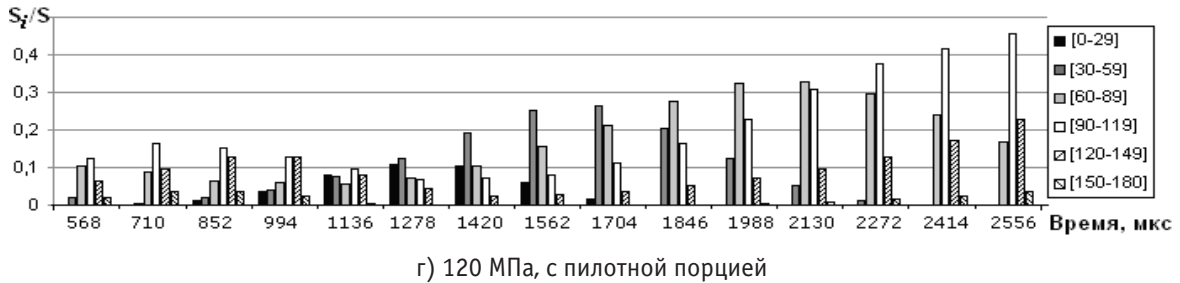
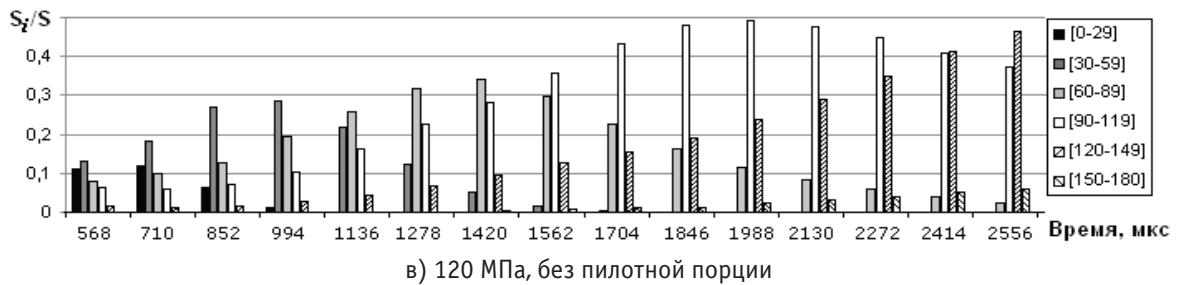
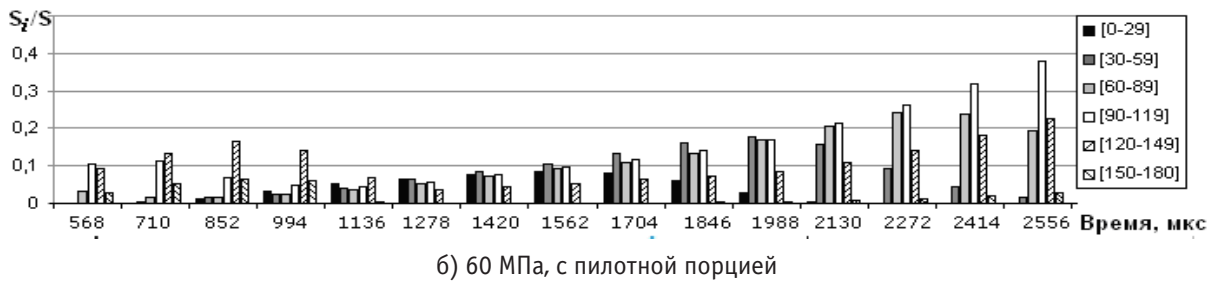
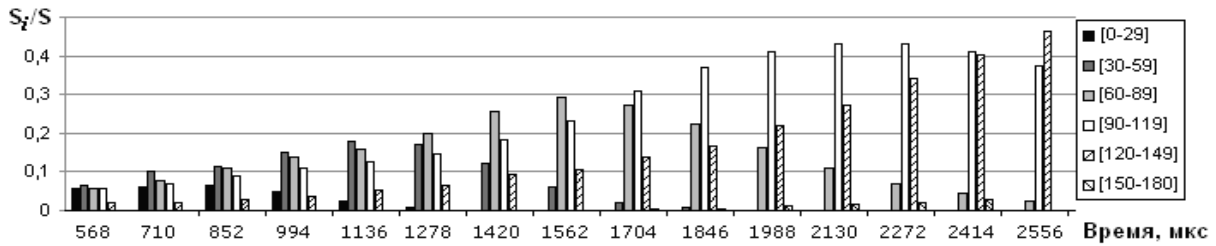
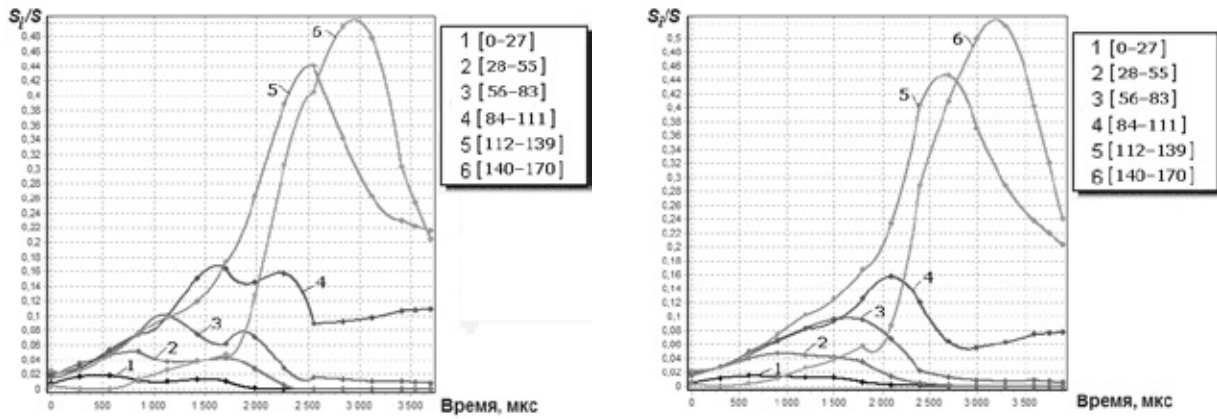
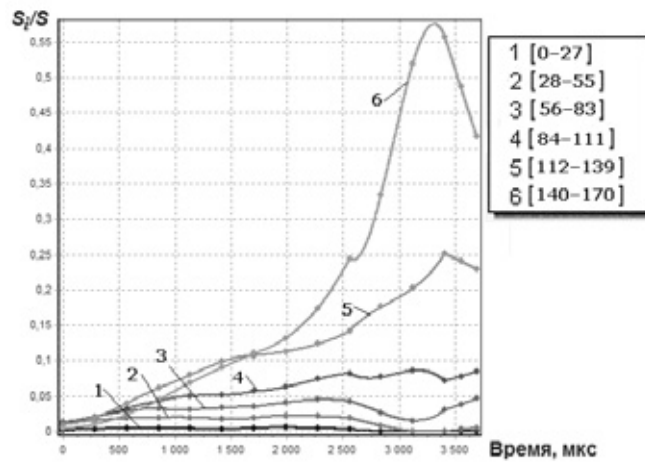


Рис. 3. Гистограммы площадей яркостных зон из рисунка 2 (время от 568 до 2556 мкс)



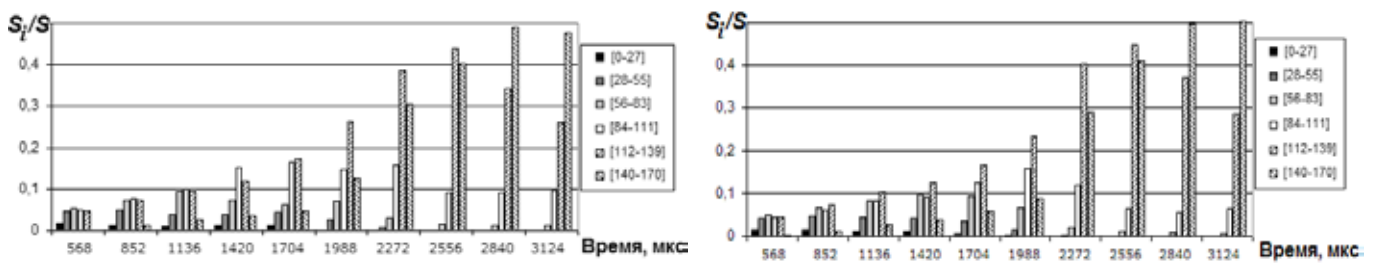
а)  $\mu_f = 0,21 \text{ мм}^2$

б)  $\mu_f = 0,23 \text{ мм}^2$



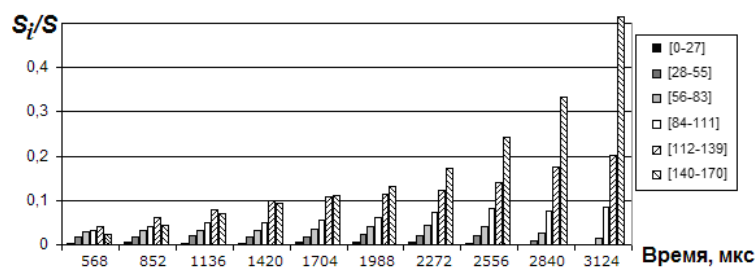
в)  $\mu_f = 0,25 \text{ мм}^2$

Рис. 4. Динамика изменения во времени оптической неоднородности струи в зависимости от показателя  $\mu_f$  распылителя (в легенде указаны отрезки ярких зон струи в градациях АЦП)



а)  $\mu_f = 0,21 \text{ мм}^2$

б)  $\mu_f = 0,23 \text{ мм}^2$



в)  $\mu_f = 0,25 \text{ мм}^2$

Рис. 5. Гистограммы площадей ярких зон из рисунка 4 (времч с 568 по 3124 мкс)

нируют и имеют ярко выраженный максимум. Незначительно отличается от него распылитель с  $\mu_f = 0,23 \text{ мм}^2$ . С ростом  $\mu_f$  ухудшается структура струи, причем для  $\mu_f = 0,25 \text{ мм}^2$  это более заметно. Объясняется это тем, что меньшему  $\mu_f$  соответствует меньший диаметр соплового отверстия, а меньшему диаметру соплового отверстия, как известно из литературных источников, соответствует более качественное распыливание топлива (например, [8, с. 46]).

Также отмечено, что с ростом  $\mu_f$  снижается максимум темных зон струи рапсового масла (для  $\mu_f = 0,25 \text{ мм}^2$  площади указанных яркостных зон растут слабо) и увеличивается максимум самой светлой яркостной зоны. Эта особенность была отмечена и при других давлениях впрыска

(для этих же распылителей, при тех же оборотах вала двигателя).

Возможно оценивать качество распыливания также и при изменении других факторов: давления впрыска, системы топливоподачи, вида топлива, температуры топлива, оборотов вала двигателя и др. [9]. Результаты апробации средства контроля согласуются с литературными данными. На основе изучения оптической неоднородности струи, вызванной истинной неоднородностью распыливания и неравномерностью распределения капель в топливной струе, возможно делать вывод о ее качестве и таким образом сравнивать качество распыливания различных видов топлив различными топливными распылителями при различных условиях впрыска.

#### Литература:

1. ГОСТ 10579–88. Форсунки дизелей. Общие технические условия. — Введ. 1990–01–01. — М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. — 8 с.
2. Разлейцев В. Н. Моделирование и оптимизация процесса сгорания в дизелях: монография / В. Н. Разлейцев. — Харьков: Вища школа, 1980. — С. 23.
3. Еськов А. В. Средство оптического контроля качества распыливания топлива с использованием скоростной видеосъемки / А. В. Еськов, А. В. Маецкий // Контроль. Диагностика. — 2013. — № 3. — С. 71–74.
4. Еськов А. В. Оптический метод исследования процесса распыливания рапсового и дизельного топлива / А. В. Еськов, А. В. Маецкий, А. М. Сагалаков // Датчики и системы. — 2013. — № 5. — С. 21–24.
5. Программа для раскадровки и обрезки кадров видеоизображений топливных струй: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ / А. В. Еськов, А. В. Маецкий; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова». — № 2012615905; дата поступления 04.05.2012; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 27.06.2012.
6. Маецкий А. В. Программное обеспечение оптического комплекса исследования и контроля качества струи распыленного топлива / А. В. Маецкий // Материалы Международной заочной научной конференции «Технические науки: теория и практика» (апрель 2012). — Чита: Изд-во «Молодой ученый», 2012. — С. 16–19.
7. Программа для обработки изображений топливных струй и расчета площадей оптических неоднородностей: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ / А. В. Маецкий, А. В. Еськов, С. И. Гибельгауз; заявитель и правообладатель Маецкий А. В. — № 2012616678; дата поступления 01.06.2012; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 25.07.2012.
8. Кутовой В. А. Впрыск топлива в дизелях / В. А. Кутовой. — М.: Машиностроение, 1981. — 120 с.
9. Еськов А. В. Экспериментальные результаты оптического контроля качества распыливания топлива с использованием скоростной видеосъемки / А. В. Еськов, А. В. Маецкий, С. В. Яковлев // Материалы XI Международной заочной научно-практической конференции «Технические науки — от теории к практике» (г. Новосибирск, 25 июня 2012 г.). — Новосибирск: Изд-во «Сибирская ассоциация консультантов», 2012. — С. 91–96.



## Оптимизация режима движения комбинированных дорожных машин при выполнении работ по содержанию дорог с использованием математических моделей

Мандровский Константин Петрович, кандидат технических наук, доцент  
Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)

*В статье рассмотрен способ оптимизации движения с учётом обеспечения локализации затора на линейном участке дороги. Приведены зависимости рабочей скорости перемещения машины от некоторых параметров и показателей.*

**Ключевые слова:** комбинированная дорожная машина, дорожный затор, скоростной режим дороги.

С увеличением количества автомобилей на дорогах возник целый спектр проблем в области оптимизации дорожного движения, в том числе быстрый износ дорожного покрытия приводит к потребности частого ремонта. Ремонтируемый участок дороги недоступен для дорожного движения, что приводит к дополнительному усугублению ситуации. Также возникают проблемы, связанные с содержанием дорог при помощи комбинированных дорожных машин (КДМ). КДМ имеют скорости выполнения рабочих операций гораздо меньшие, чем нормальная скорость на дороге. В результате ситуация на дороге усугубляется — за машиной образуется автомобильная пробка.

Закономерности образования заторов рассматриваются в теории транспортных потоков. При этом отмечается, что позиции данной теории не позволяют достичь полного понимания природы автомобильных пробок [1]. С каждым годом количество знаний в этой области накапливается, однако в теории транспортных потоков (см. например [2], [3], [4]) рассматриваются положения, которые нельзя в полной мере применить к движению КДМ. А именно: 1) КДМ не является полноценным участником дорожного движения, поскольку с её помощью достигается цель содержания дорог, а не перемещения; 2) КДМ является препятствием на дороге, параметры которого необходимо оптимизировать.

В таких условиях целесообразно разработать специализированные математические модели. Основным показателем режима движения КДМ является её скорость  $V_{кдм}$ , именно её величина должна оптимизироваться. Для определения способа оптимизации режима движения КДМ необходимо рассмотреть, в каких условиях дорожная ситуация терпит качественные изменения. Если затор, образовавшийся за КДМ, локализован на участке дороги, не имеющем перекрёстков, то проблемы с движением имеют место собственно на загруженном участке дороги. Если затор достигает перекрёстка, то проблемы возникают и на пересекающейся дороге, в результате он имеет сетевое распространение. Такая ситуация имеет характерный качественный переход. В момент, когда «хвост» пробки достигает перекрёстка, можно переместить КДМ с дороги, в результате чего движение будет нормализовано.

Например, КДМ находится на обочине (или в кармане) и до ближайшего перекрёстка за КДМ есть некоторая дистанция  $L1$  (см. рис. 1), следующий карман для съезда находится на некотором расстоянии  $L2$  перед КДМ. Нужно подобрать такую скорость  $V_{кдм}$  движения КДМ, чтобы, пока она едет по дороге до следующего кармана, пробка не превысила бы длину  $L1+L2$ .

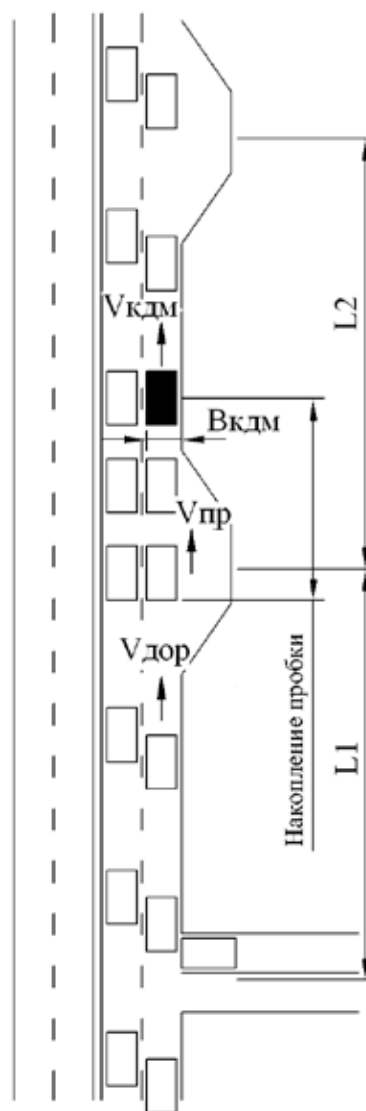


Рис. 1. Движение КДМ по участку дороги

Таблица 1. Исходные данные

| № | Наименование пункта исходной информации                        | Обозначение | Ед. измерения | Числ. значение |
|---|--|-------------|---------------|----------------|
| 1 | Ширина КДМ в долях от ширины полосы                            | Вкдм        | доли          | 1,0            |
| 2 | Расстояние от места выезда на дорогу КДМ до перекрёстка за КДМ | L1          | км            | 0,3            |
| 3 | Расстояние от места выезда на дорогу КДМ до места съезда       | L2          | км            | 0,5            |
| 4 | Скоростной режим дороги  | Vдор        | км/час        | 90             |

Таблица 2. Результаты расчёта

| № | Наименование пункта результата расчёта                | Обозначение | Ед. измерения |
|---|---|-------------|---------------|
| 1 | Допустимое время движения КДМ по дороге               | Tпред.нак   | часы          |
| 2 | Скорость накопления пробки                            | Vнак.пр     | км/час        |
| 3 | Скорость пробки                                       | Vпр         | км/час        |
| 4 | Минимально возможная рабочая скорость перемещения КДМ | Vкдм        | км/час        |
| 5 | Относительная (приведённая) скорость объезда КДМ      | Vоб         | км/час        |

Водители автомобилей вынуждены объезжать (обгонять) перемещающуюся КДМ. От того, какая доля от полосы  $V_{кдм}$  занята, скорость объезда  $V_{об}$  может меняться. Скорость движения КДМ и относительная скорость  $V_{об}$  объезда КДМ формируют скорость затора или пробки  $V_{пр}$ .

Дорога имеет скоростной режим  $V_{дор}$ , который в совокупности со скоростью пробки  $V_{пр}$  формирует скорость накопления пробки  $V_{нак.пр}$ . Скорость накопления пробки определяет время  $T_{пред.нак}$  предельного накопления (или допустимое время движения КДМ по дороге), в течение которого пробка займет дистанцию  $L1+L2$ . Именно за это время КДМ должна успеть преодолеть дистанцию  $L2$ , отсюда можно определить минимально возможную скорость движения КДМ  $V_{кдм}$ . Перечисленные факторы реализованы в математической модели оптимизации скоростного режима комбинированной дорожной машины (КДМ) при выполнении работ по содержанию. Исходная информация к расчёту с использованием модели находится в табл. 1. Перечень результатов расчёта содержится в табл. 2.

Наибольшая интенсивность использования КДМ приходится на зимний период, поэтому вопрос оптимизации имеет особенную важность именно для этого времени. Зимой при помощи КДМ выполняются работы по уборке снега и предупреждению образования льда. Перечисленные работы осуществляются преимущественно с использованием оборудования: «отвал», «цилиндрическая подметальная щётка», «распределитель реагента». В математической модели предусмотрена оптимизация скоростного режима для условий, определяемых нахождением на КДМ перечисленного рабочего оборудования. Однако для обеспечения формулировки задачи в общей форме не исключена возможность дальнейшего развития модели путём незначительной доработки.

Для анализа поведения математической модели произведём однофакторное варьирование пунктов исходной информации (см. табл. 1) с последующим построением графиков зависимости результатов расчёта.

Рассмотрим следующий расчётный случай. КДМ находится в кармане (или на обочине) участка магистрали, на расстоянии  $L1$  за ней находится ближайший перекрёсток, на расстоянии  $L2$  перед ней находится ближайший карман для съезда. Дорога имеет по две полосы движения в каждую сторону. КДМ выполняет работы по содержанию только на правой полосе. Во время нахождения на полосе дороги КДМ занимает часть от ширины полосы  $V_{кдм}$ .

Рассмотрим изменение дорожной ситуации (т. е. величины  $V_{нак.пр}$ ,  $V_{пр}$  и других показателей — см. табл. 2) в период движения КДМ от одного кармана до другого при переменных условиях — произведём однофакторное варьирование пунктов 1–4 исходной информации.

Результаты варьирования ширины  $V_{кдм}$  представлены на рис. 2. При увеличении  $V_{кдм}$  падает относительная скорость объезда  $V_{об}$ . Это приводит к падению скорости пробки (скорости потока в пробке)  $V_{пр}$  и, как следствие, возрастанию скорости накопления (удлинения) пробки  $V_{нак.пр}$ . Для того чтобы обеспечить возможность достижения КДМ следующего кармана до того, как «хвост» пробки достигнет перекрёстка за КДМ, необходимо увеличить скорость перемещения КДМ  $V_{кдм}$ . Увеличение скорости  $V_{кдм}$  приводит к снижению времени его нахождения на дороге  $T_{пред.нак}$ .

Результаты варьирования расстояния от места выезда на дорогу КДМ до перекрёстка за КДМ  $L1$  представлены на рис. 3. При увеличении  $L1$  возрастает предельная длина пробки  $L1+L2$ . Поэтому можно допустить снижение скорости движения  $V_{кдм}$  и повышение времени пребывания КДМ на дороге  $T_{пред.нак}$ . Снижение  $V_{кдм}$



Рис. 2. Зависимость скорости  $V_{КДМ}$  от ширины  $V_{КДМ}$

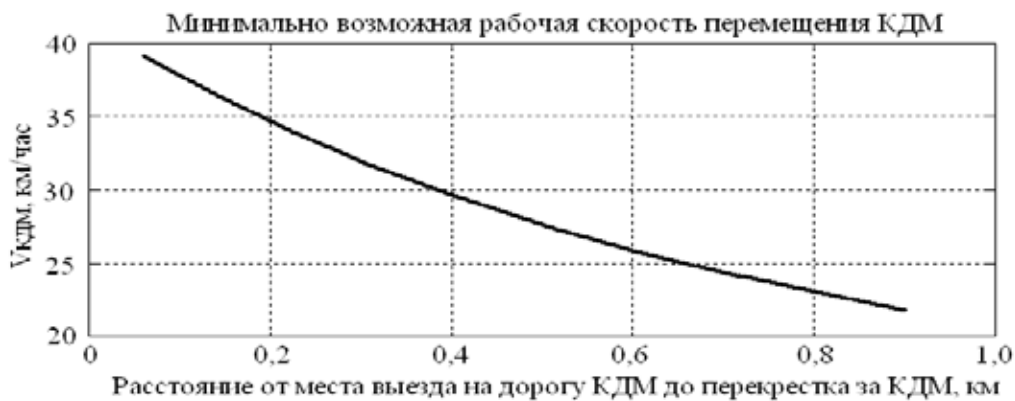


Рис. 3. Зависимость скорости  $V_{КДМ}$  от расстояния  $L1$



Рис. 4. Зависимость скорости  $V_{КДМ}$  от расстояния  $L2$

приводит к снижению скорости пробки  $V_{пр}$  и, как следствие, повышению скорости накопления пробки  $V_{нак.пр}$ .

Результаты варьирования расстояния от места выезда на дорогу КДМ до места съезда  $L2$  представлены на рис. 4. При увеличении  $L2$  возрастает предельная длина пробки  $L1+L2$ , однако КДМ должна успевать освобождать участки длиной  $L2$  с такой скоростью  $V_{КДМ}$ , чтобы «хвост» пробки не успел достигнуть ближайшего перекрестка до момента съезда с дороги. В результате с увеличением  $L2$

необходимо повысить скорость пробки  $V_{пр}$  и, как следствие, снизить скорость накопления пробки  $V_{нак.пр}$ . Указанное достигается путём повышения скорости  $V_{КДМ}$  и снижения времени пребывания КДМ на дороге  $T_{пред.нак}$ .

Результаты варьирования нормальной скорости движения (скоростной режим дороги)  $V_{дор}$  представлены на рис. 5. В результате увеличения  $V_{дор}$  возрастает скорость накопления пробки  $V_{нак.пр}$ , поэтому нужно увеличить

Рис. 5. Зависимость скорости  $V_{кдм}$  от скорости  $V_{дор}$ 

скорость пробки  $V_{пр}$ , что достигается путём повышения скорости движения  $V_{кдм}$ . Повышение  $V_{кдм}$  приводит к снижению продолжительности пребывания её на дороге  $T_{пред.нак}$ .

### Заключение

Таким образом, получены зависимости основного показателя режима движения КДМ, подлежащего оптимизации — скорости  $V_{кдм}$ . Из рассмотрения которых можно заключить, что математическое моделирование представляет собой гибкий инструмент анализа дорожной ситуации в целом и оптимизации режима движения КДМ в частности, который в последствии можно алгоритмизировать и внедрить в состав аппаратных средств автоматизированного регулирования.

Каждый участок дороги имеет свои особенности — частота расположения перекрестков или карманов для

съезда, ширина и количество полос движения, скоростной режим, интенсивность движения, от которой зависит скорость накопления пробки и др.. В целом всё это определяет потребность многократного расчёта при помощи математической модели. От расчёта к расчёту исходная информация переменна, необходимо следить за правильным её составлением. Также необходимо следить за правильной систематизацией результатов расчёта и их применением. При этом можно управлять скоростным режимом одной КДМ, которая последовательно находится на анализируемых участках дороги, либо несколькими КДМ, которые одновременно работают в нескольких местах.

Учитывая сказанное, можно предположить, что с использованием обозначенной выше математической модели могут быть разработаны достаточно сложные и многофункциональные алгоритмы управления и мониторинга с использованием автоматизированных средств наблюдения.

### Литература:

1. Studying the ebb and ow of stop-and-go; Los Alamos Lab using cold war tools to scrutinize tra-c patterns alan sipress washington post stawriter, Thursday, August 5, 1999, www.science.com
2. Швецов В. И. Математическое моделирование транспортных потоков // Автоматика и телематика. — 2003. — № 11.
3. Хейт Ф. Математическая теория транспортных потоков / М.:Мир, 1966. — 286 с.
4. Смирнов Н. Н., Киселёв А. Б., Никитин В. Ф., Юмашев М. В. Математическое моделирование автотранспортных потоков // мех-мат МГУ, 1999.

## Системы охлаждения полупроводниковых электрорадиоизделий

Меркульев Александр Юрьевич, студент;  
 Горячев Николай Владимирович, аспирант, ведущий программист;  
 Юрков Николай Кондратьевич, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой  
 Пензенский государственный университет

*Статья содержит обзор методов охлаждения полупроводниковых электрорадиоизделий (ЭРИ). Приведена сравнительная характеристика различных систем охлаждения. Показаны преимущества и недостатки различных способов охлаждения.*

**Ключевые слова:** охлаждение, ЭРИ, характеристика, система охлаждения, преимущества, недостатки.

*The article provides an overview of methods to cool semiconductor products. The comparative characteristics of different cooling systems. The advantages and disadvantages of different methods of cooling.*

**Keywords:** cooling, ERI, characterization, cooling system, advantages, disadvantages.

### Введение

Одна из тенденций современной электроники — уменьшение габаритов устройств при одновременном росте требований к их производительности и надежности. Но размещение большого числа электронных модулей на малой площади приводит к интенсивному нагреву. Поэтому, чем миниатюрней электронное устройство, тем актуальнее для него проблема эффективного охлаждения [1]. Следствием этого является необходимость в развитии надежных систем отвода тепла от электронных компонентов. Существующие в настоящий момент системы охлаждения принято разделять на две основные группы: пассивные системы охлаждения; активные системы охлаждения [2, 7].

### Существующие системы охлаждения

Для пассивных методов характерен естественный путь отвода тепла — конвекцией, теплопроводностью и излучением. В активных методах используется принуди-

тельный теплоотвод с применением вентиляторов, термоохладителей или омывающих жидкостей.

Самый простой способ охлаждения ЭРИ — пассивный теплоотвод с применением радиаторов. Он основан на явлениях теплопроводности материалов, естественной конвекции и теплового излучения [3]. Размеры полупроводникового кристалла слишком малы, чтобы конвекции было достаточно для его охлаждения. При закреплении корпуса ЭРИ на радиаторе многократно увеличивается площадь охлаждаемой поверхности. За счет теплопроводности тепло от корпуса микросхемы передается металлическому радиатору. Далее теплоотдача от радиатора осуществляется конвективным и лучистым теплообменом. По конструкции различают пластинчатые, ребристые, игольчатые радиаторы (рис. 1). Для естественной конвекции лучшей является игольчатая конструкция.

Более эффективное охлаждение дает принудительная конвекция, например, за счет обдува вентилятором. Принудительное воздушное охлаждение не всегда позволяет добиться требуемой рабочей темпе-

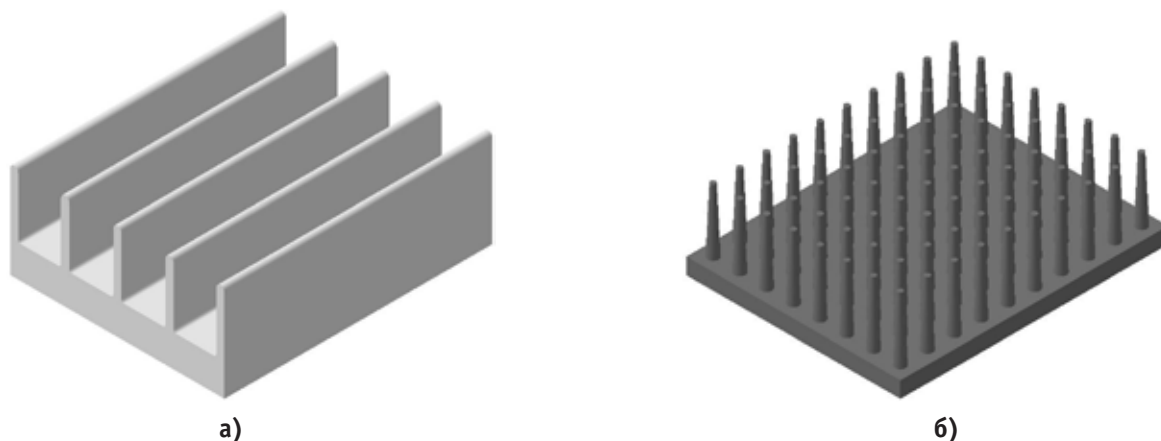


Рис. 1. Конструкция радиаторов: а — ребристый; б — игольчатый

ратуры ЭРИ по причине низкой теплоемкости и теплопроводности газов. В условиях принудительного охлаждения роль теплового излучения мала, так как на его долю приходится около 3% отводимого тепла. Для повышения качества обдува можно использовать один или нескольких методов: увеличение количества вентиляторов; увеличение скорости вращения крыльчатки вентилятора; установка вентиляторов большего диаметра; увеличение количества лопастей, а также изменение их формы (т. е. замена существующих вентиляторов на более «продвинутое» модели); разработка более эффективной схемы движения воздушных масс; устранение препятствий на пути отвода воздуха. К достоинствам такой системы охлаждения относят: низкую стоимость; простоту установки и обслуживания. Однако у данной системы есть и существенные недостатки: вращающаяся крыльчатка является основным источником шума в устройстве; скромные, в сравнении с другими активными системами, показатели эффективности; небольшой потенциал для покрытия постоянно возрастающих потребностей в охлаждении; вентиляторы обладают крайне невысокой надежностью [4].

Более эффективным считается жидкостное охлаждение. Известно, что теплоемкость жидкостей значительно выше, чем газов. Система жидкостного охлаждения работает следующим образом: миниатюрный резервуар, объем которого меньше, чем у воздушного радиатора, закрепляется на поверхности ЭРИ, из него по шлангу с помощью помпы жидкость перекачивается в герметичный наружный радиатор, который может обдуваться наружным вентилятором. Эффективность охлаждения зависит от следующих факторов: скорости охлаждающей жидкости; состава охлаждающей жидкости; наличия турбулентности; количества каналов охлаждения в радиаторе; материала радиатора. Особым типом жидкостного охлаждения являются тепловые трубки. Естественную конвекцию с применением тепловых трубок целесообразно использовать при невозможности жидкостного охлаждения или охлаждения с применением вентилятора. Тепловая трубка представляет собой тонкостенный металлический сосуд. Если один конец тепловой трубки подключить к источнику тепла, а другой — к приемнику — радиатору, будет происходить интенсивный теплообмен. Количество отводимого тепла окажется во много раз больше, чем при использовании радиаторов из меди или серебра. Отсутствие насосов и помп делает этот метод экономичным (нет шума и потребления энергии), однако малая длина трубок (до 30 см) снижает эффективность метода.

Современной технологией охлаждения является применение термоохладителей, действие которых основано на эффекте Пельтье. При протекании постоянного тока через цепь из двух разнородных проводников в местах контактов в зависимости от направления тока выделяется или поглощается тепло. Термоохладители выдерживают

200 тысяч часов работы (вентиляторы — 50 тысяч). Существенными преимуществами построения систем охлаждения и термостабилизации с применением ТЭМ является [5]: малые габариты и вес определяют отсутствие альтернативных решений для термостабилизации и охлаждения в микро- и фото-электронике; высокая надежность; высокая охлаждающая способность на единицу веса и объема; возможность плавного и высокоточного регулирования холодопроизводительности и температурного режима; малая инерционность, быстрый переход из режима охлаждения в режим нагрева; отсутствие рабочих жидкостей и газов и др.

Метод естественного охлаждения не требует затрат энергии, при его реализации ничто не движется, а, следовательно, не ломается. Это обеспечивает его надежность и простоту. Недостаток — низкая эффективность охлаждения и большие габариты: на 1 Вт мощности требуется поверхность охлаждения 25–30<sup>2</sup>см. Наиболее эффективная жидкостная система имеет следующие недостатки: возможность протечек; микронасос и вентилятор требуют потребления энергии; система занимает определенные габариты; все, что движется (вентилятор и насос), снижает надежность и является источником шума. Термоохладители надежны и бесшумны, имеют малые габариты, однако их недостатком является большое потребление энергии, термоохладитель сам является источником выделения тепла, для его работы требуются токи до десятков ампер, тогда как у жидкостных систем ток не превосходит 0,3А [5]. Результаты обзора представлены в таблице 1.

### Вывод

Каждая из рассмотренных систем охлаждения ЭРИ имеет свои достоинства и недостатки. С развитием силовой электроники повышается плотность мощности, и расширяется температурный диапазон, а так же уменьшаются габариты изделия. Дальнейший прогресс техники содержащей теплонагруженные ЭРИ возможен только при условии повышения эффективности систем охлаждения, наиболее перспективными из которых являются системы, построенные с применением новых материалов. В связи с чем необходимы новые средства оценки, анализа и исследования работы систем охлаждения. К таким средствам можно отнести специализированные информационно-измерительные комплексы (ИИК) описание которых приведено в работах [6–8]. ИИК не только позволяет проводить измерения температуры реальной системы охлаждения, но и проводить вычислительный эксперимент. Последний позволяет получить не только градиент температуры, но и рассчитать тепловое сопротивление системы охлаждения [9]. Подобные ИИК активно применяются не только в научно-исследовательской деятельности кафедры, но и при подготовке выпускной квалификационной работы [10].

Таблица 1

| Охлаждение               | Преимущества   | Недостатки  | Применение                              |
|--------------------------|--|---|---|
| Принудительное воздушное | Низкая цена, отсутствие утечек   | Большой объем, необходимость распределения тепла, высокое тепловое сопротивление, акустические шумы | Во всех областях электроники            |
| Жидкостное               | Малый объем, гибкая конфигурация, низкое тепловое сопротивление, малый уровень шумов | Необходим компрессор, возможность утечек, высокая цена  | Лазерные диоды, силовая электроника     |
| Тепловые трубки          | Малый объем, низкое тепловое сопротивление, малый уровень шумов                      | Ограниченная теплоносущая способность, высокая цена, сложная конструкция                            | Компьютеры, силовая электроника, космос |
| Термоэлектрическое       | Малый объем, низкое тепловое сопротивление   | Ограниченная теплоносущая способность, низкая эффективность   | Оптоэлектроника                         |

Литература:

1. Марущенко Д. Печатные платы с металлическим основанием // Электроника. 2009. с. 100–101.
2. Алексюнин Е. С. Системы активного охлаждения электронных компонентов на основе пьезоустройств // Инженерный вестник Дона. 2013. Т. 25. № 2. С. 21.
3. Колпаков А. Охлаждение в системах высокой мощности // Силовая электроника. 2010. № 3. С. 62–66.
4. Юрков Н. К. Концепция создания автоматизированной системы выбора теплоотвода электрорадиоэлемента / Н. К. Юрков, Н. В. Горячев // Современные информационные технологии. 2010. № 11. С. 171–176.
5. Шостаковский П. Современные решения термоэлектрического охлаждения для радиоэлектронной, медицинской, промышленной и бытовой техники // Силовая электроника. 2009. № 12. С. 120–126.
6. Горячев Н. В. Стенд исследования тепловых полей элементов конструкций РЭС/ Н. В. Горячев, И. Д. Граб, А. В. Лысенко, П. Г. Андреев, В. А. Трусов // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2008. Т. 2. С. 162–166.
7. Горячев Н. В. Информационно-измерительный лабораторный комплекс исследования теплоотводов электрорадиоэлементов / Н. В. Горячев, А. В. Лысенко, И. Д. Граб, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 2. С. 239–240.
8. Горячев Н. В. Алгоритм функционирования стенда исследования теплоотводов и систем охлаждения радиоэлектронной аппаратуры/ Н. В. Горячев, И. Д. Граб, А. В. Лысенко, Н. К. Юрков // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. 2011. № 1. С. 385–391.
9. Горячев Н. В. Программа инженерного расчёта температуры перегрева кристалла электрорадиокомпонента и его теплоотвода / Н. В. Горячев, А. В. Лысенко, И. Д. Граб, Н. К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 2. С. 242–243.
10. Горячев Н. В. Опыт применения систем сквозного проектирования при подготовке выпускной квалификационной работы / Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В. Г. Белинского. 2011. № 26. С. 534–540.

## Анализ влияния использования протоколов MPLS и RSVP на надежность сети NGN

Мурадова Алевтина Александровна, докторант  
Ташкентский университет информационных технологий (Узбекистан)

*В статье проведено аналитическое исследование работы протоколов MPLS и RSVP в сети NGN. Показано эффективное использование протоколов MPLS на уровне ядра и RSVP на уровне доступа сети NGN. Получены графики зависимости качества обслуживания по параметру R и целесообразности внедрения технологий RSVP и MPLS от количества абонентов. Сделаны выводы по полученным результатам и показаны основные моменты влияния работы протоколов на надежность сети NGN.*

**Ключевые слова:** качество обслуживания, NGN (Next Generation Network), вероятность отказа, многопротокольная коммутация по меткам, протокол резервирования ресурсов, маршрутизатор, передача пакетов, сеть доступа, уровень ядра.

### Введение

Вопросы качества обслуживания — одни из наиболее актуальных при предоставлении любых услуг связи. Высокое качество обслуживания представляет интерес не только для конечного пользователя, но и для самого поставщика услуг. Пользователи стремятся использовать высококачественные сети, а это означает увеличение годовых доходов операторов. Задача оператора сети связи — найти оптимальное решение для удовлетворения, как собственных интересов, так и интересов потребителей услуг.

### 1. Качество сервиса

Традиционная телефонная сеть была создана таким образом, чтобы гарантировать высокое качество услуги даже при больших нагрузках. IP-телефония, напротив, не гарантирует качества, причем при больших нагрузках оно значительно падает. Отсутствие гарантированного качества обслуживания при передаче речи по сетям с маршрутизацией пакетов компенсируется появлением таких технологий, как многопротокольная коммутация по меткам — Multiprotocol Label Switching (MPLS), протокол резервирования ресурсов — Resource Reservation Protocol (RSVP), дифференциальное обслуживание разнотипного трафика — Differentiated Services (DiffServ). Поддержка механизмов качества обслуживания — Quality of Service (QoS) позволяет предоставлять ресурсы сети NGN (Next Generation Network) тем приложениям, которым они нужны в наибольшей степени [1]. Например, можно резервировать определенную полосу пропускания под голосовые пакеты, а данным, менее критичным к задержкам (передача файлов по сети), назначать меньший приоритет. Избежать заторов в NGN-сетях, вызванных разнородным трафиком, можно лишь за счет дифференциации качества обслуживания. Для реализации механизмов QoS в заголовке IP-пакета предусмотрено поле типа сервиса размером 8 бит (Type of Service, ToS), которое задает характер обработки пакета в процессе транспортировки последнего. Первые три бита этого поля образуют подполе приоритета пакета (precedence). Приоритет может быть от самого низкого-0 до самого высокого-7. Поле тип сервиса

содержит также три бита, определяющие критерий выбора маршрута. Выбор осуществляется между тремя альтернативами: малой задержкой, высокой достоверностью и высокой пропускной способностью. Установленный бит D (delay) говорит о том, что маршрут должен выбираться для минимизации задержки доставки данного пакета, бит T — для максимизации пропускной способности, а бит R — для максимизации надежности доставки [2]. Во многих сетях улучшение одного из этих параметров связано с ухудшением другого. На практике приходится делать выбор между малыми задержками, высокой пропускной способностью и высокой надежностью.

### 2. MPLS

Аббревиатура MPLS расшифровывается как «многопротокольная коммутация с использованием меток» (Multiprotocol Label Switching, MPLS). «Многопротокольность» в названии технологии означает, что средства MPLS применимы к любому протоколу сетевого уровня. MPLS позволяет быстро направлять пакеты центральными маршрутизаторами — LSR. В каждый пакет, который поступает в MPLS-сеть, входящим граничным маршрутизатором — LER инкапсулируется метка MPLS. Внутри MPLS-сети маршрутизация производится по метке, т. е. решение о продвижении пакета принимается после просмотра таблицы коммутации, а не маршрутизации, что значительно сокращает время передачи пакета по сети. При выходе пакета из MPLS-сети метка исключается и пакет маршрутизируется с помощью применяемых в данной сети методов маршрутизации. Значение метки уникально для каждой пары смежных LSR [3].

Сеть MPLS делится на две функционально различные области — ядро и граничную область. Ядро образуют устройства, минимальным требованием к которым является поддержка MPLS и участие в процессе маршрутизации трафика для того протокола, который коммутируется с помощью MPLS. Маршрутизаторы ядра занимаются только коммутацией. Внутри ядра сети коммутаторы игнорируют информацию сетевого уровня в заголовках пакетов и определяют дальнейший маршрут их следования исключительно на основе меток. Когда коммутатор получает по-



меченный пакет, его пересылающая компонента ищет в таблице пересылки нужную запись (по номеру входного порта и входной метке), извлекает из нее выходную метку, выходной интерфейс и адрес следующего смежного устройства. Затем коммутатор заменяет входную метку выходной (эта процедура называется label swapping) и передает пакет на выходной интерфейс для дальнейшего продвижения по маршруту LSP. Когда пакет достигает конца маршрута LSP, выходной коммутатор тоже обращается к своей таблице пересылки. Но, поскольку на следующем шаге пакет должен быть передан уже на устройство, не поддерживающее метки, коммутатор удаляет метку и отправляет пакет, используя обычный алгоритм маршрутизации. Все функции классификации пакетов по различным FEC, а также реализацию таких дополнительных сервисов, как фильтрация, явная маршрутизация, выравнивание нагрузки и управление трафиком, берут на себя граничные LSR. В результате интенсивные вычисления приходится на граничную область, а высокопроизводительная коммутация выполняется в ядре, что позволяет оптимизировать конфигурацию устройств MPLS в зависимости от их местоположения в сети. Таким образом, главная особенность MPLS — отделение процесса коммутации пакета от анализа IP-адресов в его заголовке, что открывает ряд привлекательных возможностей. Каждый из классов FEC обрабатывается отдельно от остальных — не только потому, что для него строится свой путь LSP, но и в смысле доступа к общим ресурсам (полосе пропускания канала и буферному пространству). В результате технология MPLS позволяет очень эффективно поддерживать требуемое качество обслуживания, не нарушая предоставленных пользователю гарантий. Применение в LSR таких механизмов управления буферизацией и очередями, как WFQ или CBQ, дает возможность оператору сети MPLS контролировать распределение ресурсов и изолировать трафик отдельных пользователей [4].

Итак, при использовании технологии MPLS соответствие между пакетом и потоком устанавливается один раз,

на входе в сеть MPLS, в то время как в обычных IP-сетях любой маршрутизатор, находящийся на пути следования пакета, анализирует заголовок пакета, чтобы определить, к какому потоку этот пакет относится, и выбрать направление для пересылки к следующему маршрутизатору. Следовательно, протокол MPLS упрощает процесс продвижения пакетов в сети NGN, поскольку на промежуточных LSR происходит не обычная маршрутизация, а высокоскоростная коммутация на основании информации в метке [5].

Протокол MPLS является во многом протоколом «конструирования трафика», а не протоколом QoS. Маршрутизация MPLS используется для образования виртуальных каналов в NGN-сетях, причем предполагается, что для этих каналов маршрутизаторы сети выделяют определенные ресурсы. При этом потоку трафика, следующему вдоль виртуального пути, гарантируются параметры QoS, такие как пропускная способность или максимальный уровень задержек. Однако сам способ резервирования и поддержки качества обслуживания остается за пределами протокола MPLS, он только создает виртуальный канал и может переносить в поле метки требования QoS. Резервирование пропускной способности для виртуального канала MPLS может выполнять как администратор, так и другой протокол, например RSVP. Архитектура MPLS не зависит от конкретного протокола, поэтому в сети NGN могут применяться разные протоколы сетевой сигнализации. Очень перспективно в данном отношении — использование RSVP для совмещения резервирования ресурсов и организации LSP для различных потоков [6].

### 3. Качество обслуживания в сетях MPLS

Обеспечение функций QoS — это важнейший компонент технологии MPLS. В MPLS сети QoS-информация передается в поле CoS заголовка MPLS-метки. То есть, MPLS QoS базируется на CoS-битах MPLS-метки [7]. MPLS QoS достигается посредством выполнения двух главных логических шагов:

| Место применения   | Подходящие функции QOS   | Действия QOS  |
|--|--|---|
| Маршрутизатор на входе в MPLS-облако (пограничный маршрутизатор) | Согласование скорости доступа (Committed Access Rate-CAR)                          | Вариант 1. Механизм CAR ограничивает трафик на входном маршрутизаторе для всего поступающего в MPLS-облако IP-трафика. Он устанавливает для трафика значение IP-приоритета исходя из профиля трафика и существующих политик. Значение поля IP-приоритета пакета копируется в поле MPLS QOS.<br>Вариант 2. Механизм CAR ограничивает трафик на входном маршрутизаторе для всего поступающего в MPLS облако IP-трафика. Он устанавливает для трафика значение поля MPLS COS исходя из профиля трафика и существующего контракта. В отличие от варианта 1, значение приоритета в IP-заголовке остается неизменным. |
| Вся MPLS-сеть  | Взвешенный алгоритм равномерного обслуживания очередей (Weighted Fair Queuing-WFQ) | Дифференциация трафика в MPLS магистрали на основании значения поля MPLS COS с помощью функций IP QOS WFQ   |

Иными словами, в MPLS-сети используются следующие QoS функции: Механизм CAR (Committed access rate), применяющийся к входящему трафику для установки поля MPLS QoS. В ядре сети используется предоставление дифференцированных услуг с использованием механизма WFQ (Weighted Fair Queuing) и анализа битов поля MPLS CoS (Class of service) пакета [8].

### 3. Протокол RSVP

Протокол резервирования ресурсов (RSVP) был разработан как сигнальный протокол, предназначенный для предварительного бронирования определенных сетевых ресурсов с целью их последующего использования для установления определенного сеанса. Протокол функционирует следующим образом: источник посылает сообщение PATH приемнику, в котором специфицируются параметры трафика, планируемого для передачи.

Каждый маршрутизатор, находящийся на пути сообщения PATH перенаправляет это сообщение следующему узлу. При получении сообщения PATH приемник отправляет сообщение RESV. RESV использует тот же маршрут, что и PATH. Маршрутизаторы определяют могут ли они удовлетворить эти RESV-запросы. Если нет, они отказываются от резервирования. Если да, то они отсылают запрос следующему маршрутизатору. Отправитель, получив запрос на резервирование считает резервирование состоявшимся.

Для поддержания ресурсов в резервированном состоянии сообщения PATH и RESV периодически повторяются, а соседние маршрутизаторы обмениваются сообщениями Hello.

RSVP — это сигнальный протокол QoS, который позволяет конечным приложениям, требующим определенные гарантированные услуги, проводить сквозную сигнализацию своих QoS-требований. Протокол RSVP сигнализирует о запросах резервирования ресурсов по доступному маршрутизируемому пути в сети. При этом RSVP не производит собственную маршрутизацию; напротив, этот протокол был разработан для использования других, более мощных, протоколов маршрутизации. При определении пути для данных и управляющего трафика RSVP полагается на используемый в сети протокол маршрутизации. После того как информация протокола маршрутизации адаптируется к изменениям в топологии сети, запросы резервирования протокола RSVP переносятся на новый путь. Подобная модульность помогает протоколу RSVP эффективно функционировать совместно с любой службой предоставления информации о маршрутах [9].

### 5. Работа протокола RSVP

Конечные системы сети NGN используют протокол RSVP для запрашивания у сети определенного уровня QoS от имени потока данных приложения. RSVP-запросы

передаются по сети при прохождении каждого узла, который используется для передачи потока. Протокол RSVP пытается зарезервировать ресурсы для потока данных на каждом из этих узлов. RSVP-совместимые маршрутизаторы помогают доставить нужные потоки данных в нужную точку назначения. Резервирование всегда должно следовать по одному и тому же одноадресному пути или по многоадресному дереву. В случае выхода из строя линии связи маршрутизатор должен сообщить об этом RSVP-демону, чтобы генерируемые им RSVP-сообщения передавались по новому пути

### 6. Стили резервирования

Запрос резервирования включает в себя набор опций, которые в совокупности называются стилем. Одна опция резервирования определяет способ резервирования различными отправителями в пределах одной сессии. Другая опция резервирования контролирует выбор отправителей. RSVP-резервирование ресурсов для потока можно разбить на два главных типа: индивидуальное и общее.

#### 6.1. Индивидуальное резервирование

Индивидуальное резервирование (distinct reservations) применяется в тех приложениях, в которых несколько источников данных могут отправлять информацию одновременно. В видеоприложениях каждый отправитель генерирует индивидуальный поток данных, для которого необходимо осуществлять отдельное управление доступом и планирование очереди на всем пути к получателю. Следовательно, для такого потока необходимо осуществлять отдельное резервирование ресурсов для каждого отправителя и для каждого канала в пути. Индивидуальное резервирование происходит для отправителя и устанавливается с помощью стиля резервирования с фиксированным фильтром (Fixed Filter — FF). Стиль FF использует опции: «четкое» (distinct) резервирование и «явный» (explicit) выбор отправителя. Символически запрос на резервирование в стиле FF можно представить как FF (S{Q}), где S-это отправитель, а Q-объект FlowSpec; эта пара параметров образуют дескриптор потока. RSVP позволяет применение нескольких простых стилей резервирования FF одновременно, при этом формируется список дескрипторов потоков: FF (S1{Q1}, S2{Q2},...)

Самый простой случай индивидуального резервирования ресурсов наблюдается на примере приложения с одноадресным трафиком, где есть только один отправитель и один получатель. Таким образом, простой запрос со стилем FF создает точно заданное резервирование для информационных пакетов от определенного отправителя, без совместного использования ресурса с другими отправителями в пределах одной и той же сессии.

#### 6.2. Общее резервирование

Общее резервирование (shared reservation) применяется в тех приложениях, в которых несколько источников данных не склонно передавать одновременно, например

цифровые аудиоприложения, такие, как приложения VoIP. В этом случае, поскольку в любой отдельно взятый промежуток времени разговор ведет небольшое число людей, информация передается лишь небольшим ограниченным количеством отправителей. Такой поток не нуждается в отдельном резервировании ресурсов для каждого отправителя, для него необходимо всего лишь одно резервирование, которое при необходимости можно будет применить к любому отправителю в группе.

В терминах протокола RSVP такой поток называется общим потоком (shared flow); он устанавливается с помощью общего явного или группового резервирования. При общем явном (Shared Explicit — SE) резервировании потоки, которые резервируют сетевые ресурсы указываются отдельно. Стиль SE использует опции: «разделенное» (shared) резервирование и «явный» (explicit) выбор отправителя. Таким образом, стиль резервирования SE формирует одно резервирование, которое совместно используется несколькими отправителями. Символически запрос на резервирование в стиле SE можно представить как SE ((S1,S2){Q}), где S1,S2,...-отдельные отправители, требующие резервирования ресурсов, а Q-объект FlowSpec.

С помощью группового фильтра (Wildcard Filter — WF) полоса пропускания и характеристики задержки могут быть зарезервированы для любого отправителя. Такой фильтр не позволяет указать отправителей отдельно — он принимает всех отправителей, на что указывает установка адреса источника и порта в ноль. Символически запрос на резервирование в стиле WF можно представить как WF (\*{Q}), где символ «\*» представляет собой групповой символ выбора отправителей, а Q — объект FlowSpec.

Протокол RSVP не позволяют объединять индивидуальное резервирование с общим резервированием, так как эти модели абсолютно несовместимы. Не допускается также объединение явного и произвольного выбора отправителей, так как это может вызвать предоставление не заказанных услуг получателю, который указал тип услуг явно. Таким образом, стили WF, SE и FF не совместимы [10].

## 7. Типы услуг

Протокол RSVP предоставляет два типа интегрированных услуг, которые получатели могут запрашивать с помощью сообщений RSVP RESV: службу регулируемой нагрузки и службу гарантированной битовой скорости.

### 7.1. Регулируемая нагрузка

Служба регулируемой нагрузки (control load service) обеспечивает гарантию того, что зарезервированный поток достигнет своего пункта назначения с минимальным вмешательством со стороны трафика, доставляемого без гарантий. Как правило, служба регулируемой нагрузки применяется при передаче трафика

Internet-приложений, чувствительных к перегрузкам в сети. Такие приложения отлично работают в незагруженных сетях, но при перегрузке «сразу приходят в негодность».

### 7.2. Гарантированная битовая скорость

Служба гарантированной битовой скорости (guaranteed bit rate service) обеспечивает ограничение задержки без отбрасывания датаграмм, удовлетворяющих параметрам трафика, в условиях отсутствия сбоев в работе сетевых компонентов или изменений в информации о маршрутах во время жизни потока. Эта служба гарантирует минимальное вмешательство со стороны трафика, доставляемого без гарантий, изоляцию зарезервированных потоков и числовое выражение максимальной задержки очереди. Максимальная задержка очереди — это задержка передачи PATH-сообщения от источника до получателя. Служба гарантированной битовой скорости лучше всего подходит для тех приложений масштаба реального времени, которые позволяют воспроизводить аудио- и видеофайлы. Подобные приложения используются для нормальной работы буфер с целью компенсации неравномерности прибытия пакетов. Определяя максимальную задержку очереди, служба гарантированной битовой скорости помогает оценить необходимый размер буфера.

## 8. Аналитическое сравнение работы протоколов MPLS и RSVP

1) Объемы ресурсов, которые необходимы маршрутизатору для обработки и хранения информации RSVP, увеличиваются пропорционально числу резервирований. Т.о. поддерживая много RSVP резервирований можно получить отрицательный результат. Следовательно, RSVP имеет проблемы с масштабированием. При MPLS маршрутизатор не анализирует заголовок пакета, а узнает о следующем адресате по метке. Это экономит время и ресурсы. Следовательно, MPLS более масштабируем.

2) RSVP определяет для трафика кратчайший маршрут. В результате сеть работает неэффективно и не решает проблем, связанных с нехваткой пропускной способности. MPLS позволяет направлять трафик через менее загруженные маршруты. Это означает более эффективную работу сетей, а также позволяет избежать проблем с нехваткой пропускной способности.

3) При RSVP на организацию резервирований тратятся большие интервалы времени за счет большого объема служебной информации. В MPLS, если путь устанавливается впервые, то время установления соединения соизмеримо с временем при использовании технологии RSVP. А если данные передаются по уже существующему маршруту, то время установления соединения значительно сокращается.

4) RSVP присваивает каждому маршруту определенный индекс. Это исключает просмотр таблицы мар-

шрутизации. MPLS дает возможность ускоренного продвижения пакетов, т. к. маршрутизация заменяется коммутацией — более скоростным способом продвижения.

5) RSVP каждый поток обслуживает отдельно, что увеличивает затраты ресурсов сети. MPLS позволяет объединить однотипные потоки и рассматривать их единым образом. Это уменьшает затраты ресурсов сети.

6) Протокол RSVP присваивает определенный индекс каждому маршруту. Таблицы потоков могут стать настолько большими, что сеть NGN начнет давать сбои. MPLS классифицирует пакет и присваивает ему метку. Метка должна быть уникальной лишь для каждой пары смежных транзитных маршрутизаторов. В связи с этим пространство меток не будет исчерпано.

7) Протокол RSVP устанавливает маршрут при поступлении каждого нового потока трафика. При MPLS установление маршрутов происходит только при изменении топологии сети или получении соответствующей управляющей информации.

8) RSVP и MPLS может использоваться в паре с Frame Relay или ATM.

9) При RSVP маршрутизаторы должны обладать большими вычислительными ресурсами, большими объемами памяти и функциями, поддерживающими RSVP. При MPLS транзитным маршрутизаторам не требуются ни большие объемы памяти, ни вычислительные ресурсы. Это значительно упрощает построение сети NGN в целом.

10) При RSVP возможен несанкционированный захват или сокрытие сетевых ресурсов. Протокол MPLS может обеспечить безопасность с помощью средств шифрования, контроля доступа и аутентификации (авторизации) пользователей.

11) RSVP и MPLS позволяет обслуживать мульти-кастные приложения.

12) Время реакции на обрыв связи в протоколе RSVP измеряется в миллисекундах (0,001), а в MPLS в микросекундах (0,000001).

### Вывод

Можно сделать вывод, что применение протокола RSVP вряд ли выйдет за пределы корпоративных сетей и его применение именно на участке абонентского доступа повышает надежность сети NGN. Передача мультимедиа приложений с использованием RSVP в пределах частных сетей оправдана более. RSVP больше пригоден для тех случаев, когда число приоритетных потоков невелико и они требуют умеренной полосы пропускания. А реализация технологии MPLS в сети крупного предприятия или по каналам глобальной сети оказывается более реальной задачей. Качество обслуживания протокола RSVP лучше при разумном количестве абонентов. А при их увеличении качество значительно ухудшается. Протокол MPLS может благополучно функционировать при значительно большем количестве абонентов. Приведем графики, наглядно показывающие сравнение технологий RSVP и MPLS.

Следовательно, внедрение протокола RSVP целесообразнее при небольшом количестве абонентов на участке абонентского доступа, тогда как внедрение технологии MPLS возможно на участке ядра сети NGN. При комбинированном использовании этих двух протоколов повышается отказоустойчивость сети NGN, которая непосредственно влияет на надежность сети в целом.

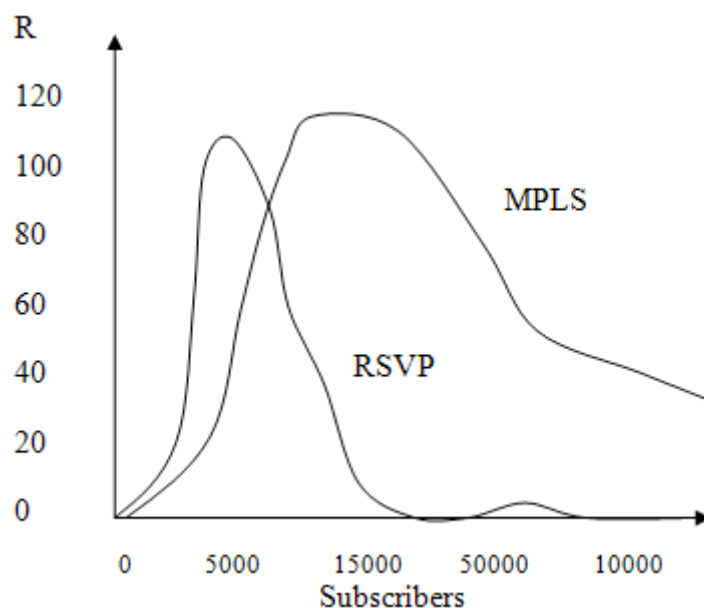


Рис. 1. Зависимость качества обслуживания по R от количества абонентов

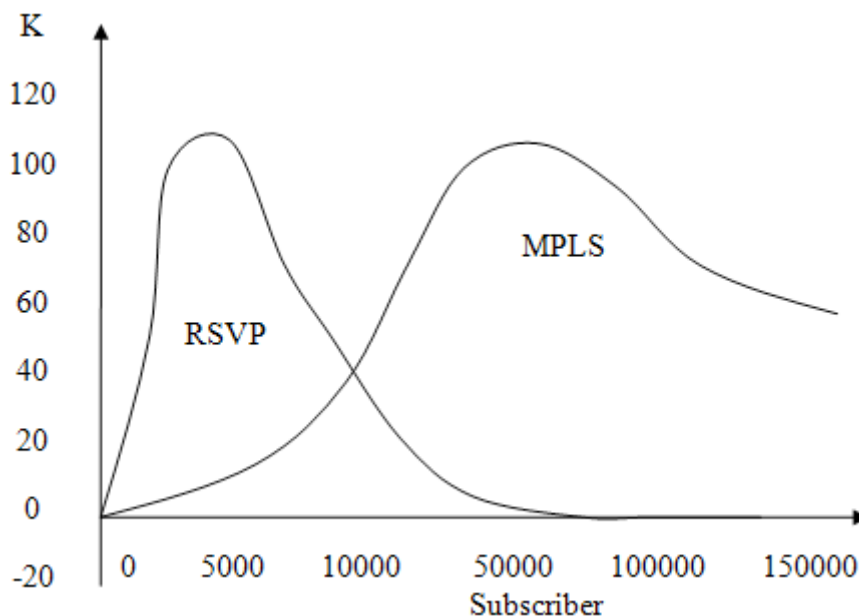


Рис. 2. Целесообразность внедрения технологий RSVP и MPLS от количества абонентов, где К — целесообразность внедрения технологий RSVP и MPLS по стобальной шкале

Литература:

1. Нетес В. А. Проблемы управления сетями связи следующего поколения // 4-я Междун.конф. «Управление сетями электросвязи — основа надежности функционирования телекоммуникационной инфраструктуры». М., 2006.
2. М. Половко, С. В. Гуров. Основы теории надежности. С.-Петербург, 2006. — 706 с.
3. Спенсер Жакалоне. Коммутация меток. Computerword, 2002, № 33.
4. Реализация протокола MPLS в мультисервисных сетях операторского класса. Lucent Technologies, 06.2002.
5. Анита Карве. Качество услуг для трафика реального времени. Журнал сетевых решений/LAN, 03.1999, № 3, с. 107.
6. Защита информации, виртуальные частные сети (VPN). Технология VIPNet. Служба рассылок Subscriber.ru, 18.12.2002, № 6.
7. Технология MPLS. Технологии, стандарты, протоколы, 28.05.2002.
8. MPLS и QoS. Телеком вести, 09.04.2001.
9. RFC 2205. Resource Reservation Protocol (RSVP). Ver.1. Functional Specification. — September 1997.
10. Томас Нолл. Резервирование по сценарию RSVP. Сети, 1996, № 9.

## Разработка процесса оценки результатов научно-технических исследований

Назаревич Станислав Анатольевич, аспирант

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

*В статье представлена модель жизненного цикла формирования результатов научно-технических исследований, сформулированы критерии для оценки новшества. Разработана схема потока процесса оценки результатов научно-технических исследований.*

**Ключевые слова:** новшество, научная деятельность, инновационная деятельность, оценка новшества, научно-технический прогресс, модель жизненного цикла, инновация, модернизация.

**Постановка проблемы.** В процессе рыночной гонки за качество, частичное, полное усовершенствование модернизацию или модификацию продукции принимают

за инновацию. Тем самым все больше размывается нечеткая грань между такими объектами как инновация, изобретение, улучшение. Возникает потребность в разра-

ботке единых подходов в области идентификации новшества и измерения его отличительных свойств.

**Основные положения.** С развитием инновационной сферы, программ комплексной модернизации производственных предприятий и научно-технической деятельности в соответствии с мировыми рыночными тенденциями, появляются новые формы результатов научно-технических исследований, потенциал которых необходимо измерять для последующей классификации. Формула научно-технического прогресса (НТП) может быть представлена в виде:

$$НТП = НТД + ИНД + ИПД, \tag{1}$$

где НТД — научно-техническая деятельность (результаты фундаментальных и прикладных исследований, опытно-конструкторских работ, изобретения, полезные модели, промышленные образцы);

ИНД — инновационная деятельность (базовые инновации, улучшающие инновации, псевдоинновации);

ИПД — инженерно-производственная деятельность (модернизация, модификация, усовершенствование).

Сформировано несколько групп деятельности в рамках научно-технического прогресса, применительно к данной работе считается, что все результаты деятельности в рамках НТП рассматриваются в виде НТД, ИНД, ИПД, полученных исходя из проведенных ранее или текущих научно-технических исследований (НТИ), принимая во внимание, что рационализаторские предложения и инженерная деятельность являются частью технического творчества и будут относиться к результатам НТИ.

Широкое классификационное поле понятия инновация содержит множество содержательных признаков, что составляет сложность при дальнейшей классификации новшества, которое может являться результатом следующих видов деятельности: научной, инновационной и инженерно-производственной.

Результат инновационной деятельности — инновация, или различные формы инноваций, содержащие несколько отличительных свойств, такие как инновационный уро-

вень, научно-техническая новизна, промышленная применимость, коммерциализуемость. В отсутствии или при недостаточности любого из перечисленных свойств новшество не может оформиться как инновация.

Результаты научной деятельности характеризуются следующими свойствами: научно-техническая новизна, промышленная применимость, изобретательский уровень, оригинальность.

Результаты инженерно-производственной деятельности обладают следующими свойствами: научно-техническая новизна, коммерческая реализуемость, промышленная применимость, оригинальность. В разработанной модели жизненного цикла формирования результатов [1] научно-технических исследований представлены четыре этапа, в которых происходит преобразование научно-технического знания в новшество.

Технология оценки проходит в соответствии с моделью жизненного цикла формирования результатов научно-технических исследований (рис. 1). Структура последовательного преобразования результатов различных видов деятельности подробно представлена в виде схемы потока процесса оценки результатов научно-технических исследований на рисунке 2.

В работе [2] представлена первичная оценка потенциала новшества на первом этапе жизненного цикла, на основании методики экспертной оценки научных проектов. На втором этапе представлен анализ потенциального новшества, посредством использования критериев для измерения результатов научно-технических исследований.

Для анализа потенциала новшества в соответствии с моделью жизненного цикла формирования результатов научно-технических исследований представлена методика расчета, основанная на шести критериях оценки потенциала новшества. Критерии оценки представлены в таблице 1 и возможны к использованию при оценке результатов: научно-технической деятельности, инновационной деятельности, инженерно-производственной деятель-

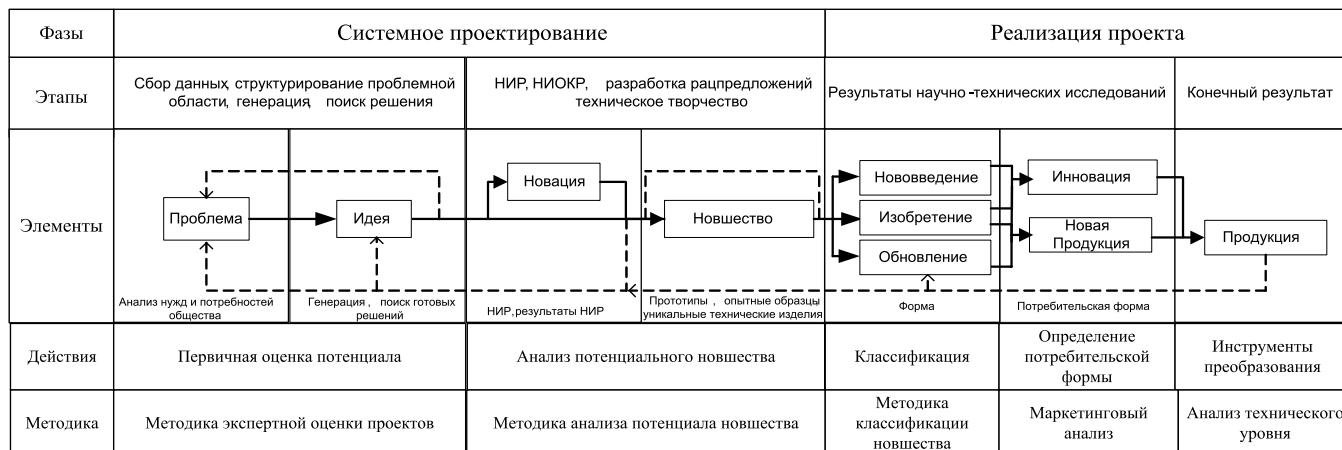


Рис. 1. Модель жизненного цикла формирования результатов научно-технических исследований

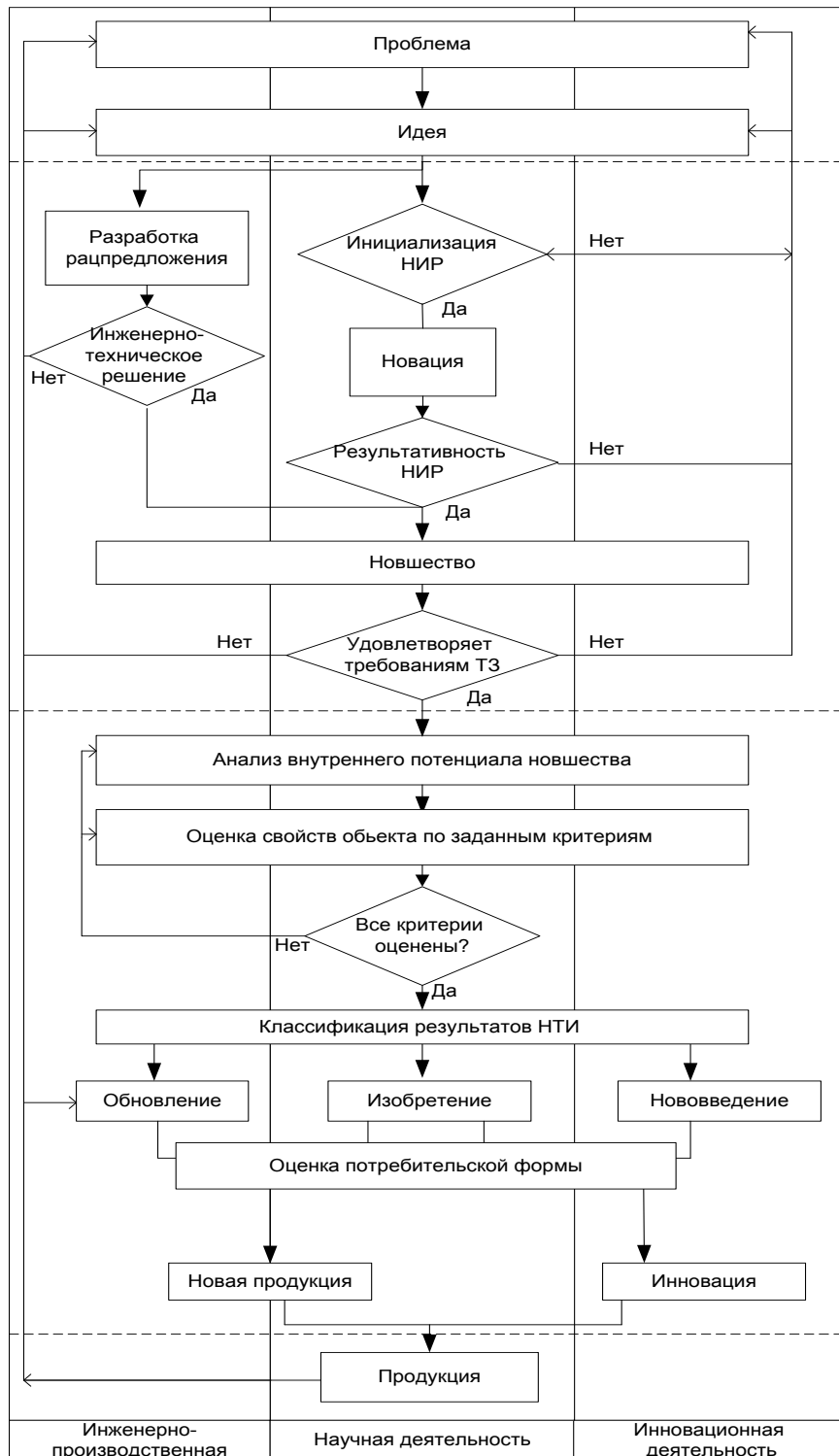


Рис. 2. Схема потока процесса оценки результатов научно-технических исследований

ности. Следующий этап идентификация новшества и соотнесение его к определенному классу на основании внутренних отличительных характеристик.

В зависимости от выбранного класса новшество переходит в одно из состояний: нововведение, изобретение, обновление. На этом этапе происходит оценка потребительской формы новшества через проведение маркетинговых исследований, происходит сбор, анализ и оценка

первичной, вторичной информации, на предмет потребительской активности в той области, где выходит на рынок новшество.

На основании проведенных исследований, возможно сделать предположение о наличии потребительской формы новшества: иновация или новая продукция. С помощью инструментов преобразования протекает последний этап, новшество преобразуется в линейную про-

Таблица 1. Критерии оценки результатов научно-технических исследований

| Группы результатов научно-технических исследований | Объекты              | Критерии оценки       |                          |                            |                            |                           |    | Оригинальность |  |
|--|----------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----|----------------|--|
|  |                      | Инновационный уровень | Изобретательский уровень | Научно-техническая новизна | Коммерческая реализуемость | Промышленная применимость |    |                |  |
| Результаты научной деятельности                    | Изобретение          | -                     | ⊙                        | ⊙                          | ◆                          | ⊙                         | -  | 30             |  |
|  | Полезная модель      | -                     | -                        | ⊙                          | ⊙                          | ⊙                         | ⊙  | 36             |  |
|  | Промышленный образец | -                     | -                        | ◆                          | ◆                          | ◆                         | ⊙  | 18             |  |
| Результаты инновационной деятельности              | Базовая инновация    | ⊙                     | ⊙                        | ⊙                          | ⊙                          | ⊙                         | -  | 45             |  |
|  | Улучшающая инновация | -                     | -                        | ⊙                          | ○                          | ⊙                         | -  | 24             |  |
|  | Псевдоинновация      | -                     | -                        | ◆                          | ◆                          | ◆                         | ⊙  | 18             |  |
| Результаты инженерно-производственной деятельности | Модернизация         | -                     | -                        | ◆                          | ○                          | ○                         | -  | 15             |  |
|  | Модификация          | -                     | -                        | ◆                          | ◆                          | ◆                         | ⊙  | 18             |  |
|  | Усовершенствование   | -                     | -                        | ◆                          | ○                          | ○                         | ○  | 21             |  |
| Ноу-хау  | -                    | -                     | ⊙                        | ◆                          | ⊙                          | ⊙                         | 30 |                |  |
| Существующая продукция                             | -                    | -                     | ○                        | ⊙                          | ⊙                          | ⊙                         | 33 |                |  |
|  |                      | 9                     | 18                       | 66                         | 60                         | 75                        | 60 | 576            |  |

Примечание: ⊙ — сильная связь 9, ○ — средняя связь 6, ◆ — слабая связь 3, — отсутствие связи.

дукцию, которая также нуждается в модернизации, усовершенствовании в виду скоротечного морального и физического износа.

Таким образом, в соответствии с моделью жизненного цикла и представленной схемой потока процесса проводится оценка результатов научно-технических исследований.

**Практическая значимость.** По результатам оценки потенциала НТИ можно свидетельствовать не только о сущности новшества, его структуре и соотношении

к определенным группам результатов, а также о патентоспособности новшества. В случае рассмотрения результатов НТИ как объектов интеллектуальной собственности для последующего патентования, представленная модель жизненного цикла формирования результатов научно-технических исследований и перечень критериев оценки на различных ее этапах позволяет эффективно подходить к процессам распознавания новшества, подготовки его к патентованию и сокращает время проведения экспертизы.

Литература:

1. Назаревич С. А. Интегральная оценка результатов научно-технических исследований / «Вопросы радиоэлектроники», серия Общетеchnическая, Издательство: ЦНИИ «Электроника» (Москва), Номер: 2 Том: 2, с. 115–122., 2013 г.
2. Назаревич С. А. Первичная оценка потенциального новшества в структуре жизненного цикла научно-технических исследований / С. А. Назаревич // Молодой ученый. — 2013. — № 5. — С. 91–94.



## Исследование режимов проведения стендовых испытаний электронных систем управления двигателем автомобиля

Нгуен Минь Тиен, кандидат технических наук, преподаватель  
Вьетнамский государственный технический университет имени Ле Куй Дона (г. Ханой)

*В статье представлены режимы стендовых испытаний электронных систем управления двигателем автомобиля.*

**Ключевые слова:** электронная система управления двигателем, экологические показатели, стендовые испытания.

В настоящей работе рассматривается альтернативный подход к оценке технического состояния элементов электронных систем управления двигателем (ЭСУД), базирующийся на выявлении их работоспособности по экологическим показателям отработанных газов (ОГ) двигателя автомобиля.

В качестве объекта проведения исследований рассматривается ЭСУД МИКАС 5.4, управляющая рабочими процессами двигателя ГАЗ-3110 [1, 2].

Исследованию подлежало влияние технического состояния элементов ЭСУД на экологические показатели работы двигателя. При этом детальной оценке на уровень работоспособности ЭСУД подлежало влияние технического состояния следующий совокупности элементов: датчика массового расхода воздуха (Дмрв); датчика положения дроссельной заслонки (Дпдз); датчика температуры воздуха во впускной системе (Двоз); датчика положения распределительного вала (Дпрв); регулятора добавочного воздуха (РДВ). датчика детонации (Ддет); датчика температуры охлаждающей жидкости (Дтож);

Имитацию отказов элементов ЭСУД предусматривается осуществлять путем отключения вышеотмеченных элементов в процессе проведения стендовых испытаний.

В качестве испытательной и измерительной аппаратуры могут выступать: стенд нагрузочный и газоанализатор АСКОН — 02.

При поэтапном решении представленных задач предусматривается использование известных положений теории эксплуатационных свойств автомобилей, теории планирования эксперимента и корреляционно-регрессионного анализа, теории вероятностей и математической статистики, а также теории информации.

Оценка влияния технического состояния элементов ЭСУД на экологические показатели предусматривает проведение соответствующих нагрузочных испытаний по специально разработанной методике.

Испытания и исследования предусматривается проводить в условиях имитации отказов элементов ЭСУД (датчика массового расхода воздуха — Дмрв; датчика положения дроссельной заслонки — Дпдз; датчика температуры воздуха во впускной системе — Двоз; датчика положения распределительного вала — Дпрв; регулятора добавочного воздуха — РДВ; датчика детонации — Ддет; датчика температуры охлаждающей жидкости — Дтож) путем их отключения в процессе проведения стендовых испытаний на режимах работы двигателя (по оборотам и нагрузке), соответствующих установившимся режимам движения автомобиля.

При этом должно быть обеспечено варьирование оборотов двигателя на прямой передаче ( $n_{дв} = var$ ) с изменением нагрузки на стенде, соответствующей реализуемой (затрачиваемой) мощности двигателя при движении автомобиля по дороге в установившемся режиме с заданной скоростью, определяемой из выражения [3]:

$$V_a = \frac{0,377 \cdot r_k \cdot n_{дв}}{i_p \cdot i_{кп}} \cdot \alpha \tag{1}$$

где  $r_k$  — статический радиус качения колеса, м;

$n_{дв}$  — задаваемые при испытаниях обороты двигателя, об/мин;

$i_p, i_{кп}$  — передаточные числа редуктора и коробки передач (для прямой передачи) соответственно.

В данном выражении  $\alpha$  есть коэффициент, учитывающий увеличение радиуса качения колеса в зависимости от изменения скорости движения автомобиля, который приближенно может быть определен следующим образом:

$$\alpha \approx 1 + \frac{V_a}{V_{mmax}} \cdot 0,06, \tag{2}$$

где  $V_{mmax}$  — максимальная скорость движения автомобиля на шинах с заданным индексом максимальной скорости, км/ч;

$V_a$  — текущее значение скорости автомобиля, км/ч.

Для заданной скорости  $V_a$ , реализуемая (затрачиваемая) мощность двигателя в режиме установившегося движения автомобиля определяется из уравнения:

$$N_{д} = \frac{V_a}{270 \cdot \eta} \cdot \left[ G_a \cdot (0,01 + 5 \cdot 10^{-6} \cdot \left(\frac{V_a}{3,6}\right)^2) + KF \left(\frac{V_a}{3,6}\right)^2 \right] \quad (3)$$

где  $\eta$  — к.п.д. трансмиссии;

$G_a$  — снаряженная масса автомобиля с водителем и пассажиром, кг;

$K$  — коэффициент обтекаемости автомобиля,  $\text{кг} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$

$F$  — площадь лобового сопротивления,  $\text{м}^2$ , определяемая из выражения:

$$F = 0,8 \cdot B \cdot H, \text{ м}^2 \quad (4)$$

где  $B$  — ширина автомобиля (м);  $H$  — высота автомобиля (м).

В (3) произведение  $KF$  может быть определено из следующего выражения:

$$KF \approx \left(\frac{3,6}{V_{amax}}\right)^2 \cdot \left[ \frac{270 \cdot \eta \cdot N_{vmax}}{V_{amax}} - G_{an} \cdot \left(0,01 + 5 \cdot 10^{-6} \cdot \left(\frac{V_{amax}}{3,6}\right)^2\right) \right] \quad (5)$$

где  $V_{amax}$  — максимальная скорость движения автомобиля, км/ч;

$N_{vmax}$  — реализуемая мощность двигателя при скорости движения  $V_{amax}$ , л.с.;

$G_{an}$  — снаряженная масса автомобиля с водителем испытателем измерительным комплексом, кг.

Результаты измерения максимальной скорости автомобиля ГАЗ-3110 с измерительным комплексом «Корсис» [75] показали, что для данной модели автомобиля она составляет 168 км/ч. При  $G_{an} = 1730$  кг (1550 кг — масса снаряженного автомобиля и 180 кг — суммарная масса водителя, испытателя и измерительного комплекса) и отмеченной скорости коэффициент суммарного дорожного сопротивления составит:

$$\Psi_v = \left(0,01 + 5 \cdot 10^{-6} \cdot \left(\frac{V_{amax}}{3,6}\right)^2\right) \text{ будет равен } 0,02089.$$

При этом на  $V_{amax} = 168$  км/ч обороты двигателя на прямой передаче определяемые из выражения

$$n_{двVmax} = \frac{V_{amax} \cdot i_p \cdot i_{кп}}{0,377 \cdot r_k \cdot \alpha_{Vmax}} \quad (6)$$

составят:

$$n_{двVmax} = \frac{168 \cdot 3,9 \cdot 1,0}{0,377 \cdot 0,302 \cdot 1,048} = 5490 \text{ (об/мин)},$$

где  $\alpha_{Vmax} \approx 1 + \frac{168}{210} \cdot 0,06 = 1,048$ ; при  $r_k = 0,302$  (для шин 195/70 R15),  $i_p = 3,9$ ;  $i_{кп} = 1,0$

На данных оборотах реализуемая мощность двигателя согласно проведенным испытаниям составляет 96,03 кВт или 130,6 л.с.

Таким образом, произведение  $KF$ , определяемое из выражения (5) для  $\eta = 0,9$ ,  $N_{vmax} = 130,6$  л.с.,  $G_{an} = 1730$  кг,  $V_{amax} = 168$  км/ч и  $\Psi_v = 0,02089$  будет равно 0,07015.

Полученные выше представленные результаты позволяют оценить задаваемые нагрузки  $P$  на нагрузочном стенде, имитирующие условия движения автомобиля на прямой передаче в установившемся режиме для заданных  $V_a$  и  $N_{д}$ , т. е.

$$P = \frac{1000 \cdot N_{д}}{n_{дв}}, \quad (7)$$

где  $N_{д}$  — мощность, затрачиваемую автомобилем при установившемся режиме его движения на прямой передаче с заданной скоростью ( $V_a$ );

$n_{дв}$  — обороты коленчатого вала двигателя для скорости автомобиля равной  $V_a$  (об/мин);

Таблица 1. Условия проведения нагрузочных испытаний

| № | n <sub>дв</sub> , об/мин | V <sub>а</sub> , км/час | N <sub>д</sub> |       | P    |       |
|---|--------------------------|-------------------------|----------------|-------|------|-------|
|   |                          |                         | л.с            | кВт   | кг   | Н     |
| 1 | 1000                     | 29,43                   | 2,73           | 2     | 2,73 | 26,78 |
| 2 | 1250                     | 36,87                   | 3,82           | 2,8   | 3,05 | 29,92 |
| 3 | 1500                     | 44,34                   | 5,43           | 3,92  | 3,56 | 34,92 |
| 4 | 1750                     | 51,83                   | 7,17           | 5,27  | 4,1  | 40,22 |
| 5 | 2000                     | 59,36                   | 9,46           | 6,95  | 4,73 | 46,4  |
| 6 | 2250                     | 66,92                   | 12,26          | 9,01  | 5,45 | 53,46 |
| 7 | 2500                     | 74,5                    | 15,65          | 11,51 | 6,26 | 61,41 |

Условия проведения испытаний на нагрузочном стенде с целью последующей имитацией отказов элементов ЭСУД и определения их влияния на выбросы ОГ представлены в табл. 1.

Наряду с проведением нагрузочных испытаний предусматривается определение технического состояния элементов ЭСУД по экологическим показателям без нагрузки (т. е. без имитации условий движения автомобиля) на режимах холостого хода для задаваемых оборотов двигателя n<sub>дв</sub> = 1000 об/мин и на повышенных оборотах n<sub>дв</sub> = 2500 об/мин.

Отработка требований к режимам проведения испытаний позволяет подойти к разработке методики оценки экологических показателей в зависимости от технического состояния элементов ЭСУД и формирования оптимальных планов диагностирования элементов ЭСУД.

Литература:

1. Автомобили ГАЗ с двигателем ЗМЗ — 4062.10. Руководство по техническому обслуживанию системы управления двигателем Микас 5.4. — М.: Легион, 1999. — 96 с. ил.
2. Некоторые проблемы технической эксплуатации электронных систем управления двигателем отечественных автомобилей. Зенченко В. А. Васильев В. А. Федянин М. А. / МАДИ (ГТУ) — М., 1998. — 24 с. Деп. в ВИНТИ РАН, № 2301-В98.
3. Нарбут А. Н. Теория автомобиля: Учебное пособие / МАДИ (ГТУ). — М., 2002 г. — 71 с

## Исследование методики проведения и математической модели оценки влияния технического состояния элементов электронных систем управления двигателем на экологические показатели

Нгуен Минь Тиен, кандидат технических наук, преподаватель  
 Вьетнамский государственный технический университет имени Ле Куй Дона (г. Ханой)

*В статье представлены методики и математическая модель оценки влияния технического состояния элементов ЭСУД автомобиля на экологические показатели.*

**Ключевые слова:** электронная система управления двигателем, экологические показатели, корреляционно-регрессионные зависимости.

В процессе проведения испытаний осуществляется имитация отказов элементов ЭСУД (датчика массового расхода воздуха — Дмрв; датчика положения дроссельной заслонки — Дпдз; датчика температуры воздуха во впускной системе — Двоз; датчика положения распределительного вала — Дпрв; регулятора добавочного воздуха — РДВ; датчика детонации — Ддет; датчика температуры охлаждающей жидкости — Дтож) с измерением СО, СН, О<sub>2</sub>, СО<sub>2</sub> и на режимах работы двигателя [1]. Результаты измерения подлежат, в последующем обработке, с построением корреляционно-регрессионных зависимостей [2], отражающих изменение результирующих параметров (выбросов ОГ) в зависимости от технического состояния элементов ЭСУД, т. е.

$$y(A) = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n, \quad (1)$$

где  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$  — коэффициенты уравнения регрессии;

$x_1, x_2, \dots, x_n$  — управляемые в процессе эксперимента факторы (независимые переменные, характеризующие техническое состояние элементов ЭСУД).

В данном выражении в качестве множества выходных параметров  $A$  выступают:

$$A = (CO, CH, O_2, CO_2, \lambda), \quad (2)$$

Управляемыми факторами  $x_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ) являются переменные вида:

$$x_i = \begin{cases} +1, & \text{если элемент ЭСУД исправлен} \\ -1, & \text{если элемент ЭСУД неисправен} \end{cases} \quad (3)$$

При этом множеству факторов  $\{x_i\}$  соответствует техническое состояние следующих элементов:  $x_1 \rightarrow$  Дмрв;  $x_2 \rightarrow$  Дпдз;  $x_3 \rightarrow$  Двоз;  $x_4 \rightarrow$  Дпрв;  $x_5 \rightarrow$  РДВ;  $x_6 \rightarrow$  Ддет;  $x_7 \rightarrow$  Дтож.

Поскольку нагрузочные испытания проводятся в диапазоне заданных оборотов двигателя  $n_{дв}$  и имитаций нагрузок  $P$  на установившемся режиме движения автомобиля, то эти факторы ( $n_{дв}$  и  $P$ ) выступают в качестве дополнительных при оценке вышеотмеченных результирующих параметров, т.е.  $x_8 \rightarrow n_{дв}$ ;  $x_9 \rightarrow P$ .

В общем виде необходимые исходные данные, включающие массив переменных  $\{x_i\}_{i=1}^9$  и выходные параметры, получаемые в процессе экспериментальных исследований, представлены в табл. 1 и 2. В данных таблицах отражены условия проведения эксперимента для случаев имитации движения автомобиля на установившихся режимах (имитация осуществляется путем задания нагрузки и оборотов двигателя на нагрузочном стенде на прямой передаче КПП) и условия эксперимента при работе двигателя на режимах холостого хода для задаваемых оборотов  $n_{дв} = 1000$  об/мин и повышенных оборотов  $n_{дв} = 2500$  об/мин. (т. е. без имитации движения автомобиля).

Проверка многофакторных моделей (1) на адекватность производится по критерию Фишера и средней ошибке аппроксимации [3].

Оценка полученной математической модели производится путем сравнения критерия Фишера  $F$  с его табличным значением  $[F]$ .

Модель считается адекватной, если выполняется условие

$$F \geq [F] \quad (4)$$

или

$$F = \frac{(k - n - 1) R_{y.x_1, x_2, \dots, x_n}^2}{n(1 - R_{y.x_1, x_2, \dots, x_n}^2)} \geq [F], \quad (5)$$

где  $k$  — объем выборки;

$n$  — число независимых факторов модели;

$[F]$  — табличное значение критерия Фишера для заданного уровня значимости и числа степеней свободы  $(k - n - 1)$ ;

$R_{y.x_1, x_2, \dots, x_n}^2$  — квадрат множественного коэффициента корреляции.

Для оценки тесноты связи между результирующим признаком  $y$  и независимыми переменными факторами  $x_1, x_2, \dots, x_n$  применяется коэффициент множественной корреляции,  $R_{y.x_1, x_2, \dots, x_n}$ , позволяющий оценивать влияние совместного действия всех рассматриваемых в модели факторов  $x_1, x_2, \dots, x_n$  на результирующий признак  $y$  [1]. Его величина определяется из выражения вида:

$$R_{y.x_1, x_2, \dots, x_n} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m [y_j - f(x_1, x_2, \dots, x_n)]^2}{\sum_{j=1}^m (y_j - \bar{y})^2}}, \quad (6)$$

где  $y_j$  — экспериментальные значения результирующего признака ( $j = \overline{1, m}$ );

$f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  — уравнение множественной регрессии, полученное в результате аналитической обработки исходных данных  $y_j; x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}$ ;

$\bar{y}$  — среднее значение результирующего признака

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m y_j. \quad (7)$$

Единицей измерения одновременного влияния, оказываемого вариациями всех исследуемых факторов, является квадрат множественного коэффициента корреляции или коэффициент множественной детерминации [1].

$$D_{y,x_1,x_2,\dots,x_n} = R^2_{y,x_1,x_2,\dots,x_n} \tag{8}$$

В процессе построения многофакторных моделей (1) и определения коэффициентов уравнений регрессии  $a_i$  необходима оценка степеней влияния  $x_i$  на  $y$ , выражаемых через  $\beta$ -коэффициенты [1] т. е.

$$\beta_i = a_i \cdot \frac{\sigma(x_i)}{\sigma(y)} \tag{9}$$

В (9)  $\beta$  — коэффициенты показывают на какую долю своей единицы измерения  $\sigma(y)$  изменится показатель  $y$  (т. е.  $CO, CH, O_2, CO_2, \lambda$ ), если фактор  $x_i$  изменится на свою единицу  $\sigma(x_i)$  при условии, что все остальные факторы остаются неизменными.

Таким образом, практическая реализация экспериментальных исследований позволит оценить, через коэффициенты  $\beta_i$ , влияние технического состояния элементов (датчиков)  $x_1, x_2, \dots, x_7$  а также оборотов двигателя  $x_8$  и нагрузки  $x_9$  на выходные диагностические параметры  $A_j$ , т. е. на  $CO, CH, O_2, CO_2, \lambda$ . Это обеспечит получение оценочных статистических характеристик  $\beta, \sigma(\beta)$  и закономерностей распределений  $F(\beta_i)$ , выступающих в качестве безусловных вероятностей проявления образов  $\beta_i$  для каждого выходного параметра  $A_j$ .

Таблица 1. Пример представления входных и выходных параметров в процессе проведения эксперимента (имитация движения автомобиля и нагрузки на установившихся режимах)

| Независимые переменные |                |                |                |                |                |                |                  | P, кгс         | N <sub>етр</sub> л.с | V <sub>air</sub> км/ч | Выходные параметры |                                    |                   |                    |                |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|----------------|----------------------|-----------------------|--------------------|------------------------------------|-------------------|--------------------|----------------|
| X <sub>1</sub>         | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | X <sub>6</sub> | X <sub>7</sub> | X <sub>8</sub>   |                |                      |                       | CO <sub>i</sub> %  | CH <sub>ir</sub> млн <sup>-1</sup> | O <sub>2r</sub> % | CO <sub>2i</sub> % | λ <sub>i</sub> |
| 1                      | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | n <sub>дв1</sub> | P <sub>1</sub> | N <sub>e1</sub>      | V <sub>a1</sub>       | CO <sub>(1)</sub>  | CH <sub>(1)</sub>                  | O <sub>(1)</sub>  | CO <sub>2(1)</sub> | λ <sub>1</sub> |
| ·                      | ·              | ·              | ·              | ·              | ·              | ·              | ·                | ·              | ·                    | ·                     | ·                  | ·                                  | ·                 | ·                  | ·              |
| 1                      | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | n <sub>двn</sub> | P <sub>n</sub> | N <sub>en</sub>      | V <sub>an</sub>       | CO <sub>(n)</sub>  | CH <sub>(n)</sub>                  | O <sub>(n)</sub>  | CO <sub>2(n)</sub> | λ <sub>n</sub> |
| -1                     | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | n <sub>дв1</sub> | P <sub>1</sub> | N <sub>e1</sub>      | V <sub>a1</sub>       | CO <sub>(1)</sub>  | CH <sub>(1)</sub>                  | O <sub>(1)</sub>  | CO <sub>2(1)</sub> | λ <sub>1</sub> |
| ·                      | ·              | ·              | ·              | ·              | ·              | ·              | ·                | ·              | ·                    | ·                     | ·                  | ·                                  | ·                 | ·                  | ·              |
| -1                     | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | n <sub>двn</sub> | P <sub>n</sub> | N <sub>en</sub>      | V <sub>an</sub>       | CO <sub>(n)</sub>  | CH <sub>(n)</sub>                  | O <sub>(n)</sub>  | CO <sub>2(n)</sub> | λ <sub>n</sub> |
| 1                      | -1             | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | n <sub>дв1</sub> | P <sub>1</sub> | N <sub>e1</sub>      | V <sub>a1</sub>       | CO <sub>(1)</sub>  | CH <sub>(1)</sub>                  | O <sub>(1)</sub>  | CO <sub>2(1)</sub> | λ <sub>1</sub> |
| ·                      | ·              | ·              | ·              | ·              | ·              | ·              | ·                | ·              | ·                    | ·                     | ·                  | ·                                  | ·                 | ·                  | ·              |
| 1                      | -1             | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | n <sub>двn</sub> | P <sub>n</sub> | N <sub>en</sub>      | V <sub>an</sub>       | CO <sub>(n)</sub>  | CH <sub>(n)</sub>                  | O <sub>(n)</sub>  | CO <sub>2(n)</sub> | λ <sub>n</sub> |
| 1                      | 1              | -1             | 1              | 1              | 1              | 1              | n <sub>дв1</sub> | P <sub>1</sub> | N <sub>e1</sub>      | V <sub>a1</sub>       | CO <sub>(1)</sub>  | CH <sub>(1)</sub>                  | O <sub>(1)</sub>  | CO <sub>2(1)</sub> | λ <sub>1</sub> |
| ·                      | ·              | ·              | ·              | ·              | ·              | ·              | ·                | ·              | ·                    | ·                     | ·                  | ·                                  | ·                 | ·                  | ·              |
| 1                      | 1              | -1             | 1              | 1              | 1              | 1              | n <sub>двn</sub> | P <sub>n</sub> | N <sub>en</sub>      | V <sub>an</sub>       | CO <sub>(n)</sub>  | CH <sub>(n)</sub>                  | O <sub>(n)</sub>  | CO <sub>2(n)</sub> | λ <sub>n</sub> |
| ·                      | ·              | ·              | ·              | ·              | ·              | ·              | ·                | ·              | ·                    | ·                     | ·                  | ·                                  | ·                 | ·                  | ·              |
| 1                      | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | -1             | n <sub>дв1</sub> | P <sub>1</sub> | N <sub>e1</sub>      | V <sub>a1</sub>       | CO <sub>(1)</sub>  | CH <sub>(1)</sub>                  | O <sub>(1)</sub>  | CO <sub>2(1)</sub> | λ <sub>1</sub> |
| ·                      | ·              | ·              | ·              | ·              | ·              | ·              | ·                | ·              | ·                    | ·                     | ·                  | ·                                  | ·                 | ·                  | ·              |
| 1                      | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | -1             | n <sub>двn</sub> | P <sub>n</sub> | N <sub>en</sub>      | V <sub>an</sub>       | CO <sub>(n)</sub>  | CH <sub>(n)</sub>                  | O <sub>(n)</sub>  | CO <sub>2(n)</sub> | λ <sub>n</sub> |

Таблица 2. Пример представления входных и выходных параметров в процессе проведения эксперимента (условия работы двигателя на режимах холостого хода для задаваемых оборотов двигателя пдв =1000 об/мин и повышенных оборотах пдв =2500об/мин).

| № п.п | Независимые переменные |                |                |                |                |                |                |                 | Выходные параметры |                                    |                   |                     |                |
|-------|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------|------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|
|       | Дмрв                   | Дпдз           | Двоз           | Дпрв           | РДВ            | Ддет           | Дтож           | n <sub>дв</sub> | CO <sub>ir</sub> % | CH <sub>ir</sub> млн <sup>-1</sup> | O <sub>2r</sub> % | CO <sub>2ir</sub> % | λ <sub>i</sub> |
|       | X <sub>1</sub>         | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | X <sub>6</sub> | X <sub>7</sub> | X <sub>8</sub>  |                    |                                    |                   |                     |                |
| 1     | 1                      | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1000            | CO <sub>(1)</sub>  | CH <sub>(1)</sub>                  | O <sub>(1)</sub>  | CO <sub>2(1)</sub>  | λ <sub>1</sub> |
| 2     | 1                      | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 2500            | CO <sub>(2)</sub>  | CH <sub>(2)</sub>                  | O <sub>(2)</sub>  | CO <sub>2(2)</sub>  | λ <sub>2</sub> |
| 1     | -1                     | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1000            | CO <sub>(1)</sub>  | CH <sub>(1)</sub>                  | O <sub>(1)</sub>  | CO <sub>2(1)</sub>  | λ <sub>1</sub> |
| 2     | -1                     | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 2500            | CO <sub>(2)</sub>  | CH <sub>(2)</sub>                  | O <sub>(2)</sub>  | CO <sub>2(2)</sub>  | λ <sub>2</sub> |

| № п.п. | Независимые переменные |       |       |       |       |       |       |          | Выходные параметры |                              |              |                |                  |
|--------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|--------------------|------------------------------|--------------|----------------|------------------|
|        | Дмрв                   | Дпдз  | Двоз  | Дпрв  | РДВ   | Ддет  | Дтож  | $n_{дв}$ | $CO_{i,r} \%$      | $CH_{i,r}$ млн <sup>-1</sup> | $O_{2,r} \%$ | $CO_{2i,r} \%$ | $\lambda_{i,r}$  |
|        | $X_1$                  | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ | $X_7$ | $X_8$    |                    |                              |              |                |                  |
| 1      | 1                      | -1    | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1000     | $CO_{(1)}$         | $CH_{(1)}$                   | $O_{(1)}$    | $CO_{2(1)}$    | $\lambda_{1(1)}$ |
| 2      | 1                      | -1    | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 2500     | $CO_{(2)}$         | $CH_{(2)}$                   | $O_{(2)}$    | $CO_{2(2)}$    | $\lambda_{2(2)}$ |
| ·      | ·                      | ·     | ·     | ·     | ·     | ·     | ·     | ·        | ·                  | ·                            | ·            | ·              | ·                |
| 1      | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | -1    | 1000     | $CO_{(1)}$         | $CH_{(1)}$                   | $O_{(1)}$    | $CO_{2(1)}$    | $\lambda_{1(1)}$ |
| 2      | 1                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | -1    | 2500     | $CO_{(2)}$         | $CH_{(2)}$                   | $O_{(2)}$    | $CO_{2(2)}$    | $\lambda_{2(2)}$ |

Проведенные предварительные исследования и их экспериментальная реализация позволят, в конечном итоге, подойти к разработке математической модели оценки диагностической ценности выявления технического состояния рассматриваемых элементов, с последующей разработкой рациональных процедур (планов) проверок технического состояния ЭСУД, влияющих на восстановление экологических показателей работы двигателя.

Литература:

1. Нгуен Минь Тиен. Исследование режимов проведения стендовых испытаний электронных систем управления двигателем автомобиля/ Журнал «Молодой ученый»./ М., 11/2013.
2. Вероятностно-статистические методы на автотранспорте. Галушко В. Г. Издательское объединение «Вища школа», 1976, — с. 232.
3. Завадский Ю. В. Решение задач автомобильного транспорта и дорожно-строительных машин с помощью регрессионно-корреляционного анализа (Учебн. пособие для слушателей ФПК) — М.: 1981. — 116 с.

## Анализ разработки и доработка сложнопостроенных объектов месторождений на поздней стадии эксплуатации

Никифоров Денис Сергеевич, аспирант

Уфимский государственный нефтяной технический университет (Республика Башкортостан)

*В работе производится анализ разработки и доработка сложнопостроенных объектов месторождений на поздней стадии разработки. Для этого строится карта выработки удельных запасов по объекту. В процессе анализа для поддержания уровня добычи нефти предлагается метод уплотняющего бурения и оптимизации плотности сетки скважины, прогнозируется добыча нефти с учетом бурения дополнительных скважин.*

**Ключевые слова:** анализ разработки, карта выработки, удельные запасы, плотность сетки скважин, показатели разработки, уплотняющее бурение.

В настоящее время большинство нефтегазовых месторождений характеризуется ухудшением качества запасов. Возрастает доля запасов высоковязких нефтей, содержащихся в низкопроницаемых коллекторах, газонефтяных залежах, водонефтяных зонах, карбонатных породах, уменьшаются средние размеры и запасы нефти открываемых месторождений, ухудшаются основные геолого-физические параметры продуктивных пластов.

Выбор системы разработки и оптимальной плотности сетки скважин является одним из центральных вопросов теории и практики разработки нефтяных месторождений. Этот вопрос является актуальным на всех этапах развития отечественной нефтяной промышленности, и ему уделяется постоянное внимание. Кроме того, проблема оптимизации плотности сетки скважин имеет отношение к реализации МУН. Если на месторождении не была проведена оптимизация ПСС, то применение высокотехнологических МУН будет не эффективным.

### 1. Карта выработки удельных запасов

При разработке нефтяных месторождений все показатели рассчитывают исходя из количества и концентрации запасов нефти по эксплуатационному объекту. Однако при анализе разработки и изучении влияния геолого-технологиче-

ских факторов на показатели обычно рассматривают плотность сетки скважин, выражая ее через площадь. Поскольку даже две близкие по геологическому строению залежи имеют различные параметры, то при одной и той же расчетной плотности сетки скважин геологические запасы, приходящиеся на скважину, и условия извлечения нефти будут разные. Для более реального отражения влияния плотности сетки скважин на показатели разработки Токаревым М. А. была предложена методика расчета влияния объемных запасов, приходящихся на скважину, на текущую нефтеотдачу [1].

Для определения среднего объемного запаса по каждой скважине разрабатываемая площадь была разделена на участки, исходя из взаимной геометрии расположения скважин. Для подсчета удельных геологических запасов на скважину использовали средневзвешенные по площади подсчетные параметры (пористость  $m=0,019$ ; нефтенасыщенность  $\beta=0,82$ ; плотность нефти  $\rho=0,877\text{т/м}^3$ ; пересчетный коэффициент  $\theta=0,895$ ), а также для каждого участка среднюю нефтенасыщенную толщину. Отношение фактически добытой нефти (накопленная добыча  $\Sigma q$ ) по скважине к ее удельному геологическому запасу ( $q_{\text{зап}}$ ) даст нам текущую нефтеотдачу (доля отобранных удельных запасов) по каждой отдельной скважине.

Таблица 1. Удельные запасы, приходящиеся на одну скважину

| № скв. | Площадь F, м <sup>2</sup> | Средняя толщина h, м | удельные запасы $q_{\text{зап}}$ , тыс.т | удельные запасы, усл.ед. | Накопленная добыча $\Sigma q$ , тыс.т | доля отобранных удел. запасов |
|--------|---------------------------|----------------------|--|--------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| 104    | 121000                    | 80                   | 118,376                                  | 2,750                    | 112,105                               | 0,9470                        |
| 105    | 220000                    | 40                   | 107,615                                  | 2,500                    | 3,799                                 | 0,0353                        |
| 106    | 187000                    | 40                   | 91,473                                   | 2,125                    | 1,927                                 | 0,0211                        |
| 107    | 154000                    | 50                   | 94,163                                   | 2,187                    | 44,805                                | 0,4758                        |
| 108    | 46200                     | 80                   | 45,198                                   | 1,050                    | 14,578                                | 0,3225                        |
| 112    | 99000                     | 150                  | 181,600                                  | 4,219                    | 66,242                                | 0,3648                        |
| 114    | 104720                    | 150                  | 192,093                                  | 4,462                    | 125,682                               | 0,6543                        |
| 115    | 143000                    | 120                  | 209,849                                  | 4,875                    | 29,652                                | 0,1413                        |
| 116    | 115720                    | 100                  | 141,514                                  | 3,287                    | 136,283                               | 0,9630                        |
| 117    | 121000                    | 100                  | 147,971                                  | 3,437                    | 17,349                                | 0,1172                        |
| 118    | 99000                     | 40                   | 48,427                                   | 1,125                    | 6,840                                 | 0,1412                        |
| 118с1  | 99000                     | 50                   | 60,533                                   | 1,406                    | 0,552                                 | 0,0091                        |
| 119с1  | 66000                     | 80                   | 64,569                                   | 1,500                    | 0,326                                 | 0,0050                        |
| 120    | 126720                    | 140                  | 216,952                                  | 5,040                    | 20,561                                | 0,0948                        |
| 120с1  | 88000                     | 120                  | 129,138                                  | 3,000                    | 6,897                                 | 0,0534                        |
| 124    | 99000                     | 120                  | 145,280                                  | 3,375                    | 67,580                                | 0,4652                        |
| 126    | 104720                    | 60                   | 76,837                                   | 1,785                    | 4,136                                 | 0,0538                        |
| 127    | 77000                     | 130                  | 122,412                                  | 2,844                    | 2,814                                 | 0,0230                        |
| 128    | 115720                    | 170                  | 240,573                                  | 5,589                    | 31,613                                | 0,1314                        |
| 129    | 154000                    | 100                  | 188,326                                  | 4,375                    | 3,495                                 | 0,0186                        |
| 131    | 61600                     | 180                  | 135,595                                  | 3,150                    | 8,223                                 | 0,0606                        |
| 131с1  | 77000                     | 180                  | 169,494                                  | 3,937                    | 13,653                                | 0,0806                        |
| 132    | 66000                     | 140                  | 112,996                                  | 2,625                    | 57,124                                | 0,5055                        |
| 135    | 99000                     | 100                  | 121,067                                  | 2,812                    | 17,887                                | 0,1477                        |
| 138с1  | 88000                     | 150                  | 161,422                                  | 3,750                    | 4,406                                 | 0,0273                        |
| 139    | 275000                    | 90                   | 302,667                                  | 7,031                    | 18,802                                | 0,0621                        |
| 142с1  | 61600                     | 180                  | 135,595                                  | 3,150                    | 7,249                                 | 0,0535                        |
| 144    | 404800                    | 80                   | 396,023                                  | 9,200                    | 45,077                                | 0,1138                        |
| 145    | 143000                    | 60                   | 104,925                                  | 2,437                    | 43,040                                | 0,4102                        |
| 147с1  | 88000                     | 160                  | 172,184                                  | 4,000                    | 14,568                                | 0,0846                        |
| 149    | 165000                    | 150                  | 302,667                                  | 7,031                    | 35,238                                | 0,1164                        |
| 154с1  | 66000                     | 120                  | 96,853                                   | 2,250                    | 0,630                                 | 0,0065                        |
| 155    | 231000                    | 50                   | 141,245                                  | 3,281                    | 9,813                                 | 0,0695                        |
| 155с1  | 220000                    | 50                   | 134,519                                  | 3,125                    | 0,772                                 | 0,0057                        |
| 162    | 132000                    | 120                  | 193,707                                  | 4,500                    | 76,215                                | 0,3935                        |
| 163    | 369600                    | 70                   | 316,388                                  | 7,350                    | 5,839                                 | 0,0185                        |
| 166    | 121000                    | 160                  | 236,753                                  | 5,500                    | 4,319                                 | 0,0182                        |
| 167    | 88000                     | 150                  | 161,422                                  | 3,750                    | 72,763                                | 0,4508                        |

| № скв. | Площадь<br>F, м <sup>2</sup> | Средняя тол-<br>щина h, м | удельные за-<br>пасы q <sub>зан</sub> , тыс.т | удельные за-<br>пасы, усл.ед. | Накопленная до-<br>быча Σq, тыс.т | доля отобранных<br>удел. запасов |
|--------|------------------------------|---------------------------|---|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 168    | 198000                       | 70                        | 169,494                                       | 3,937                         | 16,243                            | 0,0958                           |
| 170с1  | 187000                       | 70                        | 160,077                                       | 3,719                         | 1,521                             | 0,0095                           |
| 173    | 154000                       | 100                       | 188,326                                       | 4,375                         | 30,334                            | 0,1611                           |
| 179    | 209000                       | 60                        | 153,351                                       | 3,562                         | 4,115                             | 0,0268                           |
| 184    | 352000                       | 50                        | 215,230                                       | 5,000                         | 4,764                             | 0,0221                           |
| 190    | 154000                       | 70                        | 131,828                                       | 3,062                         | 35,151                            | 0,2666                           |
| 192    | 110000                       | 70                        | 94,163  | 2,187                         | 110,901                           | 1,1778                           |
| 193с1  | 121000                       | 180                       | 266,347                                       | 6,187                         | 3,372                             | 0,0127                           |
| 194    | 110000                       | 150                       | 201,778                                       | 4,687                         | 4,444                             | 0,0220                           |
| 195с1  | 44000                        | 80                        | 43,046  | 1,000                         | 12,714                            | 0,2954                           |
| 196    | 44000                        | 160                       | 86,092  | 2,000                         | 12,317                            | 0,1431                           |
| 196с1  | 77000                        | 170                       | 160,077                                       | 3,719                         | 0,007                             | 0,0000                           |
| 197    | 198000                       | 150                       | 363,201                                       | 8,437                         | 118,213                           | 0,3255                           |
| 200    | 88000                        | 140                       | 150,661                                       | 3,500                         | 5,169                             | 0,0343                           |
| 203    | 165000                       | 150                       | 302,667                                       | 7,031                         | 61,495                            | 0,2032                           |
| 204    | 44000                        | 130                       | 69,950  | 1,625                         | 6,025                             | 0,0861                           |
| 204с1  | 55000                        | 140                       | 94,163  | 2,187                         | 1,053                             | 0,0112                           |
| 207    | 88000                        | 150                       | 161,422                                       | 3,750                         | 24,091                            | 0,1492                           |
| 208с1  | 316800                       | 80                        | 309,931                                       | 7,200                         | 1,726                             | 0,0056                           |
| 216    | 154000                       | 60                        | 112,996                                       | 2,625                         | 92,303                            | 0,8169                           |
| 227    | 242000                       | 80                        | 236,753                                       | 5,500                         | 46,310                            | 0,1956                           |
| 228    | 352000                       | 80                        | 344,368                                       | 8,000                         | 48,208                            | 0,1400                           |
| 229    | 396000                       | 40                        | 193,707                                       | 4,500                         | 2,444                             | 0,0126                           |
| 232    | 121000                       | 50                        | 73,985  | 1,719                         | 10,359                            | 0,1400                           |
| 238    | 110000                       | 50                        | 67,259  | 1,562                         | 7,474                             | 0,1111                           |
| 238с1  | 132000                       | 70                        | 112,996                                       | 2,625                         | 1,544                             | 0,0137                           |
| 243    | 433400                       | 80                        | 424,003                                       | 9,850                         | 88,235                            | 0,2081                           |
| 244    | 77000                        | 180                       | 169,494                                       | 3,937                         | 76,602                            | 0,4519                           |
| 246    | 88000                        | 180                       | 193,707                                       | 4,500                         | 3,816                             | 0,0197                           |
| 28НУЗ  | 165000                       | 80                        | 161,422                                       | 3,750                         | 131,160                           | 0,8125                           |
| 5116   | 121000                       | 160                       | 236,753                                       | 5,500                         | 10,874                            | 0,0459                           |
| 5126   | 55000                        | 90                        | 60,533  | 1,406                         | 9,833                             | 0,1624                           |
| 5127   | 77000                        | 160                       | 150,661                                       | 3,500                         | 33,438                            | 0,2219                           |
| 5184   | 132000                       | 100                       | 161,422                                       | 3,750                         | 0,369                             | 0,0023                           |
| 5204   | 88000                        | 70                        | 75,330  | 1,750                         | 26,248                            | 0,3484                           |
| 5207   | 374000                       | 80                        | 365,891                                       | 8,500                         | 2,743                             | 0,0075                           |
| 5245   | 77000                        | 170                       | 160,077                                       | 3,719                         | 17,942                            | 0,1121                           |

Далее с помощью таблицы 1 была построена карта выработки удельных запасов. Удельные геологические запасы изменяются от 43 до 430 тыс.т. В водо-нефтяной зоне запасы нефти, приходящиеся на одну скважину, больше, чем в нефтяной зоне из-за редкой сетки. Многие скважины, находящиеся в водо-нефтяной зоне, имеют обводненность свыше 95 % и отбор нефти по ним не превышает 15 %.

## 2. Оптимизация плотности сетки скважин

При реализации практически всех МУН на первом этапе, так или иначе, оптимизируются гидродинамические условия разработки, основными из которых являются плотность сетки скважин и система заводнения. Важнейшим элементом системы разработки является плотность сетки скважин и ее оптимизация.

Применение высокотехнологичных МУН, таких как тепловые, физико-химические, не будет эффективным, если не была проведена оптимизация плотности сетки скважин.

Рассматривая методические подходы к плотности сетки скважин, не совсем корректно классифицировать сетки как редкие, плотные. К этому вопросу лучше подходить с точки зрения оптимальности сетки скважин. Оптимальная плотность сетки — это такая плотность, при которой наблюдается максимальная гидродинамическая связь по объекту разработки [6].



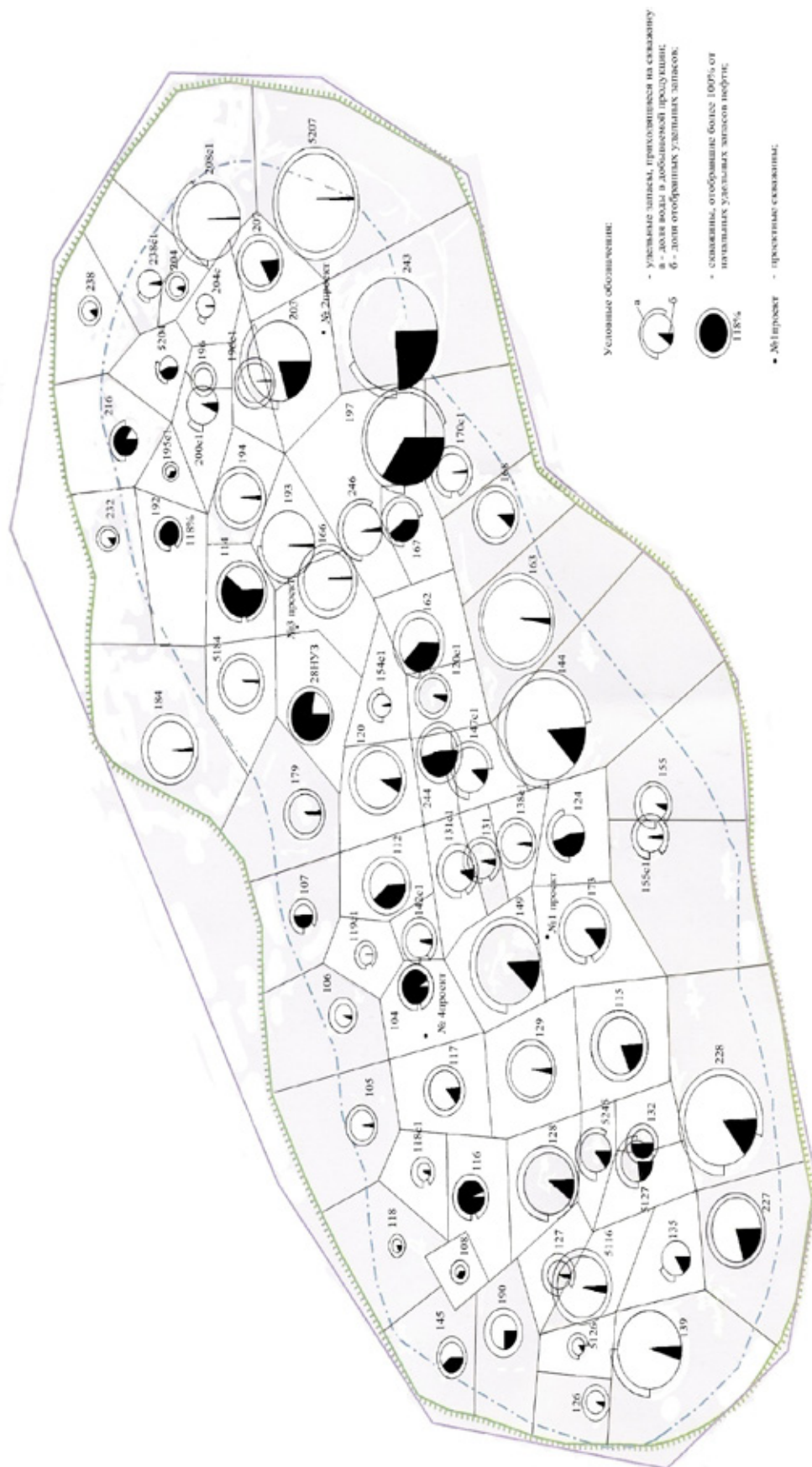


Рис. 1. Карта выработки условных запасов

Решение проблемы влияния плотности сетки скважин на нефтеотдачу в значительной степени связано с охватом пластов воздействием, т. е. с оценкой доли дренируемых запасов, а также с обеспечением необходимых темпов добычи нефти. Обе эти задачи решаются на основании технико-экономических расчетов различных вариантов по плотности сетки для одной какой-то системы размещения скважин, исходя из применяемых в настоящее время критериев оптимальности (рациональности). Важную роль плотность сетки скважин играет при разработке месторождений новыми методами.

Для оптимизации плотности сетки скважин в целях увеличения нефтеотдачи перспективным является создание детерминированных постоянно действующих математических моделей нефтяных месторождений, с помощью которых можно выявить слабодренируемые и застойные зоны пласта, установить их размеры и пути вовлечения в активную разработку.

Постоянно действующие модели включают:

1) создание баз геолого-геофизических, гидродинамических и промысловых данных и постоянное их пополнение в процессе разработки;

2) построение и постоянное уточнение геолого-математических моделей различной сложности;

3) создание гидродинамических моделей объекта разработки;

4) идентификацию параметров моделей по данным гидродинамических исследований и истории разработки.

По выбранным пластам на основе постоянно действующих моделей определяется зависимость технологических показателей от плотности сетки скважин, выявляются недренируемые части пласта для бурения новых скважин, не предусмотренных в проектных документах.

Постоянно действующие модели создаются на базе программно-аппаратного комплекса для управления процессом разработки нефтяных и газонефтяных месторождений.

Установлена тенденция относительного увеличения влияния ПСС на нефтеотдачу по мере вступления месторождения в поздний период разработки. Это связано с тем, что сначала, как правило, включаются в разработку и вырабатываются наиболее продуктивные пласты с высокими коллекторскими свойствами. Позднее в процессе разработки все более вовлекаются низкопродуктивные прослои и участки пластов, тяготеющих к границам и зонам выклинивания коллекторов, ранее не охваченные или слабо охваченные процессом вытеснения. По существующей технологии разработки нефтяных месторождений с заводнением для извлечения нефти из этих участков требуется бурение дополнительных скважин.

### 3. Проектирование дополнительных скважин

Дополнительное (уплотняющее) бурение на поздних стадиях разработки во многих случаях оказывается единственно реальной возможностью замедлить темпы снижения добычи нефти и повысить нефтеотдачу пластов.

При оптимизации плотности сетки скважин решаются две задачи: обеспечение текущей добычи и обеспечение конечного коэффициента нефтеизвлечения. Следует четко разграничивать скважины, которые преимущественно обеспечивают текущий уровень добычи, но мало влияют на конечное нефтеизвлечение, так как эти запасы могут быть отобраны другими скважинами, и скважины, которые «работают» преимущественно на конечное нефтеизвлечение, так как эти запасы другими скважинами отобраны быть не могут, но их вклад в текущую добычу невелик, и, наконец, скважины, за счет которых решаются обе эти задачи — и поддержание текущей добычи, и повышение конечного нефтеизвлечения.

Как видно из карты выработки удельных запасов (рисунок 1), геологические запасы, приходящиеся на одну скважину очень велики — 130–160 тыс.т. В сложившихся условиях имеется очень серьезная опасность оставить значительную часть запасов в непромытых, не охваченных процессом вытеснения зона пласта. Чтобы извлечь эту нефть, потребуется бурение дополнительных скважин наряду с другими мероприятиями.

Бурение дополнительных скважин, осуществляемое на месторождениях, находящихся в поздней стадии разработки, является технологически оправданным. Его эффективность предопределяется тем, что оно реализуется после детального изучения неоднородности пластов, после разбуривания месторождений основной сеткой скважин.

На основе геолого-промысловой характеристики, карт выработки удельных запасов, текущих отборов, нефтенасыщенных толщин были спроектированы и введены в эксплуатацию со средними параметрами скважины № 1проект, № 2проект, № 3проект, № 4проект (таблица 2). Расположение скважин определялось с учетом застойных зон, участков с плохой гидродинамической связью и значительной геологической неоднородностью, положения водо-нефтяной зоны, геологических запасов, приходящихся на каждую скважину.

При проектировании дополнительных скважин принимались следующие допущения:

1) показатели скважин рассчитывались как среднее арифметическое соседних скважин на 2008 год;

2) коэффициент ввода скважин в эксплуатацию принимался равным 0,7;

3) диаметры э. к. и НКТ принимались как у большинства скважин;

Таблица 2. Основные параметры проектных скважин

| Параметры               | № 1 проект | № 2 проект | № 3 проект | № 4 проект |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|
| 1. $Q_n$ тыс.т          | 0,61       | 1,45       | 0,554      | 0,499      |
| 2. $Q_v$ тыс.т          | 4,903      | 0,749      | 3,597      | 12,422     |
| 3. $Q_{ж}$ тыс.т        | 5,513      | 2,199      | 4,152      | 12,921     |
| 4. В — обводненность, % | 88,93      | 34,07      | 86,65      | 96,13      |
| 5. диаметр э. к., мм    | 146        | 146        | 146        | 146        |
| 6. диаметр НКТ, мм      | 73         | 73         | 73         | 73         |

Пример. Скважина № 1 проект была пробурена между скважинами № 149 и № 173. Основные показатели скважины рассчитываются следующим образом:

$$Q_n^{№1\text{проект}} = \frac{Q_n^{149} + Q_n^{173}}{2} \cdot 0,7 = \frac{1,261 + 0,483}{2} \cdot 0,7 = 0,61 \text{ тыс.т}$$

$$Q_v^{№1\text{проект}} = \frac{Q_v^{149} + Q_v^{173}}{2} \cdot 0,7 = \frac{4,476 + 9,532}{2} \cdot 0,7 = 4,903 \text{ тыс.т}$$

$$Q_{ж}^{№1\text{проект}} = Q_n^{№1\text{проект}} + Q_v^{№1\text{проект}} = 0,61 + 4,903 = 5,513 \text{ тыс.т}$$

$$B = \frac{Q_v^{№1\text{проект}}}{Q_{ж}^{№1\text{проект}}} \cdot 100\% = \frac{4,903}{5,513} \cdot 100\% = 88,93\%$$

#### 4. Прогноз добычи нефти

С помощью коэффициента падения добычи нефти оценим эффективность бурения дополнительных скважин:

$$K_{над} = \frac{(1 - \frac{Q_{2008}}{Q_{1998}})}{10} = \frac{(1 - \frac{33,025}{83,782})}{10} = 0,0606$$

Т. е. получается, что каждый последующий год добыча нефти будет снижаться на 6,06 % от предыдущего.

$$Q_{1999}^{прогноз} = Q_{1998} - K_{над} \cdot Q_{1998} = 83,782 - 0,0606 \cdot 83,782 = 78,705 \text{ тыс. т}$$

$$Q_{2009}^{прогноз} = Q_{2008}^{прогноз} - K_{над} \cdot Q_{2008}^{прогноз} = 44,839 - 0,0606 \cdot 44,839 = 42,122 \text{ тыс. т}$$

$$Q_{2009}^{прогноз1} = Q_{2009}^{прогноз} + Q_{2009}^{проект.скв} = 42,122 + 3,114 = 45,236 \text{ тыс. т}$$

$$Q_{2010}^{прогноз1} = Q_{2009}^{прогноз1} - K_{над} \cdot Q_{2009}^{прогноз1} = 45,236 - 0,0606 \cdot 45,236 = 42,495 \text{ тыс. т}$$

Прогноз добычи нефти до 2015 года без дополнительных скважин ( $Q_{н.прогноз}$ ) и с их учетом ( $Q_{н.прогноз1}$ ) приведен в таблице 3 и на рисунке 2. Как видно из таблицы 3 и рисунка 2, добыча нефти увеличилась за счет бурения дополнительных скважин. Так, к 2015 году прирост добычи нефти составит 2,141 тыс.т. Уменьшится коэффициент падения добычи. Он составит:

$$K_{над1} = \frac{(1 - \frac{Q_{2015}^{прогноз1}}{Q_{2009}^{прогноз1}})}{6} = \frac{(1 - \frac{31,088}{45,236})}{6} = 0,0521$$

Таблица 3. Прогноз добычи нефти до 2015 года

| Годы | Qн.прогноз. | Qн.прогноз.1 |
|------|-------------|--------------|
| 1999 | 78,705      | 78,705       |
| 2000 | 73,935      | 73,935       |
| 2001 | 69,455      | 69,455       |
| 2002 | 65,246      | 65,246       |
| 2003 | 61,292      | 61,292       |
| 2004 | 57,578      | 57,578       |
| 2005 | 54,088      | 54,088       |
| 2006 | 50,811      | 50,811       |
| 2007 | 47,732      | 47,732       |
| 2008 | 44,839      | 44,839       |
| 2009 | 42,122      | 45,236       |
| 2010 | 39,569      | 42,495       |
| 2011 | 37,171      | 39,920       |
| 2012 | 34,919      | 37,500       |
| 2013 | 32,803      | 35,228       |
| 2014 | 30,815      | 33,093       |
| 2015 | 28,947      | 31,088       |

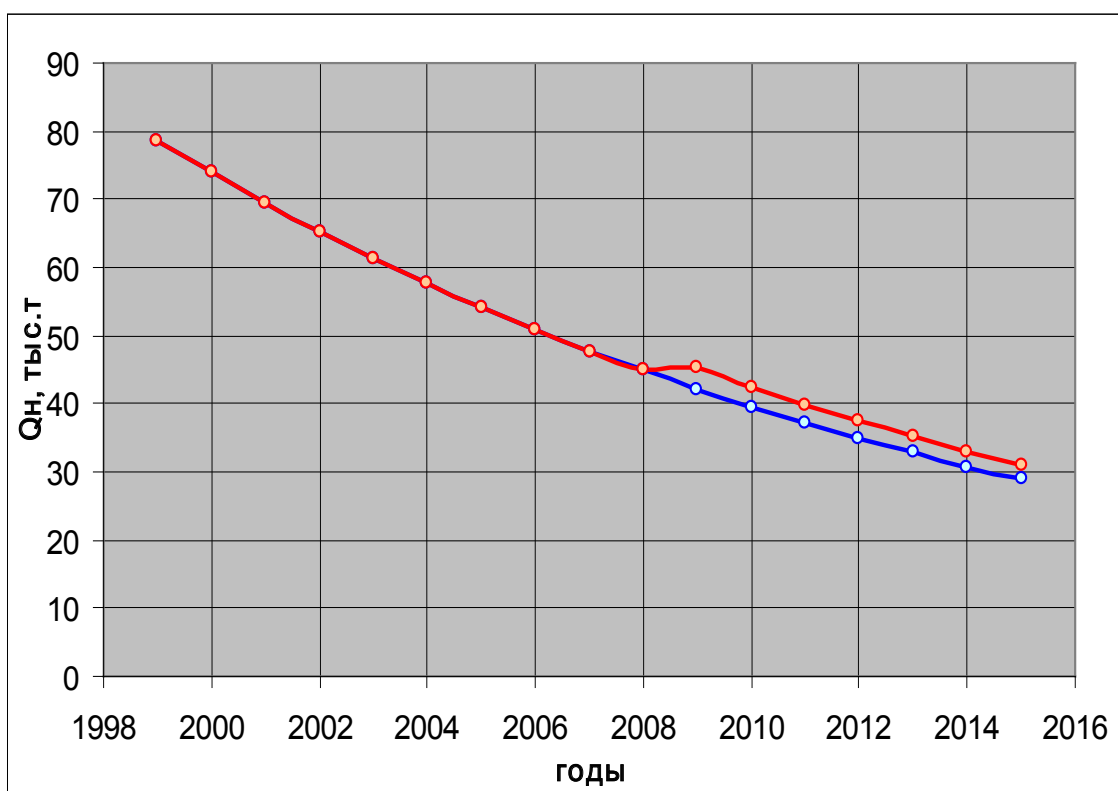


Рис. 2. График прогноза добычи нефти до 2015 года

Таким образом, бурение дополнительно 4 скважин позволило дополнительно добыть 3,114 тыс.т нефти и поддержать текущую добычу нефти. Так коэффициент падения добычи нефти уменьшился с 0,0606 до 0,0521. В 2009 году КИН увеличился с 0,1937 до 0,1939. Плотность сетки стала 25,35 га/скв вместо 27,76 га/скв.

## 5. Общие выводы и рекомендации

В настоящее время большинство нефтегазовых месторождений нашей страны находятся на поздней стадии разработки. Для этих месторождений характерны следующие признаки: снижение добычи нефти, увеличение отборов жидкости, высокая обводненность, значительные остаточные запасы. Оптимизация плотности сетки скважин в данных условиях является наиболее предпочтительной, т. к. во-первых, при правильном размещении скважин обеспечивается более полный охват пласта заводнением, во-вторых, увеличивается коэффициент сетки, в-третьих, бурение дополнительных скважин позволяет вовлечь низкопродуктивные участки пластов, ранее не охваченные или слабо охваченные процессом вытеснения.

Выбор системы разработки и оптимальной плотности сетки скважин является одним из центральных вопросов теории и практики разработки нефтяных месторождений. Этот вопрос является актуальным на всех этапах развития российской нефтяной промышленности, и ему уделяется постоянное внимание.

Стоит подчеркнуть необходимость дифференцированного подхода к выбору плотности сетки скважин в зависимости от конкретных геолого-физических особенностей эксплуатационных объектов и физико-химических свойств насыщающих пласты флюидов, необходимость максимально учитывать накопленный опыт разработки нефтяных месторождений.

Современная концепция выбора начальной сетки скважин и оптимизации ее в процессе разработки заключается в том, что применяемые системы разработки нефтяных и газонефтяных месторождений (включая число скважин и их размещение) должны наилучшим образом соответствовать геолого-физическим условиям эксплуатационных объектов, обеспечивать высокие коэффициенты извлечения нефти при приемлемых экономических показателях.

Данный анализ разработки был проведен на примере Ново-Узыбашевского месторождения. Ново-Узыбашевское месторождение входит в заключительную стадию разработки. Для данной стадии характерно снижение добычи нефти, увеличение отборов жидкости, высокая обводненность.

Бурение дополнительно 4 скважин позволило дополнительно добыть 3,114 тыс.т нефти за 2010 год и поддержать текущую добычу нефти, коэффициент падения добычи нефти уменьшился с 0,0606 до 0,0521, КИН увеличился с 0,1937 до 0,1939.

### Литература:

1. Токарев М. А. Комплексный геолого-промысловый контроль за текущей нефтеотдачей при вытеснении нефти водой. — М.: Недра, 1990.
2. Токарев М. А., Ахмерова Э. Р., Файзуллин М. Х. Контроль и регулирование разработки нефтегазовых месторождений. — Уфа: Издательство УГНТУ, 2001.
3. Методические рекомендации по подсчету геологических запасов нефти и газа объемным методом. Под ред. Петерсилье В. И., Пороскуна В. И., Яценко Г. Г. — Москва-Тверь: ВНИГНИ, НПЦ «Тверьгеофизика», 2003 г.
4. Технология и техника добычи нефти В. И. Щуров — М.: Недра, 1983.
5. Гавура В. Е. Геология и разработка нефтяных и газонефтяных месторождений. — М.: ВНИИОЭНГ, 1995.
6. Токарев М. А., Ахмерова Э. Р., Газизов А. А., Денисламов И. З. Анализ эффективности применения методов повышения нефтеотдачи на крупных объектах разработки. Учебное пособие. — Уфа: УГНТУ, 2001.
7. Алексеев П. Д., Гавура В. Е., Лapidус В. З., Лещенко В. Е., Семин Е. И. Оптимизация плотности сетки скважин. — М.: Светочъ, 1993.
8. Лисовский Н. Н., Гавура В. Е., Лещенко В. Е., Лapidус В. З. и др. Оптимизация плотности сетки скважин в целях увеличения нефтеотдачи // В сб. Фундаментальные и поисковые исследования механизма вытеснения нефтей различными агентами и создание технологий разработки трудноизвлекаемых запасов нефти. — М.: ВНИИОЭНГ, 1992.

## Анализ состояния рынка мясных баночных консервов России и Уральского региона

Нуштаева Анастасия Игоревна, студент;

Губер Наталья Борисовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет) (г. Челябинск)

*В статье рассмотрен рынок мясных баночных консервов по ассортименту, производителям, объемам выпускаемой и продаваемой продукции на территории России и Челябинской области.*

**Ключевые слова:** мясные консервы, анализ рынка, Челябинская область

В настоящее время рынок мяса и мясопродуктов является достаточным насыщенным: на фоне интенсификации производства мясного сырья появляются новые виды мясных продуктов, изменяются нормативные требования к продукции, расширяется ассортимент [1,2,4–7,11–16]. Поэтому кафедрой прикладной биотехнологии ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет) особое внимание уделяется исследованию качества, конкурентоспособности и применению нетрадиционных технологических решений для повышения пищевой ценности и потребительских свойств мясных изделий [3,8–10,17,18].

В этой связи анализ состояния рынка баночных консервов как традиционного продукта представляет определенный интерес.

За последние пять лет (2008–2012 гг.) в России спрос на мясные баночные консервы был непостоянным. Анализ публикаций по рынку мясных консервов в России позволил выяснить, что в 2009–2010 этот показатель увеличивался, а в 2011–2012 годах было отмечено снижение спроса. Тем не менее, в совокупности объем продаж мясных консервов за последние пять лет вырос на 8%.

Десятку лидеров рейтинга по объемам производства мясных консервов возглавляют Калининградская и Московская области — доли этих регионов в общероссийском выпуске продукции составляют соответственно 22,6 и 13,1%. Постепенное увеличение про-

изводства мясных консервов характерно для Уральского (3,86%), Дальневосточного (1,14%) и Приволжского федерального округа (18,92%), который, ко всему прочему, занимает третье место в рейтинге. Снижение выработки мясных консервов наблюдалось в Южном, Северо-Кавказском и Сибирском федеральном округе.

Структура производства мясных консервов по России за последние пять лет приведена на рисунке 1.

Рынок мясной консервации имеет свою специфику. Здесь еще сохранился госзаказ, и крупнейшими потребителями являются Госрезерв, МЧС, Минобороны, МВД, ГУИН и т. д., так называемый корпоративный сектор, который является основным потребителем мясной консервации. Доля населения, потребляющего мясные консервы, составляет не более 25–30%.

На рисунке 2 представлены основные производители мясных консервов и их объемы продаж за предшествующий 2012 г, из которой мы видим, что наибольшая доля производства — 12,89% — принадлежит ЗАО «Орский мясокомбинат» (Оренбургская область). Значительные доли занимают ООО КМПЗ «Балтпроммясо» (Калининградская область), ООО «Елинский пищевой комбинат» (Московская область) и ОАО «КМЗ «Дейма» (Калининградская область) — соответственно 6,35, 5,84 и 5,73%. Кроме того, в число лидеров входят ЗАО «Йошкар-Олинский мясокомбинат» (Марий Эл) и ЗАО «Хаме Фудс» (Владимирская область), доли которых составляют соответственно 4,46 и 4,38%, а также ЗАО «Орелпро-

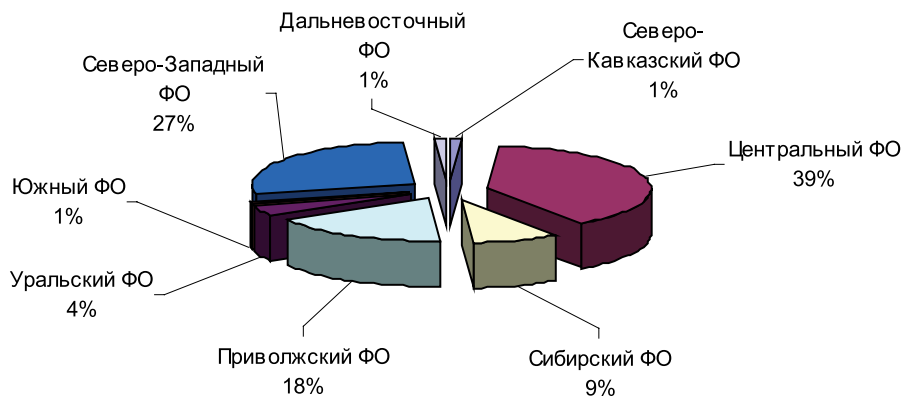


Рис 1. Структура производства мясных консервов по федеральным округам 2008–2012 гг.

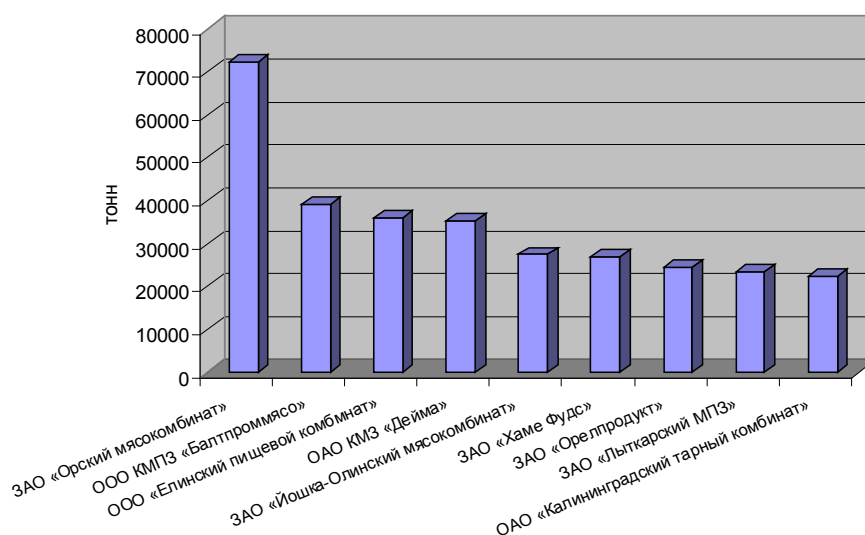


Рис 2. Объем производства мясных консервов некоторыми компаниями в 2012 г.

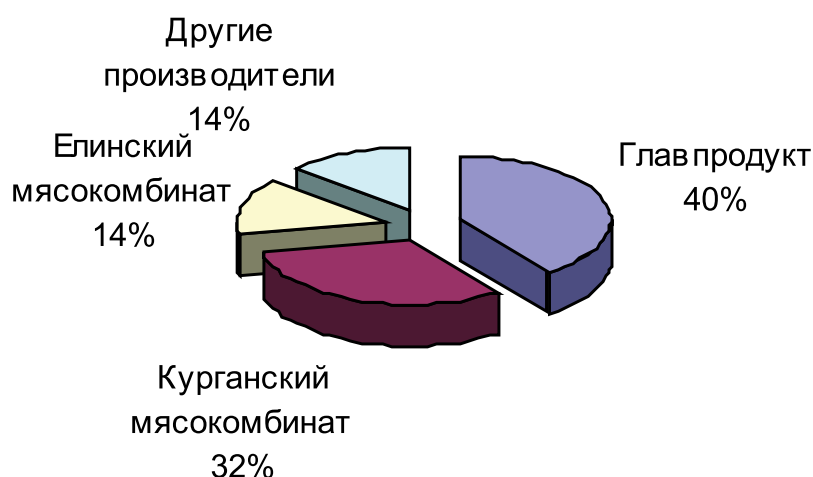


Рис. 3. Производители мясных баночных консервов на рынке Челябинской области

дукт» (Орловская область), ЗАО «Лыткарский МПЗ» (Московская область) и ОАО «Калининградский тарный комбинат» (Калининградская область) с долями соответственно 3,96, 3,83 и 3,61 %.

Всего же на территории России по коду ОКВЭД 15.13.1 «Производство готовых и консервированных продуктов из мяса, мяса птицы, мясных субпродуктов, и крови животных» зарегистрировано 1754 компании.

На рынке Челябинской области представлены разнообразные виды мясных консервов. Однако разнообразие ассортимента вовсе не означает наличия на прилавках магазинов товаров от разных производителей. Охват рынка Челябинска производителями мясных баночных консервов России представлен на рисунке 3.

Так, во всех магазинах области, лидером является «Главпродукт». Мясные консервы данного предприятия составляют 40% от общего числа. Это обусловлено грамотной стратегией развития компании. Реклама марки

размещается на крупнейших федеральных телеканалах, радиостанциях, в прессе и в Интернете. «Главпродукт» является лидером по разнообразию рекламы и охвату рекламодателей.

«Курганский мясокомбинат» не сильно отстает от конкурента и занимает второе место — 32%. Это обусловлено непосредственной близостью производителя к Челябинской области.

«Елинскому пищевому комбинату» принадлежит 14% рынка мясных консервов Челябинской области. Остальные 14% поделили между собой такие производители, как: «Йошкар-Олинский мясокомбинат», «Гипар», «Рузком», «Агропромышленная компания МаВР», «Орский мяскокомбинат», «Троицкий консервный комбинат» и др.

Таким образом, при исследовании рынка мясных баночных консервов в России и Челябинском области, можно сделать вывод, что данный сегмент стабильно раз-

вивается в сторону увеличения объемов производства, спрос на мясные консервы незначительно повышается, главной стратегией продвижения на рынок мясных консервов является узнаваемость торговой марки, а следовательно, активное использование производителями различных видов рекламных носителей.

#### Литература:

1. Губер Н. Б., Переходова Е. А. Пищевая ценность и кулинарно-технологические свойства мясной продукции при использовании биостимулятора. Естественные и математические науки в современном мире. 2013. № 10–11. С. 139–143.
2. Губер Н. Б., Нагибина В. В., Амерханов И. М. Влияние биоактиваторов на интенсификацию производства продукции животного происхождения. Молодой ученый. 2013. № 4. С. 672–675.
3. Дуць А. О., Полтавская Ю. А., Губер Н. Б., Хайруллин М. Ф., Асенова Б. К. Качество как основа конкурентоспособности мясопродуктов. Молодой ученый. 2013. № 10. С. 131–134.
4. Зинина О. В., Тарасова И. В., Ребезов М. Б. Влияние биотехнологической обработки на микроструктуру коллагенсодержащего сырья. Все о мясе Научно-технический и производственный журнал. 2013. № 3. С. 41–43.
5. Зинина О. В., Ребезов М. Б. Технологические приемы модификации коллагенсодержащих субпродуктов. Мясная индустрия. 2012. № 5. С. 34–36.
6. Монастырев А. М., Кузнецова Н. Б. Повышение продуктивности скота черно-пестрой породы при использовании кормовой добавки «Гувитан-С». Аграрный вестник Урала. 2009. № 4. С. 86–88.
7. Кузнецова Н. Б. Роль кормовой добавки «Гувитан-С» в интенсификации производства говядины // Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания: мат. 2 всеросс. научно-практ. конф., посв. 65-летию ЮУрГУ. Челябинск, 2009. С. 129–131.
8. Наумова Н. Л., Ребезов М. Б., Варганова Е. Я. Функциональные продукты. Спрос и предложение (монография) Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2012. 78 с.
9. Нуштаева А. И., Губер Н. Б. Некоторые аспекты стандартизации в мясной отрасли. Молодой ученый. 2013. № 10. С. 178–181.
10. Ребезов М. Б., Наумова Н. Л., Хайруллин М. Ф., Альхамова Г. К., Лукин А. А. Изучение отношения потребителей к обогащенным продуктам питания. Пищевая промышленность. 2011. № 5. С. 13–15.
11. Ребезов М. Б., Лукин А. А., Хайруллин М. Ф., Лакеева М. Л., Пирожинский С. Г., Дуць А. О., Ребезов Я. М. Изменение соединительной ткани под воздействием ферментного препарата и стартовых культур. Вестник мясного скотоводства. 2011. Т. 3. № 64. С. 78–83.
12. Ребезов М. Б., Белокаменская А. М., Зинина О. В., Наумова Н. Л., Максимюк Н. Н., Соловьева А. А., Солнцева А. А. Контроль качества результатов исследований продовольственного сырья и пищевых продуктов на содержание свинца. Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2012. Т. 2. № 1. С. 157–162.
13. Ребезов М. Б., Лукин А. А., Хайруллин М. Ф., Лакеева М. Л. Сравнительная оценка воздействия ферментных препаратов различного происхождения на коллагенсодержащее сырье. Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2011. № 5. С. 28–36.
14. Ребезов М. Б. Использование природных цеолитов Южного Урала. Зоотехния. 2002. № 8. С. 16–17.
15. Ребезов М. Б., Наумова Н. Л., Альхамова Г. К., Лукин А. А., Хайруллин М. Ф. Экология и питание. Проблемы и пути решения. Фундаментальные исследования. 2011. № 8–2. С. 393–396.
16. Соловьева А. А., Зинина О. В., Ребезов М. Б., Лакеева М. Л., Гаврилова Е. В. Актуальные биотехнологические решения в мясной промышленности. Молодой ученый. 2013. № 5. С. 105–107.
17. Соловьева А. А., Зинина О. В., Ребезов М. Б., Лакеева М. Л. Современное состояние и перспективы использования стартовых культур в мясной промышленности. Сборник научных трудов Sworld. 2013. Т. 10. № 1. С. 84–88.
18. Хайруллин М. Ф., Ребезов М. Б., Наумова Н. Л., Лукин А. А., Дуць А. О. О потребительских предпочтениях при выборе мясных продуктов. Мясная индустрия. 2011. № 12. С. 15–17.



## Влияние влажности ореха на процесс его разрушения

Петров Владимир Константинович, аспирант

Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет) (г. Владикавказ)

*В данной статье было исследовано влияние влажности ореха на процесс его разрушения, были проведены эксперименты по выявлению влажности и разработана лабораторная установка для проверки орехов на прочность.*

**Ключевые слова:** *усилие, влажность, орех, лабораторная установка, эксперименты.*

При создании совершенных технологических процессов, необходимо практически в каждом конкретном случае изучать целый комплекс физико-механических параметров, которые характеризуют поведение объектов под действием механических нагрузок со стороны рабочих органов машин и агрегатов. В полной мере это относится и к процессам измельчения. Для осуществления данной операции на предприятиях имеется измельчающее оборудование. Причем, каждый тип оборудования дает свои отличительные преимущества: и экономические, и технические.

При промышленной переработке орехов путем отделения скорлупы от ядра, возникает технологическая проблема сохранения его без повреждения и разрушения. Существующие устройства [2] для разрушения оболочки орехов за один проход осуществляют разрушение на 70–80 %, причем около 20 % очищенных ядер выходят после машинного разрушения скорлупы поврежденными. Для повышения качества получения цельных ядер орехов была поставлена задача — определить усилие и влажность, при которых скорлупа будет разрушаться, а ядро сохраняться целым.

Для наших исследований была разработана лабораторная установка, позволяющая определять прочность ореха, а также была исследована влажность орехов, которая может претерпевать значительные изменения, что может оказать существенное влияние на процесс разрушения их скорлупы. Вследствие чего требуется проведение исследований влияния влажности на показания параметров разрушения.

Целью этой работы является исследование основных закономерностей влияния влажности ореха на усилие, оказываемое при его разрушении [1].

При проведении экспериментов учитывались технические условия ореха фундука по ГОСТ 16834–81.

Для определения естественного содержания влаги, орех фундук, подвергали сушке. Эксперимент проводился следующим образом. До сушки орехи взвешивались и нумеровались. В качестве нумерации использовался их собственный вес. Орехи, разложенные по ячейкам помещались, в сушильную печь, где в течение 40 минут сушились при температуре от 135 ÷ 140 °С. После сушки орехи вновь взвешивались и по их разности веса определяли потерю влаги.

Для получения проб с различными показателями влажности, орех увлажняли путем замачивания в опре-

деленном количестве воды и последующей выдержки в герметичных условиях в течение двух, четырех, шести и восьми суток. В каждой емкости находилось одинаковое количество орехов в виде двух фракций — мелких диаметром 12 ÷ 18 мм и крупных диаметром 18 ÷ 26 мм.

Влажность определялась весовым методом, с последующим усреднением результатов. После того как определили влажность, орехи подвергались испытаниям на прочность.

Исследования были выполнены с помощью комплекса (рис. 1), позволяющего производить постепенное разрушение скорлупы ореха. Механическое воздействие производилось при помощи пневмоцилиндра 4, предназначенного для преобразования энергии сжатого воздуха в поступательное перемещение штока. Давление штока осуществлялось на орех, который был расположен внутри металлического кольца, необходимого для сохранения целостности ядра. Такое механическое воздействие позволяло создавать давление до 2,5 МПа (при необходимости). Для регистрации показаний был использован газовый редуктор 2 с закрепленным на нем манометре. Подача сжатого воздуха к пневмоцилиндру осуществлялась при помощи компрессора 1, по транспортирующей линии 5 в виде трубок, и регулируемая пневматическим вентилем — распределительным клапаном 3.

Результаты изменения влажности ореха и усилия оказываемого на его разрушение, представлены в таблице 1.

### Влияние влажности, на усилие, затрачиваемое при раскалывании скорлупы

Выявлена устойчивая тенденция увеличения влажности ореха, а также повышение усилия оказываемого на его разрушение.

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы:

1. При увеличении влажности ореха, зазор между ядром и скорлупой ореха уменьшается, что мешает достичь поставленной задачи — получения целого, не разрушенного ядра при его дроблении.

2. При увеличении влажности, орех, требует увеличения затрачиваемой энергии на его разрушение.

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ литературных источников и проведенные нами предварительные эксперименты позволили нам установить ос-

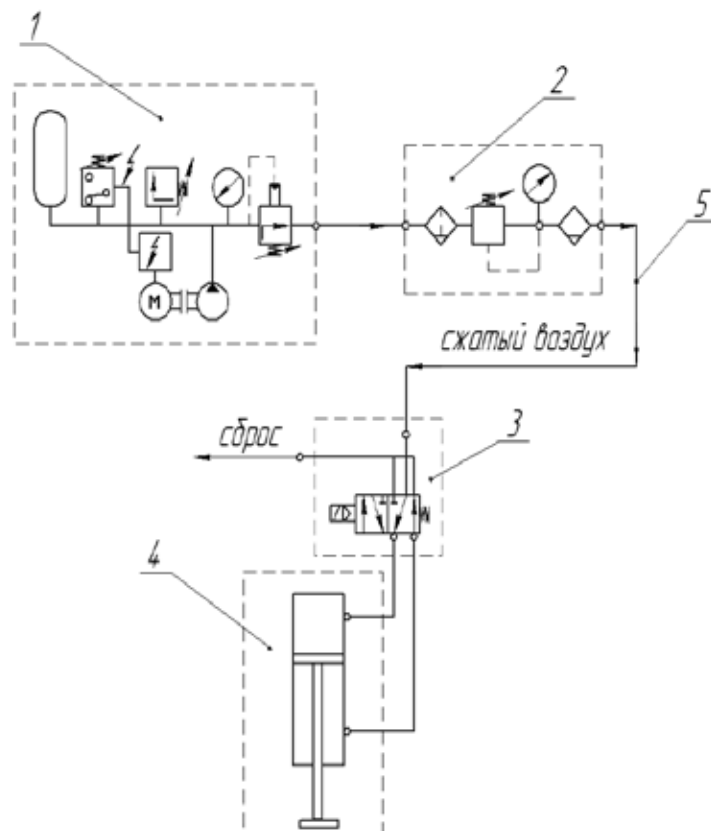


Рис. 1. Схема лабораторной установки для определения усилия разрушения ореха: 1 — компрессор; 2 — устройство подготовки воздуха — газовый редуктор; 3 — пневматический вентиль или распределительный клапан; 4 — пневмоцилиндр; 5 — транспортирующая линия

новые факторы, влияющие на повреждаемость ядер орехов, при их переработке.

После проведения предварительных экспериментов при обработке экспериментальных данных мы получили следующие уравнения регрессии для мелких и крупных фракций орехов — фундука:

$$y = 0,327 + 0,045 \cdot X_1 - 0,123 \cdot X_2 \quad (1)$$

$$y = 0,258 + 0,031 \cdot X_1 - 0,087 \cdot X_2 \quad (2)$$

Анализируя данные уравнения регрессии (1) и (2) для мелких фракций орехов и для крупных фракций орехов со-

ответственно, можно сделать вывод, что повреждаемость ядер орехов при их переработке зависит в большей степени от влажности самих орехов, т. к. при большем содержании влажности оказывается большое усилие на раздавливание скорлупы. Так как влажность орехов играет важную роль при их переработке, то необходимо выдерживать оптимальную влажность орехов в 14%, что позволит затратить минимум энергии и получить максимально высокое качество полученных цельных ядер при раскалывании скорлупы [3].

Таблица 1

| № экспери-<br>мента | Крупные фракции орехов |                           |                                       |  | № | Мелкие фракции орехов  |                           |                                       |  |
|---------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------------------|--|---|------------------------|---------------------------|---------------------------------------|--|
|                     | Вес орехов, г          |                           | Количество<br>впитываемой<br>влаги, г | Усилие оказы-<br>ваемое<br>на раскалы-<br>вание, МПа |   | Вес орехов, г          |                           | Количество<br>впитываемой<br>влаги, г | Усилие оказы-<br>ваемое на рас-<br>калывание,<br>МПа |
|                     | до замачи-<br>вания, г | после замачи-<br>вания, г |                                       |  |   | до замачи-<br>вания, г | после замачи-<br>вания, г |                                       |  |
| 1                   | 3,39                   | 3,85                      | 0,46                                  | 0,35   | 1 | 2,68                   | 3,13                      | 0,45                                  | 0,25   |
| 2                   | 3,63                   | 4,35                      | 0,72                                  | 0,40   | 2 | 2,37                   | 2,88                      | 0,51                                  | 0,30   |
| 3                   | 3,85                   | 4,64                      | 0,81                                  | 0,50   | 3 | 2,43                   | 3,02                      | 0,60                                  | 0,40   |
| 4                   | 3,95                   | 4,99                      | 1,04                                  | 0,55   | 4 | 2,40                   | 3,08                      | 0,70                                  | 0,50   |

Литература:

1. Влащик Л. Г., Хашир А. А. Технологическая оценка различных сортов фундука для переработки на предприятии ЗАО «Орехпром»//Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ.-2006.№ 2 (18).
2. Выскребенец А. С., Петров В. К. Совершенствование технологии и оборудования для разрушения скорлупы различных видов ореха// Научно-технический вестник Поволжья.№ 6, 2012-Казань, 193–196 с.
3. Патент № 2454897 Россия, МПК 2454897 A23N5/00. Устройство для раскалывания скорлупы орехов/ В. К. Петров, А. С. Выскребенец. — № 2011105451/13; заявл. 14.02.2011; опубл.10.07.2012.

## Способы и современные средства механизации для удаления пней

Поздняков Евгений Владиславович, аспирант;  
 Дручинин Денис Юрьевич, кандидат технических наук, преподаватель  
 Воронежская государственная лесотехническая академия

Технологические операции по удалению пней проводятся при лесовосстановительных работах на вырубках и гарях, а также при проведении мероприятий по благоустройству территорий и дорог в населенных пунктах.

Лесовосстановительные работы без удаления или понижения пней возможны в случае, когда число пней на 1 га площади вырубки не превышает 600 штук. В этом случае при хорошей очистке вырубок от порубочных остатков можно обеспечить высокое качество обработки почвы лесными почвообрабатывающими орудиями и осуществить затем посев или посадку. Таких площадей в Европейской части России около 45%. На остальной площади вырубок количество пней на 1 га превышает 600 штук, и поэтому необходимо проведение операций по удалению пней [1].

Удаление пней может проводиться одним из следующих способов (рис. 1) [2, 3]:

- 1) корчеванием различными машинами, орудиями и приспособлениями;
- 2) корчеванием взрывным способом;
- 3) выжиганием пней;
- 4) разрушением пней путем обработки химическими растворами и заражения культурами грибов, вызывающими гниение древесины;
- 5) ручным способом.

Эти способы не только различаются между собой по производственной эффективности, но и по-разному влияют на структуру и состояние пахотного горизонта восстанавливаемого участка, что имеет особенно большое значение для лесовосстановления [2].

Ручной способ включает подкопку, обрубку корней и вытаскивание пней диаметром до 20 см вручную, с помощью лаг, лебедки или полиспада [3]. Недостатками данного метода являются высокая трудоемкость и большие временные потери.

Огневой способ заключается в сжигании надземной части кустарниковой растительности и пней деревьев. Для этой цели выпускаются различные огнеметы и газопламенные машины, которые устанавливаются на тракторах небольшой мощности.

Основные недостатки огневого метода — большой расход топлива, загрязнение окружающей среды, значительная пожароопасность [4].

Биологический способ заключается в том, что на пень помещается грибочка вешенок или опят. Через некоторое время пни покрываются грибами, которые производят их разрушение.

Данный способ характеризуется простотой исполнения, экологической чистотой разрушения пня. Однако, проведение работ является низкопроизводительным, так



Рис. 1. Классификация способов удаления пней

как на удаление одного пня требуется до трех лет. Поэтому биологический способ получил распространение лишь при удалении пней индивидуальных садовых участков [5].

Химические способы уничтожения пней в России были известны еще в конце XIX века. Химический способ похож на биологический, только средством удаления служит обработка химическими веществами с последующим уничтожением сухостоя. Данный метод имеет ряд существенных недостатков, ограничивающих его применение: недействительность для многих пород деревьев и кустарников; большой расход химических препаратов и высокая стоимость обработки при использовании наземных средств (опрыскивателей); зависимость от метеорологических условий; необходимость проводить обработку только в определенные периоды года [5].

Выжигание пней и химический способ разрушения древесины пня требуют повышенного внимания при их использовании, оказывают отрицательное влияние на окружающую среду и в настоящее время не получили широкого распространения [2, 3].

Взрывной способ применяют в основном при корчевке очень крупных пней. При удалении взрывным способом пень нередко раскалывается на части, выбрасываемые силой взрыва на поверхность. При этом в подкоренной яме иногда остаются большие корни, затрудняющие вспашку. Под действием взрыва образуется воронка, и почва разбрасывается вокруг нее. Ввиду своей специфичности, повышенной опасности и отсутствия специальной службы в лесном хозяйстве взрывной способ корчевания пней не нашел широкого распространения в лесном хозяйстве [2, 3].

С учетом вышесказанного, механический способ является основным промышленным способом удаления пней. В настоящее время в лесном хозяйстве разработано много тракторных корчевальных устройств, отличающихся принципом действия, конструкцией, типом рабочих органов, энергетическими средствами [3].

Одним из старых и наиболее изученных приемов механического удаления пней является их корчевание. На раскорчеванных вырубках обеспечивается полная механизация всех технологических процессов лесовосстановления, повышается качество механизированных работ, увеличивается производительность агрегатов.

Однако наряду с достоинствами корчевания имеются и существенные недостатки: перемешивание гумусированных горизонтов почвы, образование в местах корчевки глубоких воронок, понижение водоохраных свойств лесных массивов, нарушение физического строения почвы — то есть оказывается существенное отрицательное воздействие на окружающую среду.

Отмеченные недостатки послужили основанием для поиска новых технических решений, реализация которых позволила бы сделать процесс удаления пней экологически безопасным. К таким решениям можно отнести способ, основанный на удалении надземной части пней, который получил широкое распространение в лесном комплексе РФ и за рубежом [6].

Одним из первых устройств такого типа стала машина для удаления пней МУП-4 с фрезерным рабочим органом (рис. 2).

Машина предназначена для удаления фрезерованием надземных частей пней, деревьев различных пород и диаметров при подготовке вырубок под лесовосстановление.

Рабочий орган (фреза) представляет собой корпус, выполненный в виде усеченного конуса, основанием которого служит нижний обод с двумя подрезными ножами. На конической поверхности фрезы закреплены 16 скалывающих ножей.

В процессе работы агрегат движется по намеченной трассе и периодически останавливается перед пнями на расстоянии, равном вылету стрелы. После остановки оператор включает привод рабочего органа и подводит вращающуюся фрезу к боковой стороне пня, производя тем самым его фрезерование. Подрезные ножи при сопри-

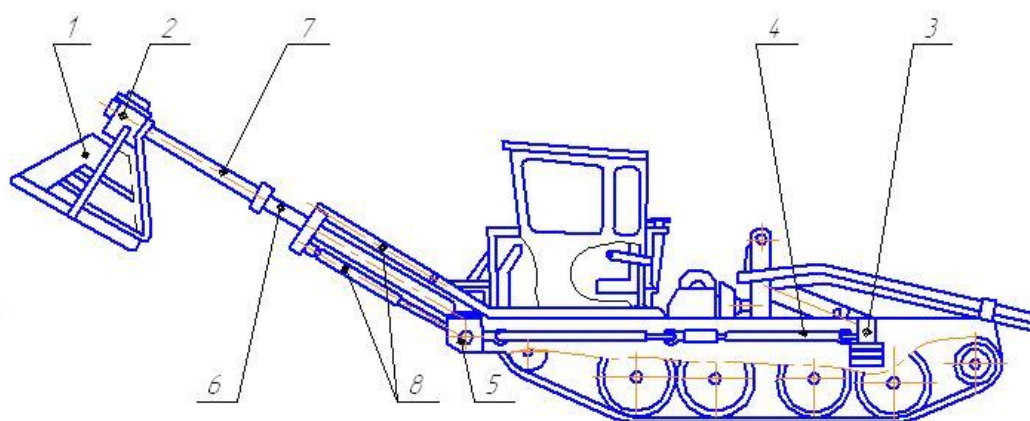


Рис. 2. Схема машины для удаления пней МУП-4: 1 — фреза; 2 — редуктор; 3 — раздаточная коробка; 4 — карданная передача; 5 — цепная и шарнирная передачи; 6 — стрела; 7 — вал промежуточный; 8 — гидроцилиндры



Рис. 3. Фрезерная машина ДЭМ–121

косновении с пнем производят резание поперек волокон, а остальные ножи — скалывание.

Производительность машины за час чистой работы 80...100 пней [1].

Из современных машин данного типа можно отметить фрезерную машину ДЭМ-121, а также зарубежные устройства UZM700Prof и SF1100.

Фрезерная машина ДЭМ–121 (рис. 3) используется при проведении работ по благоустройству дорог и территорий. Агрегатируется с тракторами средней мощности со сверхнизкими скоростями и предназначена для измельчения пней лиственных и хвойных пород деревьев, перерабатывая при этом землю и корни пней. Измельченный и расслоенный материал в короткий промежуток времени разлагается и превращается в полезную органическую смесь. Диаметр фрезы — 550 мм.

Недостатком машины является то, что она способна удалять пни только малых диаметров [5].

В зарубежных аналогах данного вида техники наиболее широко используются барабанные и дисковые измельчающие рабочие органы.

Цилиндрическая фреза UZM700Prof (рис. 4) агрегируется с колесными или гусеничными тракторами с мощностью двигателя от 184 до 294 кВт, максимальный диаметр срезаемой растительности — до 50 см. Массивный ротор диаметром 700 мм имеет двухсторонний привод посредством высокотехнологичных клиновых ремней. Двухуровневое расположение режущих органов обеспечивает эффективное измельчение материала и способствует уменьшению износа резцов.

Машины данного типа созданы для измельчения и мульчирования растительности на открытых территориях: в лесах, садах, парках. Также они широко используются для утилизации срезанных ветвей, деревьев и пней.

Недостатки данного устройства заключаются в быстром износе клиновых ремней и режущих органов, так



Рис. 4. Цилиндрическая фреза UZM700Prof



Рис. 5. Дискосвая фреза SF1100

как вместе с древесными остатками фрезеруется и почва на высокой скорости вращения. Кроме того, технологический процесс, заключающийся в послойном фрезеровании, предусматривает возвратно-поступательное движение трактора и агрегата и, как следствие, приводит к временным потерям и большим энергозатратам [7].

Дискосвая фреза SF1100 (рис. 5), представляет собой режущий диск диаметром 1100 мм, присоединяющийся к трехточечной навеске энергоносителя, с приводом от ВОМ трактора и ходоуменьшителем. Агрегатируется с колесными и гусеничными тракторами с мощностью двигателя от 147 до 294 кВт.

В процессе фрезерования режущий диск совершает одновременно вращательное и поступательное движения. Подъем и опускание навесного оборудования произво-

дится за счет задней навески трактора. Машины данного типа имеют свои недостатки: высокая потребляемая мощность, большие габариты пильного диска, малая устойчивость и сильная вибрация, а также многоступенчатая технологическая операция, снижающая работоспособность [7].

Все вышеописанные машины воздействуют только на древесину пня и не оказывают негативного влияния на окружающую среду, являясь экологически безопасными рабочими органами. Образованная в процессе работы щепа однородна по размерным характеристикам фракций и может использоваться как органическая добавка к растительным грунтам. Однако их конструктивно-технологические параметры до конца не обоснованы и требуется проведение теоретических и экспериментальных исследований.

#### Литература:

1. Пошарников, Ф. В. Технология и машины лесовосстановительных работ [Текст]: учеб. пособие / Ф. В. Пошарников. — Воронеж, 2006. — 523 с.
2. Бартенев, И. М. Конструкции и параметры машин для расчистки лесных площадей [Текст]: монография / И. М. Бартенев, М. В. Драпалюк, П. И. Попиков и др. — М.: Флинта: Наука, 2007. — 208 с.
3. Сухов, И. В. Подготовительные работы и обработка почвы под лесные культуры на вырубках [Текст]: тексты лекций / И. В. Сухов. — Воронеж: ВГЛТА, 1998. — 80 с.
4. Калининченко, Н. П. Лесовосстановление на вырубках [Текст] / Н. П. Калининченко, А. И. Писаренко, Н. А. Смирнов. — М.: «Лесная промышленность», 1973. — 325 с.
5. Батищев, С. Н. Обоснование параметров ударных рабочих органов машин для удаления пней [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук / С. Н. Батищев. — Воронеж: ВГЛТА, 2011. — 185 с.
6. Маслай, В. И. Основные эксплуатационные показатели лесокультурных агрегатов на вырубках [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук / В. И. Маслай. — Киев, 1985. — 233 с.
7. ООО «СТЭП» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [www.speccars.ru](http://www.speccars.ru). — Загл. с экрана.

## Обеспечение качества обслуживания сетей на базе MPLS

Ролич Максим Леонидович, магистрант

Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики (г. Новосибирск)

Одним из важнейших требований, предъявляемых к современным сетям передачи данных с коммутацией пакетов является обеспечение качества обслуживания (QoS). Современная тенденция конвергенции сетей различных типов привела к необходимости переноса сетью всех видов трафика, а не только традиционного для компьютерных сетей трафика приложений доступа к файлам и электронной почты. Характеристики QoS особенно важны в случае, когда сеть передает одновременно трафик разного типа. Это связано с тем, что различные типы трафика предъявляют разные требования к характеристикам QoS и добиться синхронного соблюдения характеристик QoS для всех видов трафика весьма сложно. Проблема обеспечения заданного QoS на магистральных сетях стоит особо остро в связи с разнородностью и большим количеством передаваемых данных. В данном случае будут рассмотрены методы обеспечения QoS на сетях построенных с использованием технологии многопротокольной коммутации на основе меток Multiprotocol Label Switching (MPLS), которая на сегодняшний день стала одной из основных для построения крупных сетей операторов, предоставляющих услуги с обеспечением качества обслуживания.

Для обеспечения соответствующего QoS в IP-сетях международная организация IETF (Internet Engineering Task Force) определила две основные модели: Integrated Services (IntServ) и Differentiated Services (DiffServ). Рассмотрим данные технологии относительно MPLS.

Модель интегрированного обслуживания IntServ обеспечивает сквозное качество обслуживания, гарантируя необходимую пропускную способность. IntServ использует для своих целей протокол резервирования сетевых ресурсов RSVP, который обеспечивает выполнение требований ко всем промежуточным узлам [1, с. 37].

Применительно к MPLS расширения протокола RSVP могут быть использованы для распределения меток в качестве части процесса резервирования ресурсов и установить маршрут LSP с зарезервированными ресурсами. Такие LSP-маршруты называются LSP-маршрутами с гарантированной полосой пропускания (guaranteed bandwidth LSP). Данные маршруты должны удовлетворять требованиям к ширине полосы пропускания на всех каналах для поддержки резервирования, а также иметь достаточное буферное пространство на промежуточных узлах для того, чтобы вместить возможные всплески в зарезервированном потоке данных. После того как маршрут установлен, поддерживающее коммутацию по меткам устройство LSR вставляет объект явного маршрута (Explicit Route Object) в сообщение PATH протокола RSVP, обеспечивая тем самым создание LSP-мар-

шрута вдоль выбранного пути. Пакеты, для которых было сделано RSVP-резервирование, могут рассматриваться как эквивалентные классы FEC. При этом каждый класс FEC идентифицируется своей меткой [4, с. 317].

Однако обеспечение качества обслуживания с использованием механизма IntServ, применяемого к каждому отдельному потоку, не поддается расширению и сложен в реализации. Поэтому был разработан новый подход к обеспечению качества обслуживания за счет принятия за основу объединенной модели для трафика, в которой разные потоки классифицируются в интегрированные классы и обеспечивают соответствующее качество обслуживания для классифицированных потоков.

Архитектура DiffServ предполагает существование связанных областей сети (DiffServ-доменов), в пределах каждой из которых проводится единая политика по классификации служб передачи пакетов. В результате выполнения классификации каждому пакету ставится в соответствие номер некоторого класса обслуживания, реализованного в данном DiffServ-домене. Такой номер класса обслуживания называется DiffServ CodePoint (DSCP). Выбранное значение DSCP записывается в заголовок IP-пакета в поле ToS. Для каждого класса обслуживания администратор DiffServ-домена может установить набор требований к параметрам QoS. После классификации пограничные устройства приводят параметры информационных потоков, поступающих в DiffServ-домен в соответствие с требованиями, устанавливаемыми для выбранных классов обслуживания [3].

Поле DSCP определяет уровень обслуживания пакета в данном сетевом узле. Для этого уровня обслуживания используется термин режим пересылки PNH (Per-Hop Behavior), который определяет порядок обработки пакета в узле в плане очередности его диспетчеризации и отбрасывания. То есть PNH определяет очередность пересылки пакетов, вероятность отбрасывания пакетов в том случае когда очередь становится длиннее заданного порога.

Всего определено 14 стандартных классов обслуживания трафика. Возможны варианты срочной пересылки Expedited Forwarding (EF) при котором трафик встречает минимальную задержку и низкую вероятность потерь, пересылки по возможности Best Effort (BE) при котором трафик не проходит никакой специальной обработки, и 12 классов гарантированной пересылки Assured Forwarding (AF) с различными номерами очереди и очередности отбрасывания пакетов [1, с. 56].

Однако следует учитывать, что для обеспечения заданного QoS недостаточно маркировать трафик. Если трафик следует по маршруту не имеющему адекватных ресурсов для выполнения требования к качеству функцио-

нирования, то гарантии качества передачи физически не смогут быть выполнены.

MPLS — TE позволяет создавать коммутируемые по меткам тракты через звенья имеющие надлежащие ресурсы, тем самым гарантируя, что для обслуживания потока всегда будет иметься достаточная полоса пропускания.

Однако простое совмещение DiffServ и MPLS—TE не позволяет добиться желаемого результата. Так как MPLS-TE не имеет информации о разделении потоков по классам обслуживания CoS и функционирует в доступной полосе пропускания одинаково для всех классов. Для объединения Diffserv и Traffic Engineering была разработана новая модель QoS, объединяющая все лучшее из них — Diffserv-Aware Traffic Engineering [2, с. 280].

LSR-устройства сети MPLS не анализируют содержание IP-заголовка и значение его поля DSCP, как требует механизм DiffServ. Это означает, что соответствующее значение PHB должно быть получено из значения метки. Промежуточный заголовок MPLS имеет 3-битовое поле Exp. Первоначально оно рассматривалось как экспериментальное. Данное поле может содержать до восьми значений и используется в коммутации MPLS для поддержки до 8 классов DiffServ. Поэтому биты приоритета отбрасывания пакетов или первых 3 бита поля DSCP на границе сети копируются в поле Exp заголовка MPLS. Каждое LSR-устройство на маршруте LSP преобразует биты поля Exp в значения PHB. Провайдер службы может также установить другое значение CoS пакета MPLS, определенное при предоставлении службы. Данная функция позволяет провайдеру устанавливать поле Exp MPLS вместо того, чтобы переписывать значение пользовательского поля IP-приоритета отбрасывания, что предоставляет возможность сохранить IP-заголовки в первоначальном состоянии и использовать его в дальнейшем. При движении пакета по MPLS-магистрали сконфигурированный пользователем класс CoS не изменяется. Маршруты LSP, созданные таким образом, известны как маршруты E-LSP или Exp-LSP. Маршруты E-LSP могут поддерживать до восьми классов PHB на каждом LSP-маршруте [4, с. 326].

Если в сети MPLS требуется более 8 значений PHB, то используются маршруты L-LSP (меточный маршрут — Label LSP), и в этом случае значение PHB LSR-устройства определяется по значению метки. Преобразование метки в функции PHB должно быть передано по протоколу сигнализации. Для каждого маршрута L-LSP возможен только один параметр PHB, или нескольких PHB, которые имеют одинаковый режим диспетчеризации, но различные приоритеты отбрасывания пакетов. Приоритеты отбрасывания трафика кодируются в битах поля Exp промежуточного заголовка.

Маршруты E-LSP более эффективны, чем маршруты L-LSP, поскольку модель E-LSP аналогична стандартной модели DiffServ. На одном маршруте E-LSP может поддерживаться несколько значений PHB. Таким образом

можно ограничить общее количество создаваемых маршрутов LSP, что позволяет экономить пространство меток [2, с. 283].

Так как базовым требованием к DiffServ — TE быть в состоянии отдельно резервировать полосу пропускания для трафика каждого класса, то необходимым является отслеживание во всех маршрутизаторах сети того какая полоса пропускания доступна для трафика каждого класса в любой момент времени. Для этого вводится понятие класса типа CT (Class of Type), которое определяется как совокупность ограничений по полосе пропускания звена данных. С помощью CT производится маршрутизация с учетом ограничений полосы пропускания звена и управления доступом. Предусмотрено до восьми CT, где негарантированному обслуживанию соответствует CT0. Один LSP может передавать трафик только одного и того же CT и использовать при этом одинаковые или разные приоритеты вытеснения трактов потоков. Информация о CT для LSP передается в составе сообщения Path протокола RSVP.

Одним из самых важных аспектов расчета доступной полосы пропускания является назначение полосы пропускания для разных CT. Доля пропускной способности звена, которую может занимать данный CT называется ограничением по полосе пропускания BC (bandwidth constraint) [2, с. 287].

Одна из моделей ограничений по полосе пропускания ставит в соответствие одному BC один CT. Она называется моделью максимального назначения MAM (Maximum Allocation Model). Согласно модели MAM пропускная способность звена просто распределяется между разными CT без возможности распределения неиспользуемой полосы пропускания, так что эта полоса может непроизводительно простаивать вместо того чтобы использоваться для других CT. К достоинствам данной модели можно отнести полную развязку трактов LSP, переносящих трафик от разных CT, в связи с чем нет необходимости задавать приоритеты.

Модель назначения полосы пропускания, называемая моделью матрешек RDM (Russian Dolls Model), улучшает эффективность использования пропускной способности звеньев по сравнению с моделью MAM благодаря тому, что позволяет классам CT совместно использовать полосу пропускания. В данной модели на одном конце спектра BC7 мы имеем фиксированную долю пропускной способности звена, которая резервируется только для трафика CT7. На другом конце спектра BC0 предоставляет полную пропускную способность звена, которая совместно используется всеми CT. Недостатком модели RDM по сравнению с моделью MAM является отсутствие развязки разных CT, и поэтому должна использоваться механизм приоритетного вытеснения для того чтобы соответствующему CT в любом случае гарантировать его пропускную способность.

Уведомления об используемой модели BC и о полосе пропускания, назначенных для каждого BC, передаются с помощью протоколов IGP. Возможен вариант с различ-



ными моделями ВС в разных звеньях сети, однако такой вариант усложняет конфигурирование, обслуживание и эксплуатацию.

В данной статье были рассмотрены существующие методы обеспечения качества обслуживания в мультисер-

висных сетях передачи данных основанных на технологии MPLS. Были выявлены их преимущества и недостатки, что позволяет провайдерам обеспечивать заданное качество обслуживания более эффективно на широком спектре платформ.

#### Литература:

1. Вегешна, Шринивас. Качество обслуживания в сетях IP.: Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. — 368 с.
2. Гольдштейн А. Б., Гольдштейн Б. С. Технология и протоколы MPLS СПб.: БХВ — СанктПетербург, 2005. — 304 с.
3. Листопад Н. И., Величевич И. О. Обеспечение качества обслуживания в сетях с коммутацией пакетов Дата обращения: 19.03.13 URL: [http://www.mpt.gov.by/File/2009\\_02/Listopad.pdf](http://www.mpt.gov.by/File/2009_02/Listopad.pdf)
4. Олвеин В. MPLS Структура и реализация современной технологии MPLS.; Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. — 480 с.

## Метод контуров для повышения технических характеристик распределенной вычислительной сети ОАО «РЖД»

Ряховский Антон Евгеньевич, студент;  
 Коннов Андрей Леонидович, кандидат технических наук, доцент  
 Оренбургский государственный университет

**Ж**елезнодорожный транспорт играет ключевую роль в экономике России. Значение железных дорог особенно велико при перевозках людей и грузов на дальние расстояния. Большой объем грузоперевозок и бесперебойное движение пассажирских составов невозможны без отлаженной системы связи, возможности мгновенного обмена данными, без системы диагностики и информационной безопасности. Важную роль в развитии информационного обмена между всеми подразделениями Российских железных дорог сыграло построение корпоративной цифровой сети передачи данных на всех участках железных дорог (с преимуществом внедрения ВОК) с организацией точек выделения на всех предприятиях, расположенных вдоль железнодорожных путей. При этом возможно два варианта построения сети — NG SDN и мультисервисных сетей Metro Ethernet.

Сеть передачи данных (СПД) Российских железных дорог является инфраструктурой передачи данных для отраслевых задач информатизации и предназначена для реализации надежной, оперативной и защищенной передачи информации между работниками железнодорожной отрасли и обеспечения их доступа к ресурсам отраслевых автоматизированных систем.

По степени близости реализуемых служб к конечным пользователям любую сеть логически можно разделить на несколько уровней:

— Наиболее удаленным от пользователя сегментом являются национальные и международные сети — WAN глобальные сети World Area Networks.

— Далее те, которые обеспечивают связанность региональных и городских сетей (известных также как «metro-сети», или MAN — Metropolitan Area Networks)

— И завершают формирование транспортной артерии до конечного пользователя, — сети «последней мили» и «последнего ядра» LAN local area networks. Каждый из этих участков решает вполне конкретные задачи, определяющие выбор топологии и технологии для конкретной сети.

Важнейшим критерием при организации и эксплуатации каждого из транспортных уровней является экономический фактор. Особую значимость он приобрел в последние годы, когда в компании «РЖД» да и на мировом рынке заметно сократились инвестиции в телекоммуникационную инфраструктуру. При рассмотрении экономических аспектов создания сети трудно найти единственно верное решение — слишком много факторов влияют на интегральную оценку эффективности того или иного варианта. При этом в последние годы наметились новые общие тенденции, отражающие стремление сделать инфраструктуру телекоммуникаций менее затратной.

Хотя в мире и нет ничего совершенного, попытаюсь сформулировать требования к идеальной городской сети. В первую очередь, определимся: под городской сетью мы будем понимать узлы маршрутизации и узлы доступа, от которых начинается участок «последней мили», а также каналы связи между ними. Основным предназначением такой сети является агрегация трафика пользователей и обмен им с магистральными сетями.

Другим критерием идеальной городской сети является ее универсальность. Давно кануло в Лету то время, когда для передачи каждого вида трафика создавалась отдельная сеть. Уже ни у кого не вызывает сомнений предпочтительность использования универсального канала передачи голоса, данных и видеосигналов.

Технология Ethernet это пакетная технология компьютерных сетей. В своем стремительном развитии уже давно перешагнула уровень локальных сетей. Она избавилась от коллизий, получила полный дуплекс и гигабитные скорости. Широкий спектр экономически выгодных решений позволяет смело внедрять Ethernet на магистральных.

Metro Ethernet строится по трехуровневой иерархической схеме и включает ядро, уровень агрегации и уровень доступа. Ядро сети строится на высокопроизводительных коммутаторах и обеспечивает высокоскоростную передачу трафика. Уровень агрегации также создается на коммутаторах и обеспечивает агрегацию подключений уровня доступа, реализацию сервисов и сбор статистики. В зависимости от масштаба сети ядро и уровень агрегации могут быть объединены. Каналы между коммутаторами могут строиться на основе различных высокоскоростных технологий, чаще всего Gigabit Ethernet и 10-Gigabit Ethernet. При этом необходимо учитывать требования по восстановлению сети при сбое и структуру построения ядра. В ядре и на уровне агрегации обеспечивается резервирование компонентов коммутаторов, а также топологическое резервирование, что позволяет продолжать предоставление услуг при одиночных сбоях каналов и узлов. Существенного сокращения времени на восстановление можно добиться только за счет применения технологии канального уровня. Поддержка технологии EAPS — собственного протокола компании Extreme Networks, предназначенного для поддержки топологии, исключающей заикливание трафика и ее перестроение в случае нарушений в кольцевых сетях Ethernet. Сети, использующие EAPS, обладают всеми положительными свойствами сетей SONET/SDH и Resilient Packet Ring (RPR) включая время восстановления топологии =50ms.

Для обеспечения повышенной надежности и резервирования широко применяется топологическая модель кольца (рис. 1). Кольца обычно создают на уровнях опорной сети и доступа.

Традиционной физической средой передачи данных по магистральным сетям является оптическое волокно. Базовыми магистральными технологиями на сегодня являются следующие: SONET/SDH, ATM, POS (Pocket over Sonet), EoSDH (Ethernet over SDH), DWDM, CWDM, DPT/RPR, Fast/Gigabit/10 Gigabit Ethernet.

Для проектирования, развития, повышения качества и характеристик, а также управления вычислительными сетями необходимо оценивать следующие характеристики: время реакции; время передачи; коэффициент загрузки и многие другие. Для получения требуемых временных параметров широко используются методы моделирования. Модель системы — это материальный или логический объект, построенный по определенным правилам представления моделируемых свойств системы с целью изучения функционирования системы. Поскольку перед разработчиком ВС возникает очень много вопросов, может быть создан ряд различных моделей системы. Все эти модели отображают одну и ту же систему, но либо рассматривают ее с различных точек зрения, либо имеют различную степень детальности.

Метод контуров представляет собой методологию, реализующую плановый, логически последовательный и поэтапный подход к разработке систем. Он состоит в разбиении (декомпозиции) системы на элементарные функции, которые, в свою очередь, делятся на подфункции, затем на задачи, и т. д. При этом создаваемая система сохраняет целостное представление, в котором все компоненты системы взаимосвязаны. В структурном анализе используются определенные виды моделей (диаграмм), наиболее распространенными среди которых являются следующие: SADT — функциональные диаграммы; DFD — диаграммы потоков данных; ERD — диаграммы «сущность-связь».

Компонентами моделируемых вычислительных сетей обычно являются узлы сетей и каналы передачи данных, соединяющих компоненты между собой (Рис. 2). Каждый

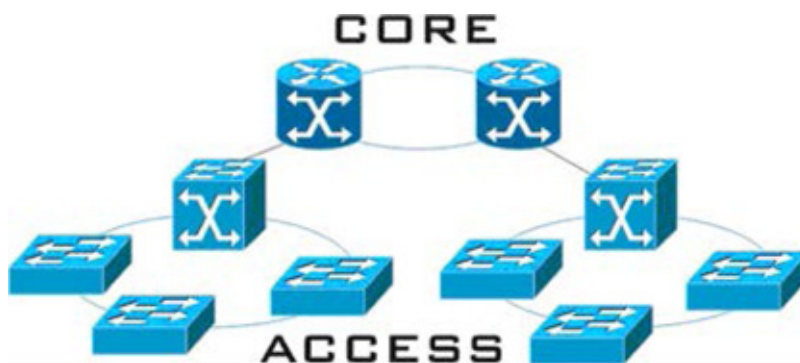


Рис. 1. Топология с учетом надежности и резервирования



Рис. 2. Структура модели вычислительной сети

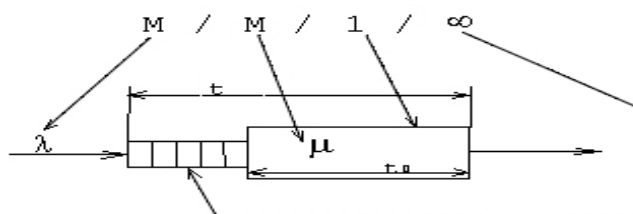


Рис. 3. Узел моделируемой сети M/M/1/∞

узел при обработке осуществляет задержку сообщений и поэтому моделируется одноканальной системой массового обслуживания M/M/1/∞ (Рис. 3)

Произведем расчет технических характеристик существующей структуры и проекта ядра сети. Расчет производится для максимального количества пакетов минимальной длины технологии Fast Ethernet. Это связано с заявленными характеристиками Cisco 2821, как наиболее узкого места в сети, 170000 пакетов в секунду. Cisco 2821 — Модульный маршрутизатор с интеграцией сервисов (Integrated Services Routers, ISR), оптимизированный для безопасной передачи данных, голоса и видео на скорости канала связи.

Расчет проводится при идеальных условиях без учета влияния каналов передачи данных, производятся по дугам двух типов трафика. 50% составляет Интернет трафик до пользователей и 50% трафик мультимедийных серверов до пользователя. Суммарная интенсивность потока  $\lambda_0$  равна 148 809 pps для FastEthernet.

- $\lambda$  — интенсивность поступления пакетов на узел (pps)
- $\mu$  — интенсивность обслуживания (pps)
- $\rho_i$  — коэффициент загрузки узла
- $N_i$  — количество сообщений в узле и в очереди
- $L_i$  — количество сообщений в очереди
- $T_i$  — время задержки пакета в узле (s)

Суммарная интенсивность потока:

$$\lambda_0 = 148\,809 \text{ pps FastEthernet}$$

Граф схема существующей структуры (Рис. 4). Граф схема структуры по проекту (Рис. 5). Дуги k1-k2-k4-k6 и k1-k3-k5-k6 (Рис. 6). Заявленные характеристики оборудования:

$$\mu (3750) = 35\,700\,000 \text{ pps}$$

$$\mu (7301) = 900\,000 \text{ pps}$$

$$\mu (2821) = 170\,000 \text{ pps}$$

Известно, что вероятность перехода  $p_{1-3}$  и  $p_{1-2} = 0,5$

$$\text{тогда } K1 \text{ и } K2 = \lambda_0 * 0,5 = 74404 \text{ pps}$$

Расчеты позволяют сделать следующие выводы:

- новая схема позволяет вдвое понизить  $\rho_i$  коэф, загрузки узла для маршрутизаторов Cisco 2821 и Cisco 7301;
- суммарное время задержки на узлах уменьшится в 4 раза.

В настоящее время в ОАО «РЖД» продолжается структурная реорганизация управления и совершенствование технологий управления деятельностью компании, что требует предоставления пользователям новых видов и услуг связи, переосмысления принципов построения технологической сети связи и базовых технических решений по ее функционированию,

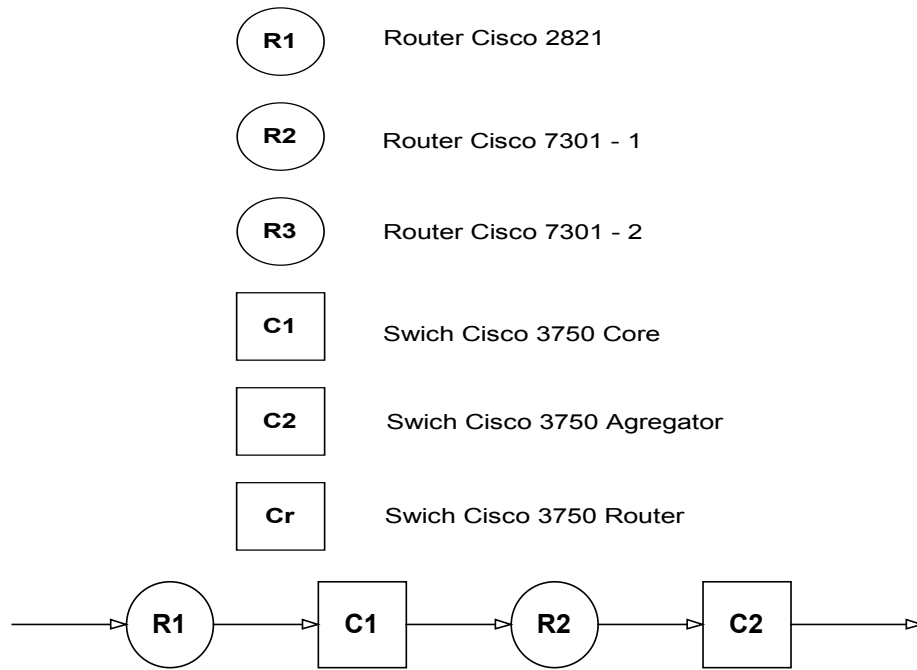


Рис. 4. Граф схема существующей структуры

Таблица 1. Технические характеристики оборудования (настоящее время)

|      | $t_i(c)$ | $\rho$   | $n_i$    | $l_i$    |
|------|----------|----------|----------|----------|
| 2821 | 0,000047 | 0,875347 | 7,022274 | 6,146927 |
| 7301 | 0,000001 | 0,165343 | 0,198097 | 0,032754 |
| 3750 | 0,000000 | 0,004168 | 0,004186 | 0,000017 |
| 3750 | 0,000000 | 0,004168 | 0,004186 | 0,000017 |
| sum  | 0,048 мс |          | 7,21     | 6,17     |

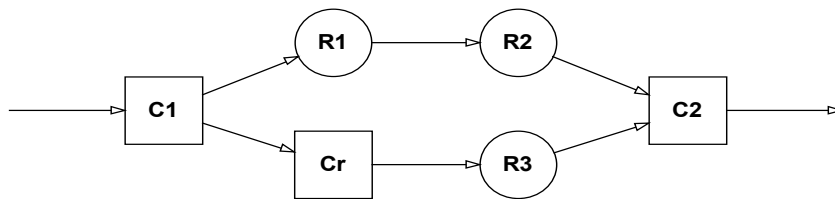


Рис. 5. Граф схема структуры по проекту

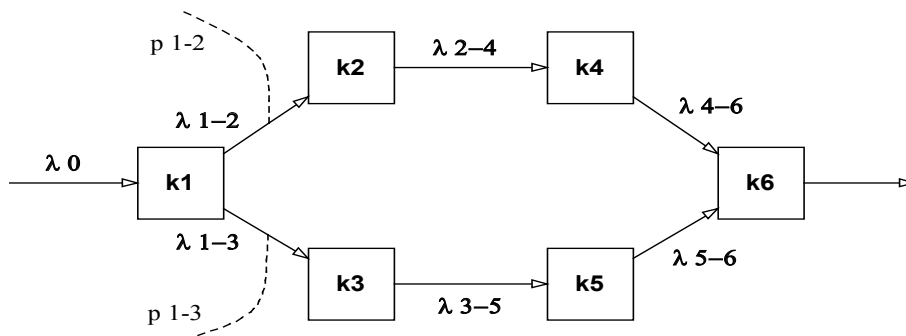


Рис. 6 Дуги k1-k2-k4-k6 и k1-k3-k5-k6

Таблица 2. Технические характеристики оборудования (расчет по проекту)

|      | $t_i(c)$ | $\rho$   | $n_i$    | $l_i$    |
|------|----------|----------|----------|----------|
| 2821 | 0,000010 | 0,437671 | 0,778317 | 0,340646 |
| 7301 | 0,000001 | 0,082671 | 0,090122 | 0,007450 |
| 7301 | 0,000001 | 0,082671 | 0,090122 | 0,007450 |
| 3750 | 0,000000 | 0,004168 | 0,004186 | 0,000017 |
| 3750 | 0,000000 | 0,002084 | 0,002088 | 0,000004 |
| sum  | 0,012 мс |          | 0,95     | 0,3      |

Литература:

1. В. Г. Олифер, Н. А. Олифер Новые технологии и оборудование IP-сетей, — СПб.: БХВ-Петербург, 2007, — 512 с.: ил.
2. Методы автоматизированного проектирования систем телеобработки данных: Учеб. пособие для вузов/ В. А. Мясников, Ю. Н. Мельников, Л. И. Абросимов, М.: Энергоатомиздат, 1998, 288 с.
3. Абросимов Л. И. Расчет характеристик вычислительных систем сложной конфигурации с помощью контуров, // Изв. АН СССР, Сер. Техн. кибернетика, 1983, N 5, С. 98–106.
4. Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями, М.: Мир, 1979, 600 с.

## Исследование свойств импрегнатора

Степанов Евгений Викторович, студент  
Тамбовский государственный технический университет (г. Тамбов)

*Изучаются свойства импрегнатора.*

**Ключевые слова:** абразивный инструмент, импрегнатор, угол смачивания.

Качество машин и аппаратов при их изготовлении во многом определяется эффективностью работы абразивного инструмента (АИ).

Совершенствование технологии изготовления и последующая дополнительная обработка АИ существенно расширяют области его применения, приводят к значительному экономическому эффекту [1, 2].

Шлифование абразивами — «сложное многообразие разнообразных явлений, которое трудно представить простой и наглядной моделью» [1]. Поэтому, при анализе этих процессов, их условно подразделяют на главные (стружкообразование) и сопутствующие (тепловые, фрикционные, колебательные). Следует отметить, что сопутствующие процессы во многом определяют главные, а значит и эксплуатационные свойства абразивных инструментов.

Одним из методов, влияющих на сопутствующие процессы при шлифовании, является импрегнирование АИ. Исследования, проведенные во ВНИИМАСе [2], показали, что импрегнирование следующим образом количественно изменяет свойства абразивных кругов:

— твердость повышается на одну—три степени;

— прочность на растяжение возрастает на 6–50% в зависимости от вида импрегнатора;

— дисбаланс кругов, как правило, снижается;

— модуль упругости возрастает в среднем на 30–50%;

— демпфирующая способность кругов увеличивается в несколько раз;

— теплопроводность инструмента возрастает в 1,5–2 раза;

— поверхностные фрикционные свойства уменьшаются в 1,2–1,5 раза;

— количество прижогов поверхности обрабатываемых металлов уменьшается.

Для импрегнирования стандартных абразивных инструментов применяют различные импрегнаторы. Одной из первых была пропитка абразивных инструментов расплавом серы [3]. Этот метод сложен и энергоемок, поэтому дальнейшие исследования были направлены на разработку технологий, основанных на заполнении пор абразива по методу свободного капиллярного поднятия жидкого импрегнатора с последующим переводом в твердое состояние части его с помощью суши. Но

такие технологии, как правило, требуют соответствующих свойств импрегнатора или добавление к нему поверхностно-активных веществ обеспечивающих быструю и равномерную по объему абразивного круга пропитку [4]. В дальнейшем на основании исследований были сформулированы следующие требования, предъявляемые к импрегнаторам [1]:

- улучшать эксплуатационные свойства абразивного инструмента;
- не оказывать коррозирующего действия на станочное оборудование;
- сохранять стабильность при хранении;
- быть пожаробезопасным;

— не оказывать вредного воздействия на обслуживающий персонал и окружающую среду.

Всем вышеперечисленным требованиям наиболее полно отвечает водная полимерные эмульсия акрилатного типа, а именно, 40% водная эмульсия «Эмукрил М» [5–7].

В данной работе приведены результаты исследований по определению поверхностного натяжения 40% водной эмульсии «Эмукрил М» и угла смачивания эмульсией поверхности керамической связки корундовых кругов.

Равновесный краевой угол смачивания ( $\theta$ , град) определяли путем измерения диаметра основания и высоты капли импрегнатора на горизонтальной подложке. В ка-

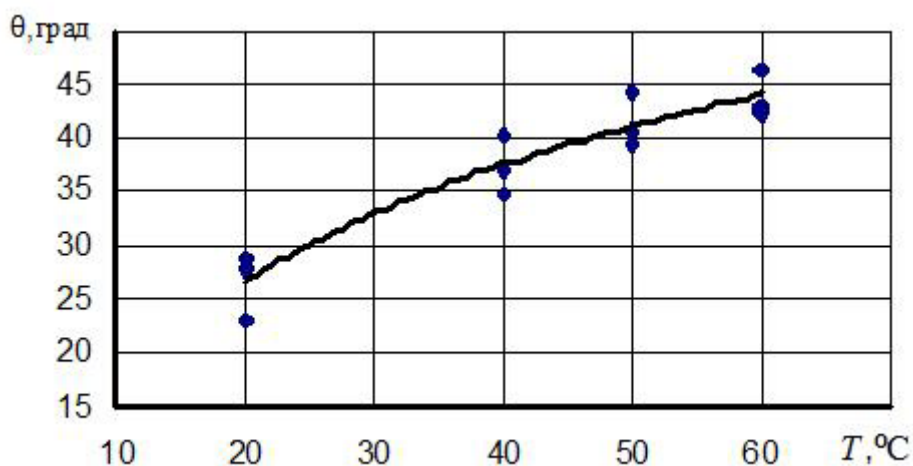


Рис. 1. Температурная зависимость краевого угла смачивания эмульсией «Эмукрил М» подложки, спеченной из связки К5

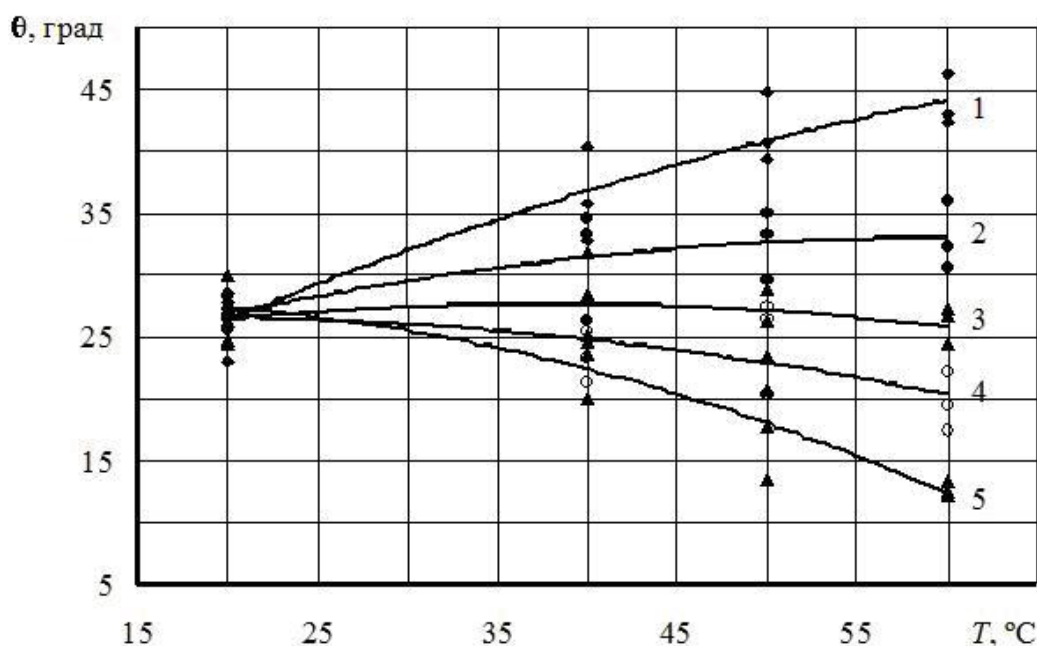


Рис. 2. Температурная зависимость краевого угла смачивания импрегнатором «Эмукрил М» подложки при различной массовой концентрации эмульсии: 1–40%; 2–30%; 3–20%; 4–10% и водой — 5

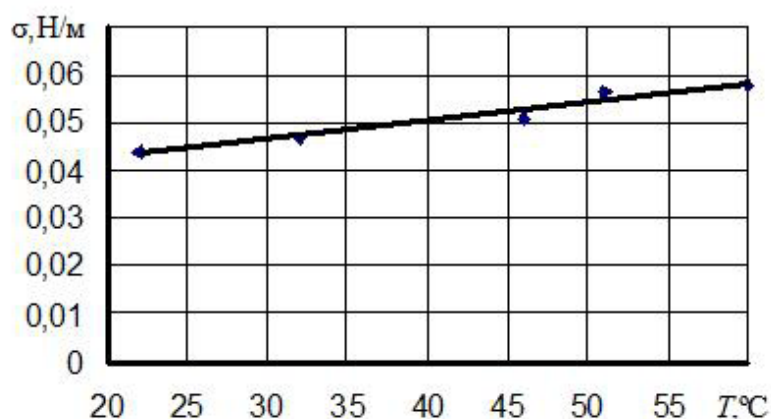


Рис. 3. Температурная зависимость коэффициента поверхностного натяжения эмульсии «Эмукрил М»

честве подложек использовали пластинки из расплавленной и отвержденной связки К5.

Измерение размеров капель проводили в температурном интервале 20–60°C. Нагрев и термостатирование осуществляли в закрытых боксах. Капли эмульсии размещали на подложку только на короткое время измерения (во избежание испарения воды и изменения концентрации полимерной эмульсии). Температурные зависимости краевого угла смачивания водой и импрегнатором подложки, спеченной из связки К5, представлены на рис. 1.

Как видно из представленных данных, с ростом температуры угол смачивания импрегнатором подложки увеличивается. Данное явление является не типичным, так как с ростом температуры краевой угол у большинства веществ уменьшается [8].

Следует отметить, что в ряде случаев возникает необходимость увеличить или уменьшить количество импре-

гнатора в порах инструмента, что достигается пропиткой АИ импрегнатором с разной массовой концентрацией полимерного вещества в воде.

Коэффициент поверхностного натяжения полимерной эмульсии определяли по методу отрыва кольца. Рассчитывали отношение силы, измеренной при отрыве металлического кольца от поверхности жидкости, к длине границ пленки. Значение коэффициента поверхностного натяжения исследуемой эмульсии с ростом температуры представлено на рис. 3.

Изучение свойств эмульсии показало, что с увеличением температуры растут краевой угол смачивания подложки и поверхностное натяжение, что негативно сказывается на процессе пропитки. Поэтому пропитку лучше вести при значениях температуры 20–30°C.

В связи с этим следует рассмотреть возможность проведения пропитки импрегнатором «Эмукрил М» с меньшими концентрациями полимерного вещества.

Литература:

1. Оробинский В. А. Абразивные методы обработки и их оптимизация. — М.: Машиностроение. — 2000. — 314 с.
2. Островский В. И. Импрегнированный абразивный инструмент: Обзор / В. И. Островский. — М.: НИИМаш. — 1983. — 72 с.
3. А.С. № 645831 (СССР), МКИ В24Д 3/34 Состав для импрегнирования абразивных инструментов / С. М. Маленьких, Р. М. Мубаракшин, Б. А. Оборский, А. В. Якимов. — 1979. БИ № 5.
4. Майникова Н. Ф. Модифицирование абразивного корундового инструмента поверхностно-активными веществами // Вестник Тамбовского государственного технического университета. — 1998. Т. 4. — № 1. — С. 91–97.
5. А.С. № 1604590 (СССР), МКИ В24Д 3/34 Способ импрегнирования абразивного инструмента на основе корунда / Н. Ф. Майникова, С. М. Опарин, Ю. В. Воробьев и др. Открытия и изобретения. 1990. № 41.
6. А.С. № 1726222 (СССР), МКИ В24Д 3/34 Способ импрегнирования абразивного инструмента на основе корунда / Н. Ф. Майникова, С. М. Опарин, Ю. В. Воробьев, В. А. Роцин // Открытия и изобретения. 1992. № 14.
7. Патент РФ № 2284895, МКИ В24Д 3/34 Способ импрегнирования абразивного инструмента / Майникова Н. Ф., Жуков Н. П., Дмитриев В. М., Чурилин А. В. // Открытия и изобретения, 2006. № 28.
8. Чурилин А. В. Кинетика и аппаратурно-технологическое оформление процессов пропитки и сушки абразивного инструмента: Дис... канд. техн. наук. — Тамбов., 2004. — 223 с.

## Методология моделирования функционирования многоэлементных мобильных машин на плоской горизонтальной поверхности

Толстолуцкий Виктор Александрович, кандидат технических наук, начальник отдела  
Харьковское конструкторское бюро по машиностроению имени А. А. Морозова (Украина)

Антощенко Роман Викторович, кандидат технических наук, доцент  
Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени П. Василенка (Украина)

*В работе предложена методология моделирования функционирования многоэлементных мобильных машин на плоской горизонтальной поверхности.*

**Ключевые слова:** *мобильная машина, математическая модель, динамика, модуль.*

**Вступление.** Современные мобильные энергетические средства в машиностроении и сельском хозяйстве представляют собой многоэлементные мобильные машины с большим количеством степеней свободы. Примерами таких машин являются автомобили с прицепами и машинно-тракторные агрегаты. Стоит отметить, что широкозахватные посевные машинно-тракторные агрегаты состоят из трёх и более элементов, таких как трактор с шарнирно-сочленённой рамой, бункер для посевного материала и удобрений, сеялки прямого сева.

Анализ исследований и публикаций. Изучение вопросов динамики данных машин занимает большое количество учёных по разным направлениям. Основные направления исследований связаны с рассмотрением проблем движения данных машин устойчивости и управляемости.

В работе [1] рассматривается модель движения гусеничного трактора в составе пахотного агрегата на плоской горизонтальной поверхности и установлены зависимости увода от пройденного пути. В исследовании динамики грунто-обрабатывающего посевного агрегата [2] получены зависимости траекторий движения элементов агрегата от влияния оператора на рулевое управление. Горелов В. А. решал проблему моделирования движения многозвенных колёсных транспортных средств с учетом особенностей конструкций сцепных устройств [3]. Движение многоэлементных роботов (неголономных систем) с помощью уравнений Лагранжа второго рода связано с определёнными затруднениями, описанными в работе [4]. Проф. Рославцев предложил использовать методы, перечисленные в работе [5] для исследования динамики сельскохозяйственных тракторов и агрегатов. Устойчивость и управляемость для многоэлементного мобильного энергетического средства рассматривалась Надыкто В. Т. в монографии [6].

**Постановка задания.** Целью данной работы является, разработка методологии моделирования функционирования многоэлементных мобильных машин на плоской горизонтальной поверхности.

**Изложение основного материала.** Для исследования процессов совместного движения энергетического и технологического модулей рассмотрим обобщённую математическую модель движения первого из них. Поскольку предметом статьи является изучение взаимодействия энергетического и технологического модулей в процессе совместного движения, то в качестве базовой принята математическая модель движения гусеничной машины, как наиболее простой с точки зрения математического описания.

При моделировании движения мобильной машины (ММ) на местности используется единая для режимов прямолинейного движения и режимов поворота модель движения ММ на ровной горизонтальной поверхности с заданными характеристиками грунта. Неподвижная (земная) система координат  $(U, V)$  используется для определения траектории движения ММ (рис. 1).

Для определения направления действия сил на корпус мобильной машины используется связанная система координат  $(X, Y, Q)$ . Производные координат  $(X, Y, Q)$  имеют следующий физический смысл:  $\dot{X}$  — текущая скорость в продольном направлении;  $\dot{Y}$  — текущая скорость в поперечном направлении (за положительное направление принимается движение влево);  $\dot{Q}$  — угловая скорость поворота (за положительное направление принимается поворот по часовой стрелке). Текущее значение  $Q$  — курсового угла, отсчитывается от оси  $U$  по часовой стрелке.

Координаты мобильной машины в неподвижной системе координат определяются в результате решения системы дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \dot{U} = \dot{X} \cos Q + \dot{Y} \sin Q, \\ \dot{V} = \dot{X} \sin Q - \dot{Y} \cos Q. \end{cases} \quad (1)$$

Система дифференциальных уравнений движения машины на местности в принятых координатах имеет вид:



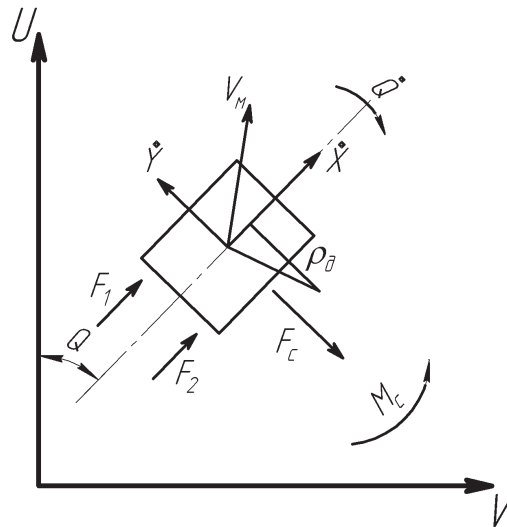


Рис. 1. Расчетная схема движения машины на местности:  $V_m$  — действительная скорость движения машины;  $F_1, F_2$  — силы тяги на левом и правом борту;  $\rho_\delta$  — действительный радиус поворота;  $F_c$  — сила сопротивления боковому смещению;  $M_c$  — момент сопротивления повороту

$$\begin{cases} \ddot{X} = \frac{1}{m}(F_1 + F_2) - \dot{Y}\dot{Q} - g(f_{сд})\text{sign}\dot{X}, \\ \ddot{Y} = \dot{X}\dot{Q} - \frac{F_c}{m}, \\ \ddot{Q} = \frac{1}{I_M} \left[ (F_1 - F_2) \frac{B}{2} - M_c \right], \end{cases} \quad (2)$$

где  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$  — ускорение свободного падения;

$m$  — масса машины;

$f_{сд}$  — суммарный от грунта и ходовой части коэффициент сопротивления движению;

$F_1, F_2$  — силы тяги на правом и левом борту, могут быть определены из решения модели кинематического и силового взаимодействия моторно-трансмиссионной установки с корпусом машины через систему «двигатель-грунт»;

$F_c$  — суммарная сила сопротивления боковому смещению;

$M_c$  — суммарный момент сопротивления повороту.

Сила  $F_c$  и момент  $M_c$  зависят от поперечных сил:

$$F_c = \mu_c \left[ m \cdot g \cdot \chi + \frac{3 \cdot H}{L} F_x (1 - \chi^2) \right] \cdot \text{sign}\dot{Q}; \quad (3)$$

$$M_c = \mu \left[ \frac{m \cdot g \cdot L}{4} (1 - \chi^2) + F_x \cdot H \cdot \chi^3 \right] \cdot \text{sign}\dot{Q} + F_c \cdot H \cdot f_{сд} \cdot \text{sign}\dot{X},$$

где  $\mu_c$  — текущее значение коэффициента сопротивления повороту;

$\chi$  — относительная величина смещения центра поворота в продольном направлении;

$F_x$  — суммарная горизонтальная сила, действующая в продольном направлении:

$$F_x = F_1 + F_2 - M \cdot g \cdot f_{сд} \cdot \text{sign}\dot{X}. \quad (4)$$

Относительная величина смещения центра поворота в продольном направлении:

$$\chi = \frac{2 \cdot \dot{Y}}{L \cdot \dot{Q}}. \quad (5)$$

Если величина смещения центра поворота превосходит половину длины опорной поверхности, то  $\chi$  полагается равным  $\pm 1$ , т. е.

$$-1 \leq \chi \leq 1. \quad (6)$$

Коэффициент сопротивления повороту является эмпирической функцией радиуса поворота и определяется для больших (8) и малых (9) радиусов отдельно. В общем случае величина коэффициента сопротивления повороту определяется:

$$\mu_c = \begin{cases} \mu_{c1}, & \text{если } \mu_{c1} > \mu_{c2} \\ \mu_{c2}, & \text{иначе,} \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{c1} = \frac{\mu_{cmax}}{0,905 + 0,095 \frac{\rho_d}{L}}; \quad (8)$$

$$\mu_{c2} = \frac{0,81 \cdot \mu_{cmax}}{0,965 + 0,035 \frac{\rho_d}{L}}, \quad (9)$$

где  $\mu_{cmax}$  — максимальное значение коэффициента сопротивления повороту (характеристика грунта);  
 $\rho_d$  — действительный радиус поворота:

$$\rho_d = \frac{\dot{X}}{\dot{Q}}. \quad (10)$$

Математическая модель (1–10) рассматривалась, как обобщённая модель гусеничного трактора в составе пахотного агрегата [1].

Добавим в модель движения мобильной машины внешние узлы на расстоянии  $L_1$  и  $L_2$  от центра масс вдоль продольной оси, к которым в дальнейшем будет подсоединяться технологическое оборудование (рис. 2). Для каждого из узлов назначим локальную систему координат, совпадающую по направлению с локальной системой координат ММ. Таким образом, сформирована трехузловая модель движения ММ.

В соответствии с теоремой о мгновенном центре скоростей сформулируем выражения для определения скоростей движения узлов 1 и 2:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = \dot{x}_0, \\ \dot{y}_1 = \dot{y}_0 - \dot{Q} \cdot L_1, \\ \dot{x}_2 = \dot{x}_0, \\ \dot{y}_2 = \dot{y}_0 + \dot{Q} \cdot L_2, \end{cases} \quad (11)$$

где  $\dot{x}_0, \dot{y}_0$  — скорость центра масс мобильной машины в глобальной системе координат.

Для формирования основных уравнений связи, исходя из (11), определим величины ускорений узлов 1 и 2 в глобальной системе координат:

$$\begin{cases} \ddot{u}_1 = \ddot{u}_0 + \ddot{Q} \cdot L_1 \cdot \sin Q + \dot{Q}^2 \cdot L_1 \cos Q, \\ \ddot{v}_1 = \ddot{v}_0 - \ddot{Q} \cdot L_1 \cdot \cos Q + \dot{Q}^2 \cdot L_1 \sin Q, \end{cases} \quad (12)$$

$$\begin{cases} \ddot{u}_2 = \ddot{u}_0 - \ddot{Q} \cdot L_2 \cdot \sin Q - \dot{Q}^2 \cdot L_2 \cos Q, \\ \ddot{v}_2 = \ddot{v}_0 + \ddot{Q} \cdot L_2 \cdot \cos Q + \dot{Q}^2 \cdot L_2 \sin Q, \end{cases} \quad (13)$$

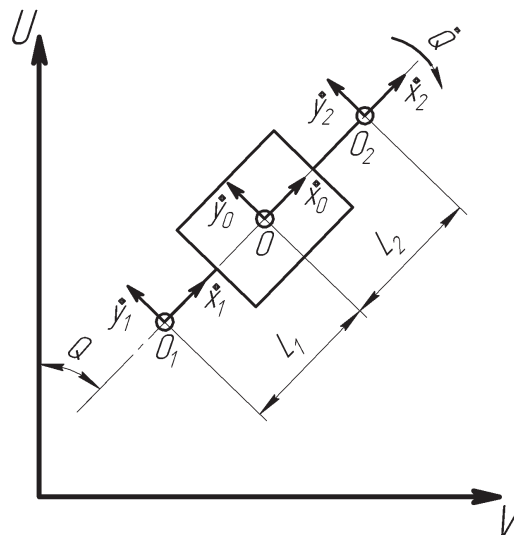


Рис. 2. Трехузловая модель движения мобильной машины

где  $\ddot{u}_0, \ddot{v}_0$  — ускорения центра масс ММ в глобальной системе координат:

$$\begin{cases} \ddot{u}_0 = \ddot{x}_0 \cdot \cos Q + \ddot{y}_0 \cdot \sin Q - \dot{x}_0 \dot{Q} \sin Q + \dot{y}_0 \dot{Q} \cos Q, \\ \ddot{v}_0 = \ddot{x}_0 \cdot \sin Q - \ddot{y}_0 \cdot \cos Q + \dot{x}_0 \dot{Q} \cos Q + \dot{y}_0 \dot{Q} \sin Q. \end{cases} \quad (14)$$

Рассмотрим силовой баланс системы состоящей из энергетического и технологического модулей для общего случая плоского движения (рис. 3).

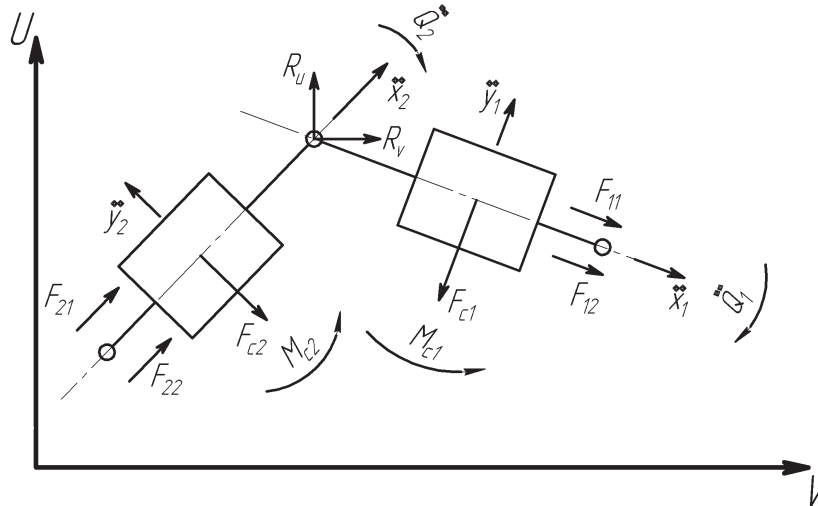


Рис. 3. Динамическая модель движения энергетического и технологического модулей:  $F_{i,j}$  — тяговые усилия на мобильной тяговой машине и технологическом модуле,  $i$  — номер машины,  $j$  — индекс борта;  $M_{ci}$  — момент сопротивления повороту;  $F_{ci}$  — сила сопротивления боковому смещению;  $R_u$  — проекция вектора реактивной силы, действующей в сцепном устройстве, на ось  $U$ ;  $R_v$  — проекция вектора реактивной силы, действующей в сцепном устройстве, на ось  $V$

В процессе взаимодействия машины с технологическим модулем в месте сцепления возникают реактивные силы равные по модулю и противоположные по направлению, передаваемому сцепкой, усилию. Таким образом, формируя уравнения движения можно отбросить одну из машин, заменив ее влияние реактивной силой.

Уравнение движения первого элемента (энергетического модуля) можно определить:

$$\begin{cases} m_1 \cdot \ddot{x}_1 + R_v \cdot \sin Q_1 + R_u \cdot \cos Q_1 = F_{x1}, \\ m_1 \cdot \ddot{y}_1 + R_v \cdot \cos Q_1 - R_u \sin Q_1 = F_{y1}, \\ I_1 \ddot{Q}_1 + R_v L_1 \cos Q_1 - R_u L_1 \sin Q_1 = M_{Q1}, \end{cases} \quad (15)$$

где  $m_1$  — масса первой машины;

$F_{x1}$  — обобщенная сила, действующая на первую машину в продольном направлении, которая определяется из формулы (4):

$$F_{x1} = F_{11} + F_{12} - m_1 \cdot g \cdot f_{сд} \cdot \text{sign}(\dot{x}_1); \quad (16)$$

$F_{y1}$  — обобщенная сила, действующая на первую машину в поперечном направлении, которая равна силе сопротивления боковому смещению (3) и противоположна ей по направлению:

$$F_{y1} = -F_{c1}; \quad (17)$$

$M_{Q1}$  — обобщенный момент первой машины, который определяется в соответствии с формулой (3):

$$M_{Q1} = (F_{11} - F_{12}) \frac{B}{2} - M_{c1}. \quad (18)$$

Система уравнений движения второго элемента (технологического модуля):

$$\begin{cases} m_2 \cdot \ddot{x}_2 + R_v \cdot \sin Q_2 + R_u \cdot \cos Q_2 = F_{x2}, \\ m_2 \cdot \ddot{y}_2 + R_v \cdot \cos Q_2 - R_u \sin Q_2 = F_{y2}, \\ I_2 \ddot{Q}_2 - R_v L_2 \cos Q_2 + R_u L_2 \sin Q_2 = M_{Q2}, \end{cases} \quad (19)$$

где  $m_2$  — масса второй машины;

$F_{x2}$  — обобщенная сила, действующая на вторую машину в продольном направлении, которая определяется из соотношения (4):

$$F_{x2} = F_{21} + F_{22} - m_2 \cdot g \cdot f_{сд} \cdot \text{sign}(\dot{x}_2); \tag{20}$$

$F_{y2}$  — обобщенная сила, действующая на вторую машину в поперечном направлении, которая равна силе сопротивления боковому смещению (3) и противоположна ей по направлению:

$$F_{y2} = -F_{c2}; \tag{21}$$

$M_{Q2}$  — обобщенный момент второй машины, который определяется в соответствии с (3):

$$M_{Q2} = (F_{21} - F_{22}) \frac{B}{2} - M_{c2}. \tag{22}$$

В качестве уравнений связи используем очевидное равенство проекций линейных ускорений на оси  $U$  и  $V$ :

$$\begin{cases} \ddot{u}_{11} = \ddot{u}_{22}, \\ \ddot{v}_{11} = \ddot{v}_{22}, \end{cases} \tag{23}$$

где  $\ddot{u}_{ij}$  — ускорение  $i$ -го узла  $j$ -й машины в направлении оси  $U$ ;

$\ddot{v}_{ij}$  — ускорение  $i$ -го узла  $j$ -й машины в направлении оси  $V$ .

Решая совместно уравнения (15, 19) и уравнения связи (23) получаем следующую систему дифференциальных уравнений движения многоэлементного агрегата:

$$\begin{cases} m_1 \cdot \ddot{x}_1 + R_v \cdot \sin Q_1 + R_u \cdot \cos Q_1 = F_{x1}; \\ m_1 \cdot \ddot{y}_1 + R_v \cdot \cos Q_1 - R_u \cdot \sin Q_1 = F_{y1}; \\ I_1 \ddot{Q}_1 + R_v L_1 \cos Q_1 - R_u L_1 \sin Q_1 = M_{Q1}; \\ m_2 \cdot \ddot{x}_2 + R_v \cdot \sin Q_2 + R_u \cdot \cos Q_2 = F_{x2}; \\ m_2 \cdot \ddot{y}_2 + R_v \cdot \cos Q_2 - R_u \sin Q_2 = F_{y2}; \\ I_2 \ddot{Q}_2 - R_v L_2 \cos Q_2 + R_u L_2 \sin Q_2 = M_{Q2}; \\ \ddot{x}_1 \cdot \cos Q_1 + \ddot{y}_1 \cdot \sin Q_1 - \dot{x}_1 \dot{Q}_1 \sin Q_1 + \dot{y}_1 \dot{Q}_1 \cos Q_1 + \dot{Q}_1^2 \cdot L_1 \cdot \sin Q_1 + \dot{Q}_1^2 \cdot L_1 \cos Q_1 - \\ - \ddot{x}_2 \cdot \cos Q_2 - \ddot{y}_2 \cdot \sin Q_2 + \dot{x}_2 \dot{Q}_2 \sin Q_2 - \dot{y}_2 \dot{Q}_2 \cos Q_2 + \dot{Q}_2^2 \cdot L_2 \cdot \sin Q_2 + \\ + \dot{Q}_2^2 \cdot L_2 \cos Q_2 = 0; \\ \ddot{x}_1 \cdot \sin Q_1 - \ddot{y}_1 \cdot \cos Q_1 + \dot{x}_1 \dot{Q}_1 \cos Q_1 + \dot{y}_1 \dot{Q}_1 \sin Q_1 - \dot{Q}_1 \cdot L_1 \cdot \cos Q_1 + Q_1^2 \cdot L_1 \sin Q_1 - \\ - \ddot{x}_2 \cdot \sin Q_2 + \ddot{y}_2 \cdot \cos Q_2 - \dot{x}_2 \dot{Q}_2 \cos Q_2 - \dot{y}_2 \dot{Q}_2 \sin Q_2 - \dot{Q}_2 \cdot L_2 \cdot \cos Q_2 + \\ + \dot{Q}_2^2 \cdot L_2 \sin Q_2 = 0. \end{cases} \tag{24}$$

В результате решения системы (24) получаем вектор  $D$ :

$$D = \begin{bmatrix} \ddot{x}_1 \\ \ddot{y}_1 \\ \ddot{Q}_1 \\ \ddot{x}_2 \\ \ddot{y}_2 \\ \ddot{Q}_2 \\ R_v \\ R_u \end{bmatrix} \tag{25}$$

Проинтегрировав величины ускорений энергетического и технологического модулей и подставив в выражение (1) значения линейных скоростей и курсового угла получим скорости движения первой и второй машин в глобальной системе координат. Последующие интегрирование позволит получить величины перемещений для обеих машин и определить их координаты на местности.

**Выводы.** Предложенная методология моделирования функционирования многоэлементных мобильных машин на плоской горизонтальной поверхности может быть использована для машин с любым типом движителя и для любого количества одновременно сцепленных машин. Она позволяет автоматизировать процесс составления математических

моделей совместного движения мобильных машин, что в свою очередь позволяет снизить затраты времени на составление уравнений движения элементов системы.

Литература:

1. Лебедев А. Т. Увод гусеничного трактора с гидрообъемным механизмом поворота на пахотных работах [Текст] / А. Т. Лебедев, С. А. Лебедев, В. А. Толстоуцкий // Механизация сельского хозяйства: Весник ХНТУСХ. — Х.: ХНТУСХ. — 2005. — Вып. 41. — С. 37–42.
2. Лебедев А. Т. Математична модель руху комбінованого посівного агрегату в складі трактора ХТЗ-150К-09 та сівалки прямої сівби АПП-6 при впливі оператора на рульове керування [Текст] / А. Т. Лебедев, Р. В. Антощенко // Системи обробки інформації — Х.: ХУПС, 2009. — Вип. 3 (77). — С. 135–138.
3. Горелов В. А. Математическое моделирование движения многозвенных колесных транспортных комплексов с учетом особенностей конструкций сцепных устройств [Текст] / В. А. Горелов // Электрон. жур. «Наука и образование: электронное научно-техническое издание». — 2012. — № 2. <http://technomag.edu.ru/doc/343394.html>.
4. A. De Luca. Modelling and control of nonholonomic mechanical systems [Text] / A. De Luca, G. Oriolo // Kinematics and Dynamics of Multi-Body Systems (J. Angeles, A. Kecskemethy Eds.). Springer-Verlag. — 1995. — pp. 301–305.
5. Рославцев А. В. Методы исследования движения МТА [Текст] / А. В. Рославцев, В. А. Хаустов, В. М. Авдеев, В. М. Третьяк, И. П. Сазонов, Е. Э. Гурковский // Тракторы и сельскохозяйственные машины. — 1998. — № 6. — С. 24–28.
6. Надыкто В. Т. Основы агрегатирования модульных энергетических средств [Текст] / В. Т. Надыкто. — Мелитополь: КП «ММД», 2003. — 240 с.

## Использование перспективных строительных конструкций

Фадеева Галина Дмитриевна, доцент;

Железняков Леонид Алексеевич;

Паршина Ксения Сергеевна, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

*В статье рассматривается строительные конструкции выполнение с применением базальта. Описываются преимущества данных конструкций, а так же наиболее перспективные направления их использования.*

**Ключевые слова:** *строительные конструкции, базальт, реконструкция промышленных зданий.*

В настоящее время в связи с повышением промышленного производства, а так же с обветшанием зданий промпредприятий, для реконструкции зданий и сооружений требуется создавать всё более усовершенствованные конструкции.

Обычные железобетонные конструкции [1] имеют ряд недостатков при использовании их при строительстве новых или реконструкции старых зданий:

1. Бетон уязвим к агрессивным средам, и подвергается коррозии
2. Низкая прочность бетона при растяжении (В20 — 0,9 МПа).

Работа по улучшению старых и созданию новых, более эффективных, строительных конструкций и методов их более рационального применения ведётся в Пензенском государственном университете архитектуры и строительства, на кафедре «Строительные конструкции» на ряд конструкций были получены патенты и опублико-

ваны работы [2], [3], [4]. Так же был разработан *сталебазальный* трубчатый стержень (в настоящее время подана заявка на изобретение). Базальт не имеет недостатков, присущие бетонным колоннам, и имеет следующие уникальные механические и физические свойства:

1. Высокая прочность при сжатии 350...400 МПа, более чем у малоуглеродистой стали.
2. Долговечность наивысшая.
3. Высокая износостойкость.
4. Высокая прочность при растяжении 45 МПа, значительно в пятьдесят раз более чем у бетона (В20 — 0,9 МПа)
5. Высокая химическая стойкость.
6. Нулевая влагопоглощаемость.
7. Высокая морозостойкость.
8. Экологическая и гигиеническая безопасность.
9. Необычный и оригинальный внешний вид природного камня.

10. Нулевой коэффициент линейного расширения при 100°C...400°C

Литые изделия из базальта широко используют в промышленности. Литые из базальта используют для футеровок скрубберов, труб Вентури систем гидрозолоудаления, золопроводов, систем подачи угля и угольной пыли, а также для изготовления камнелитых сопел.

Следует отметить, что модуль упругости у базальта ( $E=10000...11000$  МПа) значительно ниже, чем у стали ( $E=206000$  МПа), что составляет 48,5...53,3%. Поэтому базальт следует использовать как амортизатор.

Кроме того базальт отлично сопротивляется коррозии, а на смятие работает не хуже малоуглеродистой стали [5]. К тому же, технология изготовления литых из базальта отработана и совершенна.

При создании *сталебазальтового* трубчатого стержня гарантирование достаточной устойчивости сжатых элементов колонн и ферм строительных конструкций достигнуто в следующей технологической последовательности.

В быстро вращающуюся вокруг своей продольной оси металлическую трубу заливают расплав базальта при температуре 1200°C и центробежными силами отбрасывают расплав на периферию трубы.

Центробежные силы принуждают расплав базальта равномерно распределиться по всей длине трубы, и достигается одинаковая толщина расплава. Постепенно охлаждают расплав базальта до температуры его кристаллизации.

Преобразуют сжатый трубчатый элемент конструкции (в сечении круглый, овальный, квадратный, прямоугольный, многогранный) в сталебазальтовый стержень с центральным каналом.

Прекращают вращение, отправляют готовый сталебазальтовый стержень, обладающий высокой устойчивостью при сжатии, в термическую камеру, где обеспечивают готовому сталебазальтовому трубчатому стержню медленное плавное остывание до температуры 20°C...30°C.

При сравнении, выяснилось, что при превращении стального стержня колонны в сталебазальтовый трубчатый стержень (для центрально сжатой колонны труб-

чатого сечения с шарнирным опиранием её концов) мы имеем следующие отличия:

— базальт имеет высокую коррозионную стойкость, отлично сопротивляется воздействиям агрессивных сред, поэтому коррозионная стойкость сталебазальтовых стержней значительно повышена;

— базальт имеет высокую прочность при сжатии (более чем малоуглеродистая сталь), что повысило устойчивость сталебазальтового трубчатого стержня колонны в 2,088 раза.

— расплав базальта автоматизировано наносят изнутри стальной трубы, отбрасывая его на периферию центробежными силами, а при кристаллизации расплава получают единый сталебазальтовый трубчатый стержень;

— из сталебазальтовых трубчатых стержней с продольными каналами по центру, автоматизировано, по такой же технологии как для стальных конструкций изготавливают сталебазальтовые конструкции (колонны, фермы, арки, являющиеся элементами рам каркасов и сооружений);

— в конструкциях из сталебазальтовых трубчатых стержней исключена возможность обрушения сооружения от пожара;

— при возникновении пожара, по сигналу от датчиков температуры автоматически включают разбрызгивание воды внутри сталебазальтовых трубчатых профилей каркаса и сток её вниз по трубчатым профилям, охлаждают изнутри сталебазальтовые трубчатые профили каркаса испарениями воды, исключают этим повышение температуры металла выше 120..130°C и исключают тем самым возможность обрушения сталебазальтовых конструкций сооружения от пожара;

— использование сталебазальтных элементов позволяет получить существенный экономический эффект особенно при реконструкции и модернизации промышленных зданий, повысит их безопасность и срок эксплуатации

Таким образом, использование сталебазальтных элементов, может существенно повысить безопасность, и уменьшить экономические издержки при строительстве или реконструкции промышленных предприятий

#### Литература:

1. Железобетонные и каменные конструкции: Учебник для строительных специальностей вузов / В. М. Бондаренко, В. Г. Бондаренко, В. И. Ришмин; под редакцией В. М. Бондаренко — М., Высш. Шк., 2007, 887 с.
2. Нежданов К. К., Нежданов А. К., Гарькин И. Н. Способ проката двутаврового профиля сечения из низколегированной стали. Патент РФ № 2486972 от 10.07.2013 г.
3. Нежданов К. К., Гарькин И. Н. Способ проката двутаврового профиля сечения из низколегированной стали // Строительная механика и расчёт сооружений.: № 4 — 2011, с. 51—55 Москва ЦНИСК им. Курчереико
4. Данилов А. М., Гарькин И. А., Гарькин И. Н. Защита от удара и сопровождающей вибрации: экспоненциально-тригонометрическая аппроксимация функций // Региональная архитектура и строительства, № 3 (14), 2012. с. 85—89
5. Металлические конструкции [Текст]: учеб. / Е. И. Беленя, В. С. Игнатьева, Ю. И. Кудишин, [и др.]; под ред. Ю. И. Кудишина. — 9-е изд., стер. — М.: Академия, 2007. — 688 с.

## Характеристика рынка ремонтно-строительных работ города Пензы. Часть 1

Фадеева Галина Дмитриевна, доцент;

Железняков Леонид Алексеевич;

Паршина Ксения Сергеевна, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Современное развитие рынка строительных и отделочных материалов позволяет добиваться исключительных результатов и разнообразных эффектов при выполнении строительных и отделочных работ. Если открываемая компания еще и грамотно спланирует работы и запланирует приобретение оборудования и материалов по выгодной цене, то сэкономит колоссальные суммы средств.

В настоящее время международный кризис диктует свои условия жизнедеятельности, как граждан, так и предприятий в целом.

Современное состояние экономики обусловлено международным кризисом. Деятельность тех предприятий, которые изжили себя по экономическим и моральным признакам, прекращается. Все более прозрачными становятся все схемы бизнеса. Упрощаются схемы товарообмена и зачисления денежных средств на счета как предприятий, так и граждан. Потребители становятся более избирательными в своих расходах, мотивируя это ограничениями в денежных средствах.

В настоящее время существенно возрастает спрос на ремонтно-строительные и отделочные работы различного вида, несмотря на посткризисную стагнацию. Такая тенденция обусловлена рядом следующих причин:

- достигнутый за последние годы уровень благосостояния и денежных доходов населения;
- увеличение спроса на жильё;
- развитие малого и среднего бизнеса, обеспечивающий рост площадей под офисы.

Помимо этого, у клиентов стремительно меняется представление о ремонте: часто ремонтные и строительные работы, которые ранее выполнялись самостоятельно, теперь обязательно поручают специалистам, чтобы те, в свою очередь, профессионально выполнили данные работы, сэкономив при этом время заказчика.

В то время, когда люди покупают и продают квартиры, а домостроительные комбинаты сдают в эксплуатацию дома, малопригодные для жизни нормального человека, крупные и небольшие ремонтно-строительные фирмы не останутся без работы,

В Пензе в докризисный период ежегодно возводилось примерно 700 тыс. квадратных метров новостроек без отделки и около 200 тыс. квадратных метров социального жилья с элементарной отделкой. Более того 70 тысяч квартир «вторичного рынка» при среднем метраже квартиры 60 квадратных метров ежегодно меняют своих хозяев. При этом процент самостоятельно делающих ремонт новоселов составляет около 5%. При этом необходимо понимать, что люди, покупающие квартиры, как

правило, делают покупку не на последние деньги, и обязательно рассчитывают на проведение ремонта и покупку нового интерьера. Также рынок работ ремонтных бригад пополняется «текущим ремонтом», в котором нуждается каждая квартира минимум один раз в 7–10 лет.

Для российской строительной индустрии очень кстати оказалось и то, что начало и развитие мирового финансового кризиса совпало по времени с активизацией работ в реформе Жилищно-Коммунального Хозяйства нашей страны и проведению капитального ремонта в многоквартирных жилых домах.

Многие компании, которые потеряли объемы работ и реализации в связи с сокращением масштабов капитального строительства, имеют возможность наверстать упущенное, поставив свою продукцию на площадки все-российского рынка ремонта.

Самое выгодное положение занимают на сегодняшний день компании, занятые в малоэтажном строительстве. Российское правительство воспользовалось примером опыта США периода Великой депрессии 30–х годов прошлого века, когда стала формироваться «одноэтажная Америка». Российские власти заинтересованы в формировании домовладельцев и семей, которые бы жили в подобного рода домах, и оказывают всестороннюю поддержку индивидуальному и малоэтажному домостроению. Поэтому отечественные эксперты в области строительства и ремонтно-отделочных работ уверены, что мировой кризис станет не испытанием, а отличным шансом для развития этой отрасли, поскольку именно малоэтажная отрасль может компенсировать заявленные объемы высотного строительства.

Объяснение легко найти в чисто экономических причинах — получить кредит или аккумулировать средства на постройку небольшого дома гораздо легче, чем в случае с многоэтажным. Более того, Фонд содействия реформированию ЖКХ в 2009–2010 годах было направлено до 40% средств, выделенных на расселение из ветхого и аварийного жилья, в малоэтажный сектор. С подачи премьер-министра РФ Владимира Путина именно аварийное жилье претендует на роль «фундамента» будущей «малоэтажной России».

Всей России известна плачевная ситуация с жилищным фондом в Ленинградской области и Санкт-Петербурге, которую новые власти решили с помощью эксперимента. Строительство одноэтажных домов производится на месте носимых аварийных зданий, что позволяет снижать стоимость строительства за счет сокращения расходов на организацию инфраструктуры.

Снижение себестоимости одноэтажного жилья — самая актуальная на сегодня задача, так как доходы значительной части населения сейчас упали. Для этого организациями и специалистами разрабатываются специальные «кризисные» проекты типовой малоэтажной застройки.

Поскольку в качестве заказчиков при проведении работы по капитальному ремонту выступают государственные и муниципальные организации, заинтересованные в этом рынке компании по строительно-отделочным работам должны владеть навыками участия в тендерах. Для этого необходимо руководителям предприятий тщательно изучать действующее законодательство и механизм проведения торгов. Большую помощь в этом способны оказать партнеры, уже имеющие подобный опыт. Обоюдные договоры позволяют снизить себестоимость работ от 10 до 15 %.

В настоящее время, находясь в прямой зависимости от качества, ремонт одного квадратного метра стоит в Пензе от 1500 руб. до 4500 руб. в зависимости от вида ремонта. Таким образом, учитывая все составляющие, ежегодный оборот Пензенского рынка строительно-отделочных услуг составляет 1,5 млрд. руб.

Конечно, если сравнивать строительный сектор сегодня, и ситуацию пяти-шести летней давности, то все изменилось коренным образом. Правда, законы бандитского капитализма до сих пор еще действуют на рынке строительства и ремонта, например, в Сочи, а также, наверняка, будут действовать при строительстве и организации условий игровой зоны, в которую планируется вывести все казино и игровые автоматы, закрытые недавно в Российской Федерации.

Количество заказов на строительно-отделочные работы достаточно сильно меняется в течение года, естественно увеличиваясь поздней весной и летом, а к декабрю стремясь к нулю. Поэтому многие фирмы стремятся перейти на выполнение более дешевых работ, поскольку при их выполнении снижается ответственность за качество, а количество таких выполненных заказов исчисляется десятками по сравнению с выполнением за тот же период.

Основными работами строительно-отделочных компаний являются:

- ремонт квартир;
- ремонт офисов — офисные площади гораздо больше площади квартир;
- корпоративные заказы, имеющие свою специфику ведения.

Кризис — тяжелое испытание для экономики, а для строительной индустрии — в особенности. Однако и в этой отрасли сложилось направление, которое останется высоколиквидными даже в условиях общего спада. Малоэтажное строительство, а также муниципальный и индивидуальный капитальный ремонт — это рынки, на которых объем производства не только сохранится, но и, по оценкам экспертов, скоро расширится. Благодаря государственному вмешательству в формировании дол-

госрочных целей жизнедеятельности данной области строительства и направления государственных и муниципальных средств на строительство малоэтажного домостроения и муниципального капремонта, этот рынок стал всесезонным.

По оценкам экспертов, впервые ознаменовалось в январе-феврале спросом на керамическую черепицу, которая используется в основном осенью, чтобы крыть дома, построенные весной и летом. Данное обстоятельство свидетельствует о том, что строительство данными заказчиками было начато осенью. Это было сделано, чтобы спасти свои средства, поскольку недвижимость обладает низким порогом ликвидности и способно принести прибыль в долгосрочном периоде.

Данная тенденция продолжится, поскольку строительство одноэтажных домов потребует в ближайшем будущем большое количество строительных материалов подобного рода, а также компаний по профессиональному предоставлению подобного рода услуг. Тем более что срок программ капитального строительства ограничен, значит, строительство будет проходить в любое время года, чтобы уложиться в сроки по получению максимальной прибыли.

Началом любого современного ремонта служит определение желаемых целей преобразования помещения и подготовка дизайн-проекта в соответствии с замыслом. В планах строительно-отделочной компании предполагается предоставление следующих услуг:

- строительство загородных домов, коттеджей, а также быстровозводимых зданий (складов, ангаров, гаражей и др.);
- внешняя отделка, фасадные работы;
- внутренняя отделка помещений любой сложности и дизайна:

  - электротехнические и электромонтажные работы;
  - системы водоснабжения и канализации;
  - малярные работы, в том числе декоративные покрытия (венцианка, антика, фактура);
  - все виды покрытий для пола, в том числе штучный паркет, художественный паркет;
  - плиточные работы;
  - гипсокартон, любой уровень сложности выполнения;
  - камины (любые порталы);
  - проекты и дизайн-проекты;
  - согласование необходимых перепланировок;
  - авторский надзор.

Отделочные работы это не только строительно-ремонтные работы, но и полное обустройство помещения. Для этого необходимо нанять дизайнера. Главная задача современного дизайнера по интерьеру — «максимально оптимизировать внутреннее пространство помещения» учитывая все факторы, влияющие на будущий интерьер, руководствуясь мнением заказчика, особенностями декорируемого пространства. Все строительно-отделочные работы должны проходить строго в соответствии с требованиями строительных норм и правил отделки внутренних



помещений, ведь от этого напрямую зависит безопасность помещения. Для достижения максимального результата за кратчайшее время, во время первой встречи с ди-

зайнером, клиенту необходимо сразу сформировать ряд принципиально важных аспектов обустройства интерьера, иными словами составить бизнес план отделочных работ.

## Характеристика рынка ремонтно-строительных работ города Пензы. Часть 2

Фадеева Галина Дмитриевна, доцент;

Железняков Леонид Алексеевич;

Паршина Ксения Сергеевна, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Если говорить о планировании, то ремонт включает в себя отделку зданий и помещений различного назначения. Различают два вида отделки — внутренняя и наружная.

Что касается внутренней отделки помещений, то она отличается своим разнообразием. Но обязательно руководствуются практическим назначением помещения, а также дальнейшими планами в эксплуатации. В настоящее время это сделать достаточно легко, поскольку индустрия строительства предполагает огромный спектр отделочных материалов.

Стандартной обработке поддается отделка потолков, стен, пола, отделка откосов, установка межкомнатных дверей, различных приборов и аксессуаров. Данный перечень произведенных работ говорит о том, что помещение готово.

Обычно проводится анализ помещения, подлежащего ремонту и отделке, определяется специфика работ, количество требуемых материалов, составляется смета и подробный бизнес план работ с учетом возможных сроков их проведения.

На сегодняшний день существует три модели расчетов сметных документов. Самая простая из них — это составление сметы по трудозатратному принципу. Договор ремонтно-отделочных работ в данном случае не составляется, поэтому заказчику не всегда удается сразу понять, что расходные материалы в такую смету не войдут, а называемые подрядчиком расценки на ремонтно-отделочные работы отражают только трудозатраты, и ничего более. Но цены на отделочные и строительные работы на первый взгляд кажутся низкими, и поэтому привлекательными для заказчиков, не обладающих особо крупными средствами для проведения работ. Второй вариант строительной сметы отделочных работ основан на укрупненных показателях, то есть в смету включены транспортные расходы, указана стоимость расходных материалов. Но реальная стоимость строительных и отделочных работ заказчику не объявляется до конца проведения ремонтно-отделочных работ. Третьим методом, наиболее перспективным, является метод составления договора на ремонтно-отделочные работы с предоставлением заказчику подробной расшифровки каждой расценки на

строительно-отделочные работы в ремонте помещения. В данном случае цена на ремонтно-строительные и отделочные работы известна заранее и пересмотру не подлежит. Если компания небольшая, то ей стоит воспользоваться услугами независимого сметчика, для составления строительной сметы отделочных работ, или поручить проведение работы крупной строительной компании.

В настоящее время, при появлении новых технологий и инструментов, превосходных материалов и оборудования, многократно вырос бюджет частной стройки, усложнились проектные решения, возникла острая потребность глобально расписывать и просчитывать предстоящий процесс до мелочей и осуществлять жесткий контроль над строительством и ремонтно-отделочными работами. Существует опасность, что даже при условии грамотного проектирования, проект может быть загублен исполнителем. Для того чтобы избежать ситуации полного краха, необходимо максимально застраховаться, обратившись к технадзору в строительстве, то есть элементарной проверки строительных работ. Для этого необходимо рекомендовать заказчику предприятия по проведению такого вида работ, чтобы можно было как можно скорее сдать объект и получить оплату, при условии соблюдения качества проводимых работ, соблюдения строительных норм, правил при производстве работ, проверки и приемке скрытых работ.

Сам ремонт, как качественная категория, делится на три категории: косметический, эконом-класса и люкс.

Категория «люкс» известная под названием «евроремонт» является самым качественным из всех категорий ремонта.

Самый низкокзатратный по финансовым вложениям — это косметический ремонт. Средняя его стоимость — 1500 руб. за квадратный метр. Такая стоимость обуславливает проведение работ по простейшему приведению помещения в достойный внешний вид; оклейка обоев, побелка потолка, замена кафельной плитки.

«Люкс» же стоит от 3 000 до 4 500 руб. за квадратный метр. В ходе этого ремонта строители обязаны при- дать стенам абсолютно правильную геометрию, потолки и полы должны быть полностью выровнены, и для отделки используются только лучшие материалы.

«Эконом», стоимость которого составляет от 2 200 руб. до 2 900 руб. за 1 квадратный метр занимает золотую середину по стоимости затрат, калькуляция которых складывается за счет снижения трудоемкости операций. Например, при выравнивании стены, для создания видимости правильной геометрии создается только по 20 см снизу и сверху. В отдельных случаях наиболее выгодно сделать ремонт класса «эконом», поскольку времени и трудозатрат он требует меньше, чем «люкс», но стоит дороже, чем «косметика».

Обычно на отделку трехкомнатной квартиры по классу «люкс» требуется три месяца, двухкомнатную ремонтируют за два месяца при ежедневной работе с одним выходным. Быстрее не получается уже хотя бы потому, что определенные технологические операции должны выполняться в строгой последовательности, с определенными временными перерывами. Косметический ремонт делают и за полторы недели для однокомнатной квартиры, причем с минимальным количеством людей. Ремонт «эконом-класса» делают примерно за две недели.

Необходимо рассмотреть также алгоритм выполнения заказа, поскольку от этого зависит непосредственное движение денежных потоков на предприятии. После поступления и оформления заказа по телефонному звонку от потенциального клиента, к нему бесплатно выезжает или прораб, или сметчик, если существует необходимость, то к ним присоединяется архитектор. Данная команда специалистов выясняет на месте требуемый объем работ и рассчитывают предварительную стоимость. После этого составляется подробная смета с перечнем всех необходимых материалов и трудовых затрат. Если заказчик согласен со стоимостью, то после подписания договора начинаются работы через три дня.

Необходимо отметить, что многие фирмы работают без склада, обеспечивая конкретный заказ доставкой материалов с рынка. Но существуют заказы, когда объемы достигают такого уровня, что склад становится рентабельным, позволяя закупать материалы оптом, и обеспечивать не только строительно-отделочную компанию, но и частных лиц.

При строительстве и ремонте после проведения всех видов работ, помещения должны обладать следующими потребительскими свойствами:

- безопасность конструкции и сейсмостойкость;
- пожарная и экологическая безопасность;
- повышенные энергосберегающие качества;
- долговечность;
- комфортность проживания;
- архитектурная выразительность.

При этом должен соблюдаться баланс доступной стоимости, сроков и трудоемкости строительства. На сегодняшний день функционирует множество крупных и мелких компаний, которые обеспечивают строительно-отделочные работы предприятий и частных лиц нашей страны, конкуренция существует, но рынок этот еще очень свободен, поскольку входные барьеры в него достаточно низки.

Этот бизнес окупается в относительно короткие сроки, требует средний уровень инвестиций, но должен быть тщательно организован, и именно поэтому бизнес-план для такого предприятия должен быть обязательно, как подробное руководство, со всеми расчетами, сроками, рисками.

Традиционным для компаний по отделке квартир в городе Пенза является местный рынок, поэтому основной рынок сбыта для нового предприятия — это Пенза и Пензенская область. В то же время, следующие факторы могут позволить выйти на новые географические рынки:

— с учетом планируемого высокого качества отделочных работ и при приемлемом уровне цен — возможность освоения рынка Москвы и Московской области в пределах строительства жилых домов строительным холдингом «СКМ-групп»;

— низкий уровень конкуренции в Пензенской области, в особенности по отделке класса «Люкс», при наличии устойчивого экономического роста и, следовательно, перспектив роста в жилищном строительстве;

— логичные стратегические действия по освоению других регионов России с учетом сложившихся стратегических намерений «СКМ-групп» быть лучшим строительным холдингом России.

Рассчитаем потенциальное количество открытия новых строительно-отделочных компаний в России.

Учитывая среднестатистические данные, общее количество населения Российской Федерации составляет 141,9 млн. человек. Количество строительно-отделочных компаний в настоящее время по официальным источникам приближается к 16138.

В связи с приростом потребителей продукции России потенциальное количество открытия новых строительно-отделочных компаний составляет 5648 единиц, при общей картине увеличения потребления услуги от 35 до 75% в год. Рассмотрим конкурентную среду рынка строительно-отделочных компаний. Процентное соотношение прироста открытых компаний в соответствии с ростом объемов реализации услуг по сравнению с аналогичным периодом прошлого года представлен в таблице 2.

Рынок строительно-отделочных услуг насыщен участниками, но в течение прошлого года временно увеличилось потребление в связи с появлением дополнительного рынка одноэтажного государственного и муниципального жилья, а также предоставления жилищно-коммунальным комплексом РФ возможности проведения подрядных работ по капитальному ремонту жилищного фонда РФ.

Стоимость обычно указывается компаниями с учетом расходных материалов, транспорта, погрузочно-разгрузочных работ, контейнеров, отделочных материалов, мебели и декорирования, также необходимо помнить, что 10% составляет обеспечение объекта.

Если говорить о рентабельности, то у разного вида работ она может в значительной мере отличаться. Самыми рентабельными, порядка 50%, считаются: элек-

Таблица 1. Потенциальное количество открытия новых строительно-отделочных предприятий в России

| Показатель   | Москва | Санкт-Петербург | В России | В Пензенской области |
|--|--------|-----------------|----------|----------------------|
| Количество населения в населенном пункте, млн.чел. | 10,7   | 4,6             | 141,9    | 1,381                |
| Количество строительно-отделочных компаний, шт.    | 9287   | 2123            | 16138    | 798                  |
| Общий объем предоставленных услуг, млрд долл.      | 1,5    | 342,89          | 2,61     | 0,177                |
| Рост объемов услуг в отрасли, %                    | 35–75  | 35–75           | 35–75    | 35–75                |
| Норма прибыли на предприятии, млн. долл.           | 1,6    | 0,161           | 1,7      | 0,032                |
| Потенциал создания строительно-отделочных компаний | 3250   | 743             | 5648     | 296                  |

Таблица 2. Средние цены строительно-отделочных работ на 100 квадратных метров площади ремонта, руб.

| Тип помещения            | Общий ремонт              | Расходные материалы   | Отделочные материалы      | Мебель и декор            |
|--------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|
| Квартира                 | От 1.050.000 до 1.295.000 | От 410.000 до 625.000 | От 1.500.000 до 1.500.000 | От 1.040.000 до 1.690.000 |
| Офис                     | От 750.000 до 950.000     | От 260.000 до 490.000 | От 500.000 до 1.500.000   | От 1.040.000 до 1.690.000 |
| Магазин                  | От 850.000 до 1.050.000   | От 292.500 до 490.000 | От 1.000.000 до 1.500.000 | От 1.040.000 до 1.690.000 |
| Салон красоты            | От 850.000 до 1.050.000   | От 350.000 до 490.000 | От 1.000.000 до 1.500.000 | От 1.040.000 до 1.690.000 |
| Гостиница                | От 850.000 до 1.050.000   | От 260.000 до 625.000 | От 1.500.000 до 1.500.000 | От 1.040.000 до 1.690.000 |
| Ресторан, бар, кафе      | От 850.000 до 1.090.000   | От 415.000 до 590.000 | От 500.000 до 1.500.000   | От 1.040.000 до 1.690.000 |
| Развлекательный комплекс | От 780.000 до 990.000     | От 370.000 до 590.000 | От 500.000 до 1.500.000   | От 1.040.000 до 1.690.000 |

трюмонтажные работы, замена стеклопакетов, установка систем кондиционирования. Также к наиболее выгодным относятся работы по перепланировке, а также сантехнические работы.

Основными клиентами компаний по строительно-отделочным работам являются жильцы, только что въехавшие в новостройки, в том числе и в одноэтажные дома.

Итак, строительно-отделочные работы как вид бизнеса являются высокодоходным и перспективным при грамотной организации производства, несмотря на уже сточившиеся условия деятельности на рынке. Число граждан, желающих купить одноэтажное жилье, становится

с каждым днем все больше и больше. Следовательно, количество заказов на услуги строительно-отделочной компании будет неуклонно расти. Актуальности данной тенденции в настоящее время придает экономический кризис, который в России сыграл строительному сектору экономики на руку, увеличив капитальные вложения в строительство нового и капитальный ремонт ветхого жилья. Строительно-отделочная компания при условии инвестиций в высокотехнологичное оборудование, будет приносить высокий доход и окупит расходы на свою организацию в течение одного двух лет. Поэтому финансовые вложения в его создание вполне оправданы.

# Молодой ученый

Ежемесячный научный журнал

№ 11 (58) / 2013

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Главный редактор:**

Ахметова Г. Д.

**Члены редакционной коллегии:**

Ахметова М.Н.

Иванова Ю.В.

Лактионов К.С.

Комогорцев М.Г.

Ахметова В.В.

Брезгин В.С.

Котляров А.В.

Яхина А.С.

Насимов М.О.

Лескова Е.В.

**Ответственный редактор:**

Кайнова Г.А.

**Международный редакционный совет:**

Айрян З. Г. (*Армения*)

Арошидзе П. Л. (*Грузия*)

Атаев З. В. (*Россия*)

Велковска Г. Ц. (*Болгария*)

Гайич Т. (*Сербия*)

Данатаров А. (*Туркменистан*)

Ешиев А. М. (*Кыргызстан*)

Игисинов Н. С. (*Казахстан*)

Лю Цзюань (*Китай*)

Нагервадзе М. А. (*Грузия*)

Прокопьев Н. Я. (*Россия*)

Прокофьева М. А. (*Казахстан*)

Ребезов М. Б. (*Россия*)

Хоналиев Н. Х. (*Таджикистан*)

Хоссейни А. (*Иран*)

**Художник:**

Шишков Е. А.

**Верстка:**

Бурьянов П.Я.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

**АДРЕС РЕДАКЦИИ:**

420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

E-mail: [info@moluch.ru](mailto:info@moluch.ru)

<http://www.moluch.ru/>

**Учредитель и издатель:**

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Тираж 1000 экз.