



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

1



# АЛЬМАНАХ

НАУЧНЫХ РАБОТ  
МОЛОДЫХ  
УЧЕНЫХ

2015

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ**

**АЛЬМАНАХ  
НАУЧНЫХ РАБОТ  
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ  
Университета ИТМО**

**Том 1**



**УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**Санкт-Петербург**

**2015**

**Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО. Том 1.**  
– СПб.: Университет ИТМО, 2015. – 233 с.

Издание содержит результаты научных работ молодых ученых, доложенные на XLIV научной и учебно-методической конференции Университета ИТМО.

ISBN 978-5-7577-0518-7

ISBN 978-5-7577-0517-0



**УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**Университет ИТМО** – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 в 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2015

© Авторы, 2015

## **ВВЕДЕНИЕ**

---

---

Издание содержит результаты научных работ молодых ученых, доложенные с 3 по 6 февраля 2015 года на XLIV научной и учебно-методической конференции Университета ИТМО.

Конференция проводится в целях усиления интегрирующей роли университета в области научных исследований по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники и ознакомления научной общественности с результатами исследований, выполненных в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ, программы развития Университета ИТМО на 2009–2018 годы, программы повышения конкурентоспособности Университета ИТМО среди ведущих мировых научно-образовательных центров на 2013–2020 годы, Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы», грантов Президента РФ для поддержки молодых российских ученых и ведущих научных школ, грантов РФФИ, РГНФ, РНФ и Правительства РФ (по постановлению № 220 от 09.04.2010 г.) и по инициативным научно-исследовательским проектам, проводимым учеными, преподавателями, научными сотрудниками, аспирантами, магистрантами и студентами университета, в том числе в содружестве с предприятиями и организациями Санкт-Петербурга, а также с целью повышения эффективности научно-исследовательской деятельности и ее вклада в повышение качества подготовки специалистов.



**Меженин Александр Владимирович**

Факультет точной механики и технологий, кафедра инженерной и компьютерной графики, к.т.н., доцент  
e-mail: mejenin@mail.ru



**Абушкевич Вячеслав Борисович**

Год рождения: 1993  
Факультет точной механики и технологий, кафедра инженерной и компьютерной графики, группа № 5645  
Специальность: 050501.65 – Информатика, вычислительная техника и компьютерные технологии  
e-mail: flagrox@gmail.com

УДК 004.92

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИ КОРРЕКТНЫХ СИСТЕМ РЕНДЕРИНГА  
ДЛЯ ЗАДАЧ ПРЕДМЕТНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ**

**В.Б. Абушкевич**

**Научный руководитель – к.т.н., доцент А.В. Меженин**

В работе рассмотрены вопросы автоматической оценки качества визуализации различных систем прогрессивного рендеринга. Для оценки предложено использовать значения уровней шумов на различных итерациях визуализации. Уровень шумов вычисляется на основе статистического (среднеквадратичного) отклонения уровней тонов в изображении Standard Deviation (StdDev).

**Ключевые слова:** системы реалистичной визуализации, рендеринг, оценка качества визуализации.

Получение фотореалистичных изображений в области 3D-компьютерной графики всегда являлось актуальной задачей. Постоянно увеличивается спрос на системы рендеринга из сегмента физически корректных рендереров Physically-based Rendering (PBR). На данный момент рынок насчитывает десятки программ-визуализаторов, и выбрать какую-то одну программу для проекта из всего набора является затруднительным. Данная работа освещает две наиболее перспективные системы рендеринга из сегмента свободно распространяемых физически корректных рендереров PBR.

Для обоснованной оценки того или иного рендера необходимо использовать средства автоматического анализа изображений. Визуальная оценка не дает объективных данных. Как известно, качество изображения определяется большим количеством характеристик: соотношением сигнал/шум и статистическими характеристиками шума, градационными характеристиками, интервалами дискретизации и т.д. Для их оценки используются различные методы [1–3].

Для оценки качества рендера предложено использовать статистическое (среднеквадратичное) отклонение уровней тонов в изображении Standard Deviation (StdDev). Чем больше уровень шума на изображении, тем больше значение StdDev. Величина StdDev определяется как:

$$s = \left( \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right)^{\frac{1}{2}},$$

где  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ ;  $n$  – число элементов в выборке.

Получить значение StdDev можно с помощью графического редактора Adobe Photoshop или встроенной функции в пакете MATLAB:  $s = std(X)$ .

Предлагаемая методика оценки уровня шумов предназначена для систем с прогрессивным рендерингом, когда в процессе расчетов получается ряд изображений с уменьшающимся уровнем шума. Как показывает практика, существует некоторая итерация  $m$ , после которой количество шума на визуализированном изображении уже уменьшаться не будет. Можно считать, что на итерации  $m$  на изображении полностью будет отсутствовать шум. В то же время на всех итерациях  $n$ , где  $1 < n < m$ , шум присутствует. В данной ситуации, шум – это разница между изображением на итерации  $n$  и изображением на итерации  $m$ . По сути, изображение на итерации  $n$  – это изображение на итерации  $m$ , но с добавленным шумом. Таким образом, разность между изображением на итерации  $n$  и изображением на итерации  $m$  даст чистую картину шума на промежуточной итерации. Со стремлением  $n$  к  $m$ , картина шума будет все более и более черной, так как разница будет все более незначительной. Это будет видно по среднему значению яркости каждого пикселя. Средняя яркость будет стремиться от некоторого значения  $x$  к нулю, соответственно, на это значение можно опираться для оценки уровня шума.

Приведем результаты экспериментов. На рис. 1 показано изображение, полученное на 5 с рендера. На рис. 2 эта же сцена – после 2 мин 55 с рендера.



Рис. 1. Этапы визуализации

На рис. 2 приведено изображение, полученное в результате вычитания изображений (операция Разность в программе Photoshop) на разных этапах визуализации и гистограмма этого изображения.

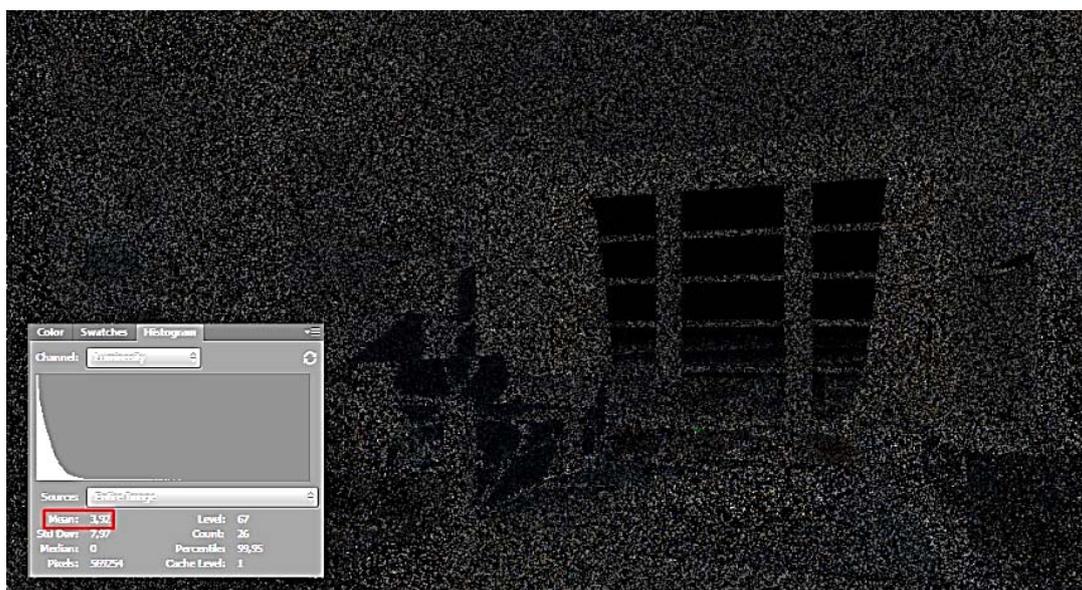


Рис. 2. Гистограмма изображения разницы этапов рендера

На гистограмме взято среднее значение яркости всех пикселей. На это значение можно опираться как на значение для определения уровня шума рендера на промежуточной итерации относительно рендера на последней итерации. На рис. 3 приведен график изменения уровня шума от времени рендера.

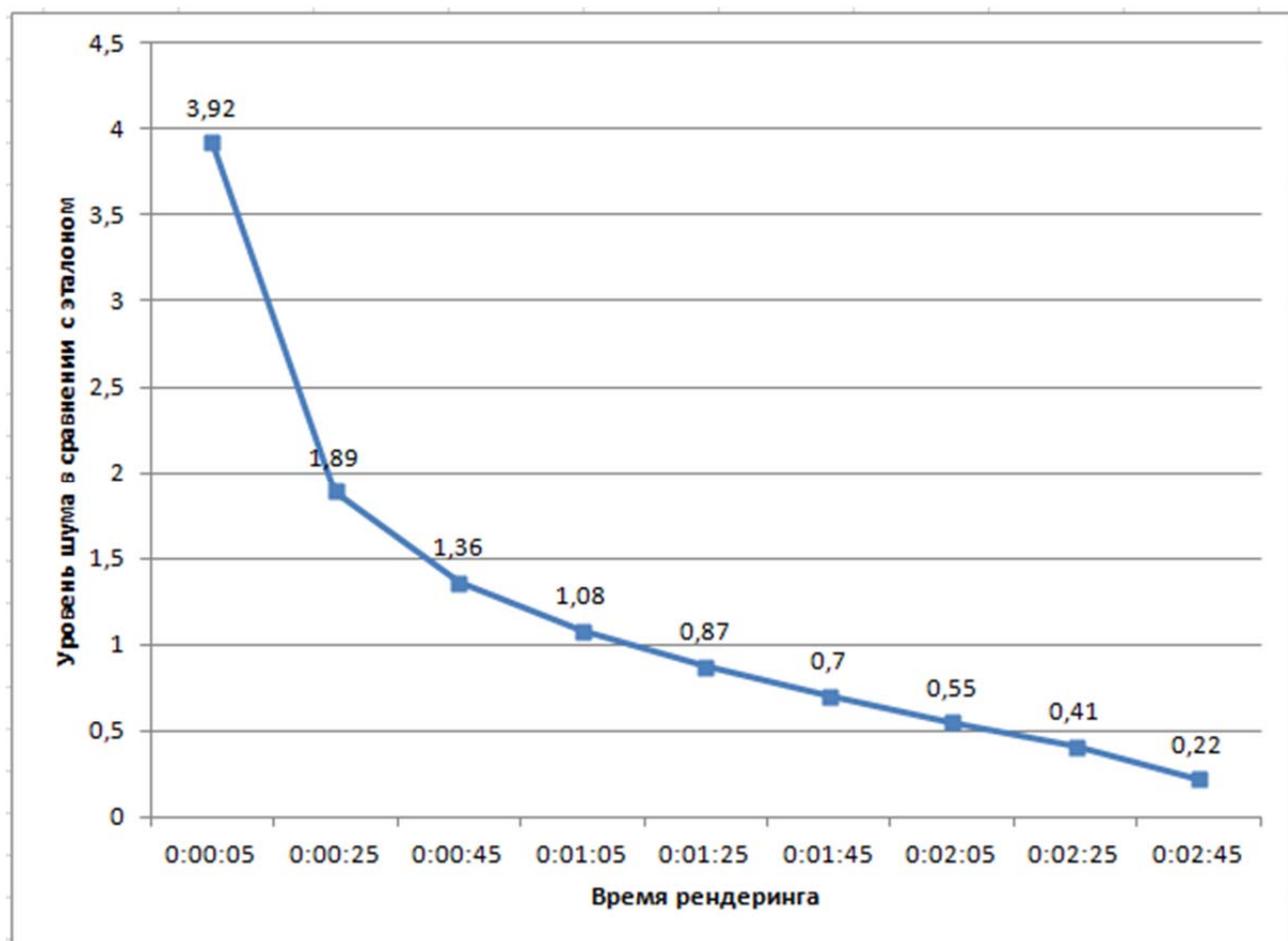


Рис. 3. Изменение уровня шума

Кроме этого, можно выделять наиболее шумные области на изображении и подвергать их анализу. Таким образом, предлагаемый метод исследования различных визуализаторов позволит с определенной степенью достоверности производить оценки уровня шума рендера и производительности различных визуализаторов.

### Литература

1. Digital camera image noise [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/image-noise.htm>, свобод.
2. Меженин А.В., Абушкевич В.Б. Исследование качества систем рендеринга Corona Renderer и NOX // Сб. научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции «Образование и наука: современное состояние и перспективы развития». – 2014. – Ч. 5. – С. 93–95.
3. Меженин А.В., Баранова Н.В. Методы оценки производительности и качества систем рендера // Сб. науч. трудов XI Всероссийской научно-практической конференции «Современные информационные технологии в науке, образовании и практике». – 2014. – С. 238–242.



**Аксенова Ольга Игоревна**

Год рождения: 1991

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра процессы и аппараты пищевых производств, группа № и5454

Направление подготовки: 15.04.02 – Технологические машины и оборудование

e-mail: oks280491@yandex.ru

УДК 532.5:681

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАССА КОРМА РАСПОЗНАВАНИЕМ ОБРАЗОВ, НА ОСНОВЕ ПОДХОДОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ**

**О.И. Аксенова**

**Научный руководитель – д.т.н., профессор Г.В. Алексеев**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 610460 «Биоконверсия растительного сырья в производстве продуктов питания».

Стандартом предусмотрено разделение кормов по содержанию питательных веществ на полнорационные, в том числе диетические, лечебные и используемые как дополнительное питание. Подтверждение фактического содержания питательных веществ, указанного изготовителем на этикетке или в сопроводительной документации, позволяет не допускать к реализации фальсифицированные корма, защитить потребителя.

**Ключевые слова:** корма, непродуктивные животные, математическое моделирование, нечеткие множества, многомерная регрессия.

Анализ тенденций развития производства промышленных кормов для непродуктивных животных и рынка их сбыта показывает, что данные продукты занимают важное место в рационе питания домашних животных.

Корм для непродуктивных животных – это продукт, употребляемый для кормления непродуктивных животных и не оказывающий вредного воздействия на их здоровье, прошедший термическую обработку, упакованный промышленным способом в потребительскую упаковку и промаркированный в соответствии с требованиями действующих нормативно-правовых актов [1].

Корма промышленного изготовления полностью отвечают вкусовым и биологическим потребностям животных, требованиям безопасности и экономичности.

Предпочтения в большинстве случаев отдается сухим кормам – 80% потребления готовых кормов, и лишь 20% потребителей отдадут предпочтение консервированным кормам, по данным Research Techart.

Также ветеринарным стандартом предусмотрено разделение кормов по содержанию питательных веществ на полнорационные, в том числе диетические, лечебные и используемые как дополнительное питание (лакомства). Полнорационными называют такие корма, использование которых полностью обеспечивает физиологические потребности животных [1].

Корма для кошек подразделяют на три класса – эконом, премиум, супер-премиум. Характеристика качественных показателей кормов различных классов приведена в таблице.

Производители кормов супер-премиум класса должны стремиться к обеспечению удовлетворения в потреблении необходимого количества питательных веществ животными в сутки (550 ккал), а также удовлетворения суточных потребностей кошек в необходимой им аминокислоте – таурине (200 мг). Наиболее привлекательными для животных являются корма с однородной, легко доступной структурой (размер частиц компонентов в корме 0,6–0,5 мм), а также достаточной влажности (9–12%) и низкой кислотности (4,5–5,5°Т). Данные требования необходимо учитывать производителям кормов при выпуске нового продукта [2].

Таблица. Характеристика кормов различных классов

Параметр	Эконом класс	Премиум класс	Супер-премиум класс
Содержание мясных компонентов, %	5–10	20–50	50–70
Пищевая ценность в 100 г продукта, ккал	100–140	160–220	250–380
Кислотность среды	7–8	5–6	4,5–5,5
Влажность корма, %	6–8	8–10	12–14
Содержание таурина, мг	10–30	70–90	150–200
Размер частиц, мм	0,8–1	0,7–0,6	0,5–0,55
Марки	Kitikat, Whiskas, Васька, Лапка	Darling, Dr. Clauder's, Felix, Friskies, Оскар	Cesar, Gourmet, Sheba, ProPlan, Hill's, Royal Canin

В условиях усиливающейся конкурентной борьбы на рынке кормов для домашних животных и изменяющихся предпочтениях потребителей решение проблем расширения ассортимента возможно только на основе использования инноваций.

Математическое моделирование часто дает более точные результаты по сравнению с эмпирическими данными. Это позволяет повысить качество продукции, усовершенствовать процессы производства и контроля на различных этапах.

Особенно явно такие подходы проявляются при проектировании многокомпонентных пищевых продуктов, где велика неопределенность входных и выходных параметров, а также качество которых оценивается по результатам сенсорного анализа [3].

В настоящей работе предложено решение указанных выше проблем с использованием аппарата нечетких множеств и многомерной множественной регрессии в пакете Mathcad. Выводы и предложения работы не противоречат известным практическим результатам, содержащимся в известных трудах по вопросам моделирования рецептур кормов.

Пусть компании-изготовителю необходимо провести исследование известных марок кормов различных классов, отраженное в матрицах, представленных на рис. 1.

При этом строки в матрицах характеризуют содержание мясных компонентов, пищевую ценность кормов, уровень pH среды, влажность кормов, содержание таурина, размер частиц соответственно.

Каждый столбец каждой матрицы соответствует определенной марке кормов: матрица кормов эконом класса S1 – Kitikat, Whiskas, Васька; матрица кормов премиум класса S2 – Felix, Friskies, Darling; матрица кормов супер-премиум класса S3 – ProPlan, Hill's, Royal Canin.

Дескрипторы показателей нового корма отражены в матрице Y.

Задачей методики отбора является определение, с каким классом известных марок кормов у нового корма наибольшее совпадение «спектров», т.е. минимальное отклонение по всем «спектрам» для определенной группы. Программно в пакете Mathcad это может быть реализовано как определение минимума расстояния между двумя многомерными векторами.

$$S1 := \begin{pmatrix} 0.01 & 0.05 & 0.08 \\ 0.23 & 0.21 & 0.28 \\ 0.57 & 0.52 & 0.54 \\ 0.54 & 0.63 & 0.58 \\ 0.05 & 0.07 & 0.05 \\ 0.90 & 0.80 & 0.92 \end{pmatrix} \quad
 S2 := \begin{pmatrix} 0.42 & 0.28 & 0.48 \\ 0.46 & 0.39 & 0.51 \\ 0.42 & 0.34 & 0.48 \\ 0.61 & 0.68 & 0.71 \\ 0.45 & 0.4 & 0.38 \\ 0.68 & 0.65 & 0.70 \end{pmatrix} \quad
 S3 := \begin{pmatrix} 0.57 & 0.68 & 0.68 \\ 0.69 & 0.76 & 0.70 \\ 0.36 & 0.42 & 0.4 \\ 0.86 & 0.98 & 0.96 \\ 0.98 & 0.86 & 0.99 \\ 0.50 & 0.52 & 0.55 \end{pmatrix} \quad
 Y := \begin{pmatrix} 0.52 \\ 0.51 \\ 0.42 \\ 0.63 \\ 0.45 \\ 0.55 \end{pmatrix}$$

Рис. 1. Матрицы исходных данных

Программа для ЭВМ, составленная в пакете прикладных программ Mathcad, представленная на рис. 2, последовательно реализует поисковый алгоритм.

Обозначим: 1 – корма эконом класса, 2 – корма премиум класса и 3 – корма супер-премиум класса.

```

K := for j ∈ 0 .. 2
    min 0 ← √((S1 ⟨0⟩ - Y ⟨0⟩)T (S1 ⟨0⟩ - Y ⟨0⟩))
    min 1 ← √((S2 ⟨0⟩ - Y ⟨0⟩)T (S2 ⟨0⟩ - Y ⟨0⟩))
    min 2 ← √((S3 ⟨0⟩ - Y ⟨0⟩)T (S3 ⟨0⟩ - Y ⟨0⟩))
    for k ∈ 0 .. 2
        μ 1k ← √((S1 ⟨k⟩ - Y ⟨0⟩)T (S1 ⟨k⟩ - Y ⟨0⟩))
        min 0 ← μ 1k if μ 1k < min 0
        μ 2k ← √((S2 ⟨k⟩ - Y ⟨0⟩)T (S2 ⟨k⟩ - Y ⟨0⟩))
        min 1 ← μ 2k if μ 2k < min 1
        μ 3k ← √((S3 ⟨k⟩ - Y ⟨0⟩)T (S3 ⟨k⟩ - Y ⟨0⟩))
        min 2 ← μ 3k if μ 3k < min 2
    k
    MIN j ← min 0
    for i ∈ 0 .. 2
        MIN j ← min i if MIN j > min i
    i
    for i ∈ 0 .. 2
        K j ← i if MIN j = min i
    i
    K j ← 1 if K j = 0
    K j ← 2 if K j = 1
    K j ← 3 if K j = 2
    j
K
    
```

Рис. 2. Программа расчета минимума расстояния между дескрипторами

Программа выводит результат  $K=3$ , свидетельствующий о том, что новый корм следует отнести к кормам супер-премиум класса.

Эта работа может быть использована в производстве кормов для оптимизации количественных и качественных характеристик рецептурной смеси, усовершенствования управления процессами производства и контроля качества продукции, снижения затрат на внедрение нового вида сухого корма для домашних животных.

Производство кормов промышленного изготовления является молодой и перспективной отраслью. Данный продукт является востребованным и набирающим

популярность среди владельцев и заводчиков в настоящее время. Российский рынок кормов и российские потребители готовы к вступлению на рынок нового отечественного производителя, о чем свидетельствует анализ рынка кормов [4].

### Литература

1. ГОСТ Р 54954-2012. Корма и кормовые добавки для непродуктивных животных. Термины и определения. – Введен 01.04.2013. – М.: Стандартинформ, 2013. – 3 с.
2. Аксенова О.И. Математическое моделирование рецептур кормов для непродуктивных животных, как инновационный метод составления рецептур // Сб. трудов III Международной научно-технической конференции «Современные материалы, техника и технология». – 2013. – С. 20–22.
3. Алексеев Г.В., Аксенова О.И. Использование нечеткой логики в пищевых производствах // Сб. материалов докладов IV международной научно-практической конференции «Фундаментальная наука и технологии – перспективные разработки». – 2014. – С. 4–8.
4. Алексеев Г.В., Аксенова О.И. Использование математического моделирования для ресурсосберегающих пищевых производств // Процессы и аппараты пищевых производств. – № 3(21) – 2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://processes.ihbt.ifmo.ru/file/article/10410.pdf>, своб.



#### Алейник Сергей Владимирович

Год рождения: 1964

Факультет информационных технологий и программирования,  
кафедра речевые информационные системы, аспирант

Специальность: 05.13.11 – Математическое и программное  
обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных  
сетей

e-mail: [aleinik@speechpro.com](mailto:aleinik@speechpro.com)

УДК 621.396.6

### УСКОРЕНИЕ АЛГОРИТМА ФИЛЬТРАЦИИ ЗЕЛИНСКОГО

С.В. Алейник

Научный руководитель – к.т.н., доцент М.Б. Столбов

Работа выполнена в рамках НИР № 713554 «Исследование методов и алгоритмов многомодальных биометрических и речевых систем».

Представлен алгоритм расчета передаточной функции пост-фильтра Зелинского. Предлагаемый алгоритм требует существенно меньше памяти и количества операций, чем известный «классический» алгоритм.

**Ключевые слова:** микрофонные решетки, пост-фильтр Зелинского.

**Введение.** Пост-фильтр Зелинского широко применяется в обработке речевых сигналов в микрофонной решетке (МР) [1–5]. Практически данный фильтр является простейшей реализацией многомерного фильтра Винера [1]. В литературе отмечается, что данный фильтр хорош для подавления изотропного шума [5–8]. Блок-схема обработки сигнала в МР с использованием пост-фильтрации представлена на рис. 1.

Основной вопрос в схеме, приведенной на рис. 1 – как оценивать передаточную функцию фильтра  $W(f, k)$ .

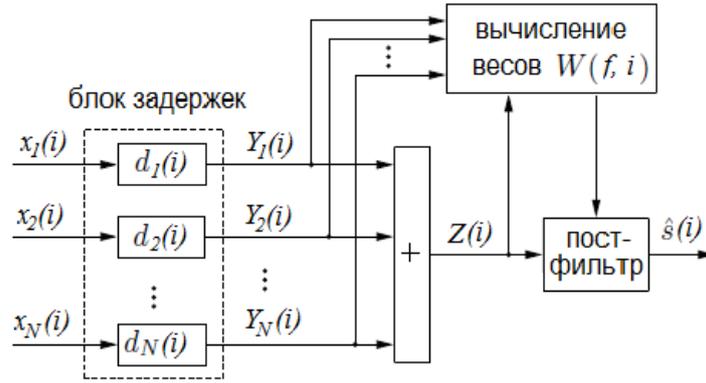


Рис. 1. Блок-схема обработки сигнала с использованием пост-фильтрации

**Пост-фильтр Зелинского.** Передаточная функция пост-фильтра Зелинского  $W(f, k)$  оценивается как [7–8]:

$$W(f, k) = \text{HR} \left\{ \frac{C_N \text{Re} \left[ \sum_{n=0}^{N-2} \sum_{m=n+1}^{N-1} \langle \Phi_{Y_n Y_m}(f, k) \rangle \right]}{\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \langle \Phi_{Y_n Y_n}(f, k) \rangle} \right\}, \quad (1)$$

где  $N$  – количество микрофонов в МР;  $f$  и  $k$  – индексы дискретной частоты и фрейма соответственно; оператор  $\langle \cdot \rangle$  обозначает экспоненциальное сглаживание по фреймам;  $\text{Re}[\cdot]$  – оператор, вычисляющий действительную часть комплексного числа;  $\text{HR}\{x\} = \max\{x, 0\}$  – оператор выпрямления;  $C_N = 2/(N^2 - N)$  – нормирующая константа. Сглаженные кросс-спектры  $\langle \Phi_{Y_n Y_m}(f, k) \rangle$  вычисляются по известной формуле:

$$\langle \Phi_{Y_n Y_m}(f, k) \rangle = \alpha \langle \Phi_{Y_n Y_m}(f, k-1) \rangle + (1-\alpha) Y_n(f, k) Y_m^*(f, k). \quad (2)$$

Видно, что в числителе (1) присутствуют вложенные циклы для  $n=0, N-2$  и  $m=n+1, N-1$ . Нетрудно понять, что общее число операций в этом случае равно  $(N^2 - N)/2$  (что как раз обратно величине нормирующей константы  $C_N$ ). Таким образом, для расчета числителя (1) нам необходимо:

1. иметь  $(N^2 - N)/2$  комплексных массива (для хранения сглаженных кросс-спектров);
2. произвести  $(N^2 - N)/2$  умножений спектров (для вычисления кросс-спектров).

Исходя из этого, вычислительная сложность (1) есть  $O(N^2)$ .

**Вывод ускоренного алгоритма Зелинского.** Вначале заметим, что операции осреднения по фреймам и суммирования в (1) можно поменять местами. Также это справедливо и для операций вычисления действительной части и экспоненциального осреднения. Таким образом, формула (1) может быть переписана в виде:

$$W(f, k) = \text{HR} \left\{ \frac{C_N \left\langle \text{Re} \left[ \sum_{n=0}^{N-2} \sum_{m=n+1}^{N-1} \Phi_{Y_n Y_m}(f, k) \right] \right\rangle}{\frac{1}{N} \left\langle \sum_{n=0}^{N-1} \Phi_{Y_n Y_n}(f, k) \right\rangle} \right\}. \quad (3)$$

Понятно, что (1) и (3) математически эквивалентны. Однако для расчета числителя (3) требуется только один действительный массив – для хранения сглаженной суммы.

Далее рассмотрим подробнее матрицу кросс-спектров  $\Phi(f, k)$ . Данная матрица имеет следующую форму (пример для  $N=4$ , индекс фрейма  $k$  опущен для простоты):

$$\begin{bmatrix} \Phi_{y_0y_0}(f) & \Phi_{y_1y_0}(f) & \Phi_{y_2y_0}(f) & \Phi_{y_3y_0}(f) \\ \Phi_{y_0y_1}(f) & \Phi_{y_1y_1}(f) & \Phi_{y_2y_1}(f) & \Phi_{y_3y_1}(f) \\ \Phi_{y_0y_2}(f) & \Phi_{y_1y_2}(f) & \Phi_{y_2y_2}(f) & \Phi_{y_3y_2}(f) \\ \Phi_{y_0y_3}(f) & \Phi_{y_1y_3}(f) & \Phi_{y_2y_3}(f) & \Phi_{y_3y_3}(f) \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Таким образом, сумма в числителе (3) есть сумма нижней треугольной матрицы:

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ \Phi_{y_0y_1}(f) & 0 & 0 & 0 \\ \Phi_{y_0y_2}(f) & \Phi_{y_1y_2}(f) & 0 & 0 \\ \Phi_{y_0y_3}(f) & \Phi_{y_1y_3}(f) & \Phi_{y_2y_3}(f) & 0 \end{bmatrix}. \quad (5)$$

Так как (4) является эрмитовой матрицей (т.е.  $\Phi_{Y_n Y_m}(f) = \Phi_{Y_m Y_n}^*(f)$  и, соответственно,  $\text{Re}[\Phi_{Y_n Y_m}(f)] = \text{Re}[\Phi_{Y_m Y_n}(f)]$ ), то можно записать сумму действительной части всех элементов (4):

$$\text{Re} \left[ \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{N-1} \Phi_{Y_n Y_m}(f, k) \right] = 2 \text{Re} \left[ \sum_{n=0}^{N-2} \sum_{m=n+1}^{N-1} \Phi_{Y_n Y_m}(f, k) \right] + \sum_{k=0}^{N-1} \Phi_{Y_k Y_k}(f, k). \quad (6)$$

Из (6) следует, что сумма элементов под знаком оператора  $\langle \cdot \rangle$  в числителе (3) есть:

$$\text{Re} \left[ \sum_{n=0}^{N-2} \sum_{m=n+1}^{N-1} \Phi_{Y_n Y_m}(f, k) \right] = \frac{1}{2} \left( \text{Re} \left[ \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{N-1} \Phi_{Y_n Y_m}(f, k) \right] - \sum_{k=0}^{N-1} \Phi_{Y_k Y_k}(f, k) \right). \quad (7)$$

Исходя из этого, (3) может быть переписана как:

$$W(f, k) = \frac{1}{2} N C_N \text{HR} \left\{ \frac{\left\langle \text{Re} \left[ \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{N-1} \Phi_{Y_n Y_m}(f, k) \right] - \sum_{k=0}^{N-1} \Phi_{Y_k Y_k}(f, k) \right\rangle}{\left\langle \sum_{n=0}^{N-1} \Phi_{Y_n Y_n}(f, k) \right\rangle} \right\}, \quad (8)$$

где множители  $\frac{1}{2}$ ,  $C_N$  и  $\frac{1}{N}$  вынесены в начало формулы.

Далее – у нас уже есть вычисленный суммарный выходной сигнал  $Z(f, k)$ :

$$Z(f, k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} Y_n(f, k). \quad (9)$$

Рассмотрим кросс-спектры сигналов с выхода блока задержек  $Y_n(f, k)$  и данного сигнала  $Z(f, k)$ :

$$\begin{aligned} \Phi_{Y_n Z}(f, k) &= Y_n(f, k) \cdot Z(f, k)^* = \frac{1}{N} Y_n(f, k) \left( \sum_{m=0}^{N-1} Y_m(f, k) \right)^* = \\ &= \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} Y_n(f, k) (Y_m(f, k))^* = \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} \Phi_{Y_n Y_m}(f, k). \end{aligned} \quad (10)$$

Таким образом,

$$\sum_{m=0}^{N-1} \Phi_{Y_n Y_m}(f, k) = N \Phi_{Y_n Z}(f, k). \quad (11)$$

Подстановка (11) в (8) дает:

$$W(f, k) = D_N \text{HR} \left\{ \frac{\left\langle N \text{Re} \left[ \sum_{n=0}^{N-1} \Phi_{Y_n Z}(f, k) \right] - \sum_{k=0}^{N-1} \Phi_{Y_k Y_k}(f, k) \right\rangle}{\left\langle \sum_{n=0}^{N-1} \Phi_{Y_n Y_n}(f, k) \right\rangle} \right\}, \quad (12)$$

где  $D_N = 1/(N-1)$ . Упрощая (12), окончательно получим:

$$W(f, k) = D_N \text{HR} \left\{ \frac{\left\langle N \text{Re} \left[ \sum_{n=0}^{N-1} \Phi_{Y_n Z}(f, k) \right] \right\rangle}{\left\langle \sum_{n=0}^{N-1} \Phi_{Y_n Y_n}(f, k) \right\rangle} - 1 \right\}. \quad (13)$$

**Анализ укоренного алгоритма Зелинского.** Понятно, что (1) и (13) математически эквивалентны. В то же самое время в (13) в числителе отсутствуют вложенные циклы, т.е. вычислительная сложность (13) равна  $O(N)$  в отличие от  $O(N^2)$  для (1). Таким образом, нам удастся достичь значительного ускорения вычисления передаточной функции пост-фильтра Зелинского, что особенно заметно для решеток с большим количеством микрофонов.

**Экспериментальные исследования.** В наших экспериментах мы моделировали эквидистантную МР, работающую по известной технологии «Перекрытие и Сумма» (Overlap and Add, OLA), подробно описанную в [9]. Параллельные расчеты (1) и (13) показали полную идентичность вычисленных передаточных функций.

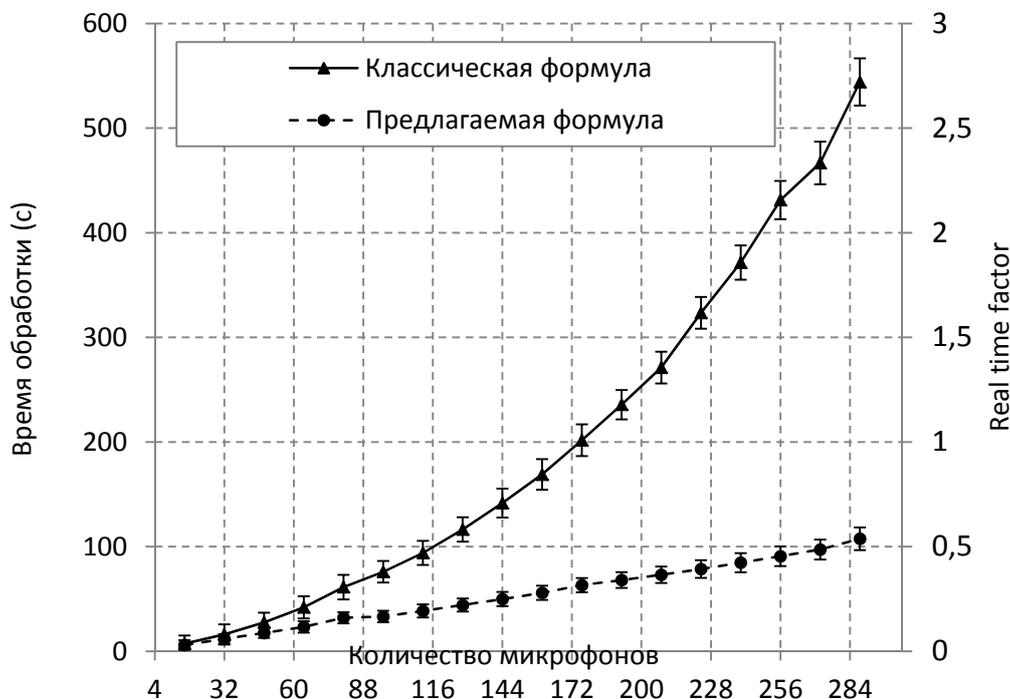


Рис. 2. Время обработки и Realtimefactor для 200-секундного аудиофайла как функция от количества микрофонов в МР

Тест на скорость вычислений проводился на реальной записи 200-секундного речевого сигнала с частотой дискретизации 16 кГц, с использованием компьютера Intel(R)

Core (TM) i5-4670 CPU 3.4 GHz. Количество микрофонов в МА менялось от 16 до 288. Количество испытаний для оценки среднего времени обработки сигнала и 95% интервала для среднего составляло 64. Результаты эксперимента представлены на рис. 2. Видно, что для малого количества микрофонов (<32) время обработки для классического и предлагаемого алгоритма практически равны. Видно также, что по мере увеличения  $N$  время вычисления для классического алгоритма растет квадратично, а для предлагаемого – линейно. При  $N=176$  время вычислений для (1) сравнивается с длиной сигнала (Realtimfactor = 1) – т.е. при  $N>176$  для (1) уже невозможна обработка в реальном времени. С другой стороны, (13) допускает вычисления в реальном времени даже для  $N=288$ .

**Выводы и результаты.** Предложен алгоритм передаточной функции пост-фильтра Зелинского, дающий численно те же результаты, что и классический известный алгоритм, но требующий значительно меньше памяти и операций комплексного умножения. Показано, что время расчета классического алгоритма есть квадратичная функция от числа микрофонов. При этом время расчета предложенного алгоритма зависит от числа микрофонов линейно. Данное свойство существенно ускоряет работу МР, что может быть особенно полезно в системах распознавания речи [2], идентификации и верификации диктора [10] и в мультимодальных системах [11].

### Литература

1. Zelinski R. A Microphone Array with Adaptive Post-Filtering for Noise Reduction in Reverberant Rooms // Proc. of Intl. Conf. on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP). – 1988. – P. 2578–2581.
2. Kumatani K., McDonough J., Raj B. Microphone array processing for distant speech recognition: From close-talking microphones to far-field sensors // IEEE Signal Processing Magazine. – 2012. – V. 29. – № 6. – P. 127–140.
3. Junfeng L., Akagi M. Theoretical Analysis of Microphone Arrays with Post-filtering for Coherent and Incoherent Noise Suppression in Noisy Environments // Proc. International Workshop on Acoustic Echo and Noise Control. – 2005. – P. 85–88.
4. Fischer S., Kammeyer K.D., Simmer K.U. Adaptive microphone arrays for speech enhancement in coherent and incoherent noise fields // Proc. 3rd Joint Meeting Acoust. Soc. Amer. and Acoust. Soc. Japan. – 1996.
5. McCowan A., Boulard H. Microphone array post-filter based on noise field coherence // IEEE Trans. Speech Audio Process. – 2003. – V. 11. – № 6. – P. 709–716.
6. Cheng N., Liu W., Li P., Xu B. An effective microphone array post-filter in arbitrary environments // Proc. INTERSPEECH. – 2008. – P. 439–442.
7. Löllmann H.W., Vary P. Post-filter design for superdirective beamformers with closely spaced microphones // Proc. of IEEE Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics. – 2007. – P. 291–294.
8. Wolff T., Buck M. A generalized view on microphone array postfilters // Proc. International Workshop on Acoustic Signal Enhancement. – 2010.
9. Stolbov M., Aleinik S. Speech enhancement with microphone array using frequency-domain alignment technique // Proc. of 54-th Conference on Audio Forensics Techniques, Technologies and Practice. – 2014. – № 54. – P. 1–5.
10. Kozlov A., Kudashev O., Matveev Yu., Pekhovsky T., Simonchik K., Shulipa A. SVID speaker recognition system for the NIST SRE 2012 // Lecture Notes in Computer Science. – 2013. – V. 8113. – P. 278–285.
11. Karpov A., Akarun L., Yalcin H., Ronzhin A., Demiroz B., Coban A., Zelezny M. Audio-Visual Signal Processing in a Multimodal Assisted Living Environment // Proc. of INTERSPEECH-2014. – 2014. – P. 1023–1027.



**Александрова Александра Михайловна**

Год рождения: 1990

Факультет точной механики и технологий, кафедра инженерной и компьютерной графики, группа № 5646

Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы и технологии

e-mail: sairanna@yandex.ru



**Костина Елена Евгеньевна**

Год рождения: 1991

Факультет точной механики и технологий, кафедра инженерной и компьютерной графики, группа № 5646

Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы и технологии

e-mail: kostina.elena2013@gmail.com



**Балканский Андрей Александрович**

Год рождения: 1983

Факультет точной механики и технологий, кафедра инженерной и компьютерной графики, ст. преподаватель

e-mail: abalkanskij@yandex.ru



**Смолин Артем Александрович**

Год рождения: 1977

Факультет точной механики и технологий, кафедра инженерной и компьютерной графики, к.ф.н., доцент

e-mail: artikus@inbox.ru

УДК 004.58

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ВЗГЛЯДА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ  
А.М. Александрова, Е.Е. Костина, А.А. Балканский  
Научный руководитель – к.ф.н., доцент А.А. Смолин**

Для регистрации взгляда пользователя используется устройство eye-tracker. Имеется программное обеспечение, позволяющее управлять компьютером при помощи eye-tracker. **Цель работы** – выявить недостатки существующего программного обеспечения для управления компьютером при помощи взгляда, с последующей разработкой методики улучшения данного программного обеспечения. В работе были выделены характеристики, которым должно удовлетворять устройство ввода, в данном случае eye-tracker, а также сильные и слабые стороны программного обеспечения устройства eye-tracker.

**Ключевые слова:** eye-tracker, устройство слежения за взглядом, управление компьютером при помощи взгляда, регистрация взгляда пользователя, программное обеспечение для eye-tracker, bkb, характеристики eye-tracker.

В последнее время технология отслеживания взгляда приобретает популярность в различных сферах деятельности человека, таких как когнитивные науки, медицинские

исследования, автомобильные и спортивные тренажеры, различные симуляторы, usability исследования, системы связи, разрабатываемые для инвалидов и др.

Результатом работы «тестирование интерфейса свободно распространяемого программного обеспечения (ПО) (bkb) для управления компьютером eye-tracker» стал анализ возможностей, предоставляемых различным ПО для eye-tracker. В ходе исследований были выявлены преимущества и недостатки данного ПО.

**Введение. Eye-tracker** – это устройство, используемое для определения ориентации оптической оси глазного яблока в пространстве [1].

Человек, который по состоянию здоровья не может удержать в руке компьютерную мышь (парализован, не имеет рук и т.д.), находится в некоторой изоляции по отношению к окружающим. Он самостоятельно не может общаться с друзьями в социальной сети, пользоваться различными услугами через Интернет. Описания технологий, частично решающих эту проблему, встречаются у различных разработчиков (преимущественно за рубежом). Одной из основных проблем данного ПО является большая себестоимость.

Технологии eye-tracking используются, в основном, для usability или различных маркетинговых исследований [2]. Появилось оборудование, стоящее в десятки раз меньше, способное решать те же задачи, что и дорогостоящее оборудование. Однако существующее ПО – не должного уровня. Основными проблемами при использовании такого ПО являются: нестабильная работа, работа не со всеми системами, отсутствие необходимых функций и пр. ПО плохо приспособлено для респондентов в очках, есть серьезные отклонения в координатах взгляда.

**Цель работы** – выявить недостатки существующего ПО для управления компьютером при помощи взгляда с последующей разработкой методики улучшения данного ПО.

#### Задачи:

1. определить необходимые характеристики системы eye-tracker, подходящие всем респондентам, включая людей с ограниченными возможностями;
2. исследовать соответствующее ПО, которое можно использовать:
  - для управления компьютером (в том числе людям с ограниченными возможностями);
  - для качественного тестирования респондентов в очках.

В табл. 1 представлены оптимальные характеристики eye-tracker.

Таблица 1. Оптимальные характеристики eye-tracker

Точность измерений (град)	Частота сканирования (Гц)	Вес (г)	Дополнительный диапазон движения головой (см)	Допустимое расстояние (см)	Время калибровки	Ориентировочная цена (\$)
0,5	от 60	не более 500	–	50–70	не более 15 мин	не более 200

**Tobii Studio как основное ПО.** Tobii Studio – ПО систем регистрации движения глаз.

Преимущества данного ПО:

- быстрая калибровка (около 30 с);
- хорошая точность;
- замена многих функций мыши.

Недостатки:

- необходимость сначала назначить горячие клавиши (т.е. первоначально необходимо иметь мышку и работать с ней);
- не реализована функция перетаскивания;
- постоянная потребность в клавиатуре.

Стоит также отметить, что интерфейса для реализации функций мыши программа не имеет. Видимо, из-за этого и реализованы не все функции мыши.

Данное ПО позволяет:

- представлять данные регистрации слежения и полученных результатов;
- записывать, удаленно просматривать, воспроизводить и визуализировать данные слежения;
- использовать статистические данные для количественного анализа [3].

В процессе исследования были выявлены следующие недостатки: при начале сессии у большинства тестируемых возникала путаница из-за названий «сессия», «проект», «тест», а также очень неудобным, по их мнению, является наименование новой сессии, так как приходится 3 раза вводить название (одно и то же).

В табл. 2 представлены положительные и отрицательные характеристики ПО для eye-tracker (Tobii).

Таблица 2. Положительные и отрицательные характеристики ПО для eye-tracker (Tobii)

Положительные	Отрицательные	Необходимо
Интуитивно понятный интерфейс	Путаница в начале	Сделать более эргономичным
Удобно калибровать (подсвечиваются точки в разных частях экрана, всего 9 точек)	Необходимо вводить название несколько раз	Создать возможность выбрать/сохранить имя в рамках одного тестирования
Быстрота калибровки (всего 30 с)	Неточные измерения, если респондент в очках	Добавить возможность людям не снимать очки/линзы

Также стоит упомянуть о решении проблемы регистрации взгляда и управления компьютером при помощи этого в устройстве GT3D [4]. Это устройство состоит из двух камер. Камеры постоянно отслеживают координаты глаз и дают возможность пользователю просматривать веб-сайты или набирать сообщения при помощи взгляда. В нем функции кликов реализованы при помощи анализа морганий – моргание правым глазом – клик правой кнопки мыши, левым – левой кнопкой.

У данного метода нет специального интерфейса, а используя подобную систему и виртуальную клавиатуру, не слишком удобно. Для набора сообщения, к примеру, в социальной сети, придется моргать на каждую букву будущего текста – даже небольшое послание составляет 100–150 символов, именно столько раз придется закрыть и открыть левый глаз. В связи с этим наличие интерфейса, который заменил бы моргание, было бы более удобным и перспективным.

Для обоих этих устройств подойдет ПО, написанное простым пользователем eye-tracker [5].

Оно реализовано наиболее удобно. В наличии имеется интерфейс, который позволяет выбрать необходимое действие мышкой (правый клик, левый, колесико и т.д.). Пользователь, смотря на эти кнопки, выбирает действие и проводит определенные манипуляции с компьютером. Но из-за не точности регистрации взгляда возникает необходимость в дополнительных функциях. Так, при выборе буквы, приходится ждать некоторое время пока пройдет полоска, показывающая, что выбрана именно эта буква. Но на данный момент это ПО еще не доработано, и для максимального удобства использования требует усовершенствование.

В табл. 3 представлены результаты сравнения соответствующего ПО. Также были рассмотрены другие программные среды: коммерческие – 3, свободно распространяемые – 7, но они решают слишком узкую задачу и не отвечают необходимым требованиям.

Таблица 3. Программное обеспечение

ПО	Функции мыши	Использование клавиатуры	Наличие интерфейса
Tobii	+/-	+	-
GT3D	+	-	-
ПО от Masta Lomaster	+	-	+/-

**Выводы.** В ходе проделанных работ были выделены характеристики, которым должно удовлетворять устройство ввода, в данном случае eye-tracker. В результате исследования были выявлены сильные и слабые стороны программного обеспечения устройства eye-tracker.

Рассмотрены возможные варианты для использования любыми пользователями, включая людей с ограниченными возможностями.

На основе данного исследования выявлена необходимость для решения проблемы улучшения взаимодействия с компьютером различных пользователей (в том числе с ограниченными возможностями), с помощью разработки методики создания интерфейсов для подобного программного обеспечения и написания плагина для людей, использующих очки.

### Литература

1. Окулография [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Окулография>, своб.
2. Принцип работы eye tracking [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.eye-tracking.ru/?page\\_id=566](http://www.eye-tracking.ru/?page_id=566), своб.
3. Tobii Eye Tracking – Оборудование и программное обеспечение для исследований [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tobii.com/russia>, своб.
4. Fincher J. Eyes-on with Tobii's eye-tracking technology. – 2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gizmag.com/eyes-on-tobii-eye-tracking-ces-2014/30516/>, своб.
5. Управление компьютером при помощи глаз – практическая реализация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/208108/>, своб.



### **Алексиков Александр Игоревич**

Год рождения: 1991

Факультет криогенной техники и кондиционирования,  
кафедра кондиционирования воздуха, группа № и6454

Направление подготовки: 141200 – Энергоресурсосбережение  
в системах жизнеобеспечения зданий, сооружений и автономных  
объектах

e-mail: sub-z3ro@bk.ru

УДК 62-713

## **СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ВОЗДУХА НА ВХОДЕ В ГАЗОТУРБИННЫЕ УСТАНОВКИ**

**А.И. Алексиков**

**Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Л. Емельянов**

Научно-исследовательская работа выполнена в рамках договора о сотрудничестве с фирмами о совместной деятельности.

Для стран с теплым климатом, а также южных регионов России повышение эффективности газотурбинных энергоустановок путем охлаждения подаваемого на вход воздуха очень актуально. При соблюдении всех правил эксплуатации обеспечивается быстрая окупаемость оборудования за счет повышения КПД и мощности энергоблоков, а также сокращение эксплуатационных расходов.

**Ключевые слова:** повышение эффективности, газотурбинная установка, утилизация теплоты, абсорбционная бромисто-литиевая холодильная машина, холодопроизводительность, испарительное охлаждение, комплексное воздухоочистительное устройство.

Повышение эффективности газовой турбины – очень актуальная задача. С ростом температуры окружающей среды в летний период значительно снижается ее производительность. Благодаря применению систем охлаждения воздуха на всасывании турбины удается повысить эффективность турбины до 16% в летний период, а также сэкономить до 12% топлива.

Для стран с теплым климатом, а также южных регионов России повышение эффективности газотурбинных энергоустановок (ГТУ) путем охлаждения подаваемого на вход в компрессор воздуха весьма актуально. Внедрение новых технологий позволяет экономить сжигаемое топливо, повысить эффективность выработки электрической и тепловой энергии, а также снизить выбросы вредных веществ в окружающую среду. При соблюдении всех правил эксплуатации обеспечивается быстрая окупаемость оборудования за счет повышения КПД и мощности энергоблоков, а также сокращения эксплуатационных расходов. В условиях роста электропотребления мощность энергоблока, особенно в летний период, можно повысить на 10–26% путем модернизации комплексных воздухоочистительных устройств (КВОУ) за счет интеграции в их конструкцию блока охлаждения воздуха.

Рассмотрим преимущества и недостатки использования системы охлаждения. Номинальная мощность турбин обычно приводится для температуры воздуха 15°C, относительной влажности 60% и высоты над уровнем моря в соответствии с ISO. Данные по мощности для других условий эксплуатации можно получить у производителей оборудования.

Для общих расчетов должны учитываться следующие факторы:

1. каждое повышение температуры воздуха на 10°C приводит к падению мощности на 8%;
2. увеличение высоты площадки ГТУ над уровнем моря на 300 м приводит к падению мощности на 3,5%;
3. каждая дополнительная потеря давления на 1 кПа в фильтрах, шумоглушителях и выхлопных газоходах вызывает снижение мощности на 2%;
4. дополнительные потери давления в котле-утилизаторе, шумоглушителе и газоходах на выходе приводят к снижению мощности на 1,2%;
5. изменение КПД турбины на разных частотах вращения может рассматриваться как результат изменения температуры наружного воздуха.

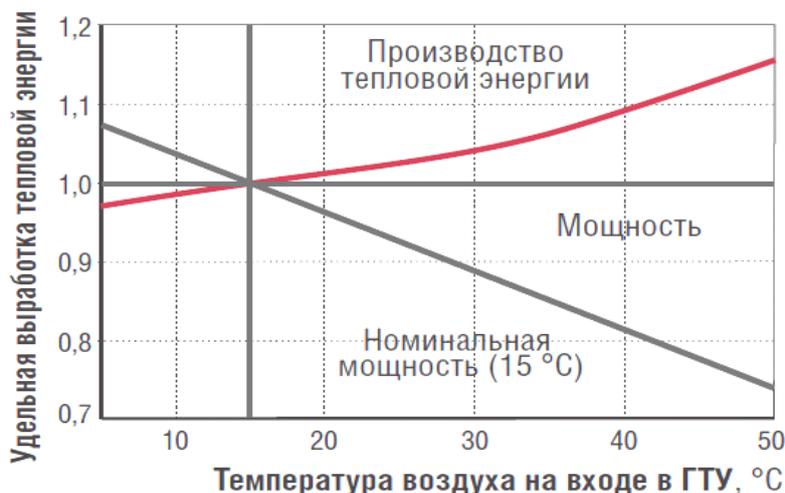


Рис. 1. Изменение электрической и тепловой мощности в зависимости от температуры наружного воздуха

На рис. 1 показано изменение электрической и тепловой мощности в зависимости от температуры наружного воздуха.

Как видно из рисунка снижение температуры подаваемого в турбину воздуха с 35°C до 15°C предотвращает потенциальное снижение мощности ГТУ на 27% при высокой температуре наружного воздуха.

Повышение эффективности использования топлива – это одно из наиболее важных преимуществ использования системы охлаждения на входе ГТУ. При повышении температуры с 15°C до 38°C увеличивается удельный расход топлива, что, в свою очередь, приводит к снижению КПД на 4%. Этот негативный фактор может быть устранен путем охлаждения воздуха, подаваемого в газовую турбину. Для стандартных ГТУ снижение температуры воздуха до 6°C уменьшает удельный расход топлива и повышает КПД на 2%.

Существует несколько основных конкурирующих вариантов систем охлаждения воздуха на входе в компрессор ГТУ:

1. система испарительного охлаждения (контактные аппараты с орошаемой насадкой, форсуночные камеры и пр.);
2. система охлаждения с впрыском деминерализованной воды;
3. система с применением поверхностных воздухоохладителей с непосредственным кипением холодильного агента или промежуточным теплоносителем. При этом получение холода может быть реализовано либо в парокомпрессионных холодильных машинах (ПКХМ), либо в теплоиспользующих абсорбционных холодильных машинах (АБХМ), утилизирующих теплоту выхлопных газов турбины.

На рис. 2 представлен вариант принципиальной схемы системы испарительного охлаждения воздуха на входе в компрессор ГТУ. Охлаждение приточного воздуха происходит за счет скрытой теплоты испарения жидкости.

Чем выше разница между температурой «сухого» и «мокрого» термометра, тем выше эффект охлаждения данным методом. При этом процесс охлаждения воздуха напоминает адиабатное увлажнение. Специальный пористый смоченный материал может размещаться как до воздушных фильтров, так и после них. Если скорость воздуха в сечении КВОУ менее 2,5 м/с, то устанавливать каплеуловитель нет необходимости.

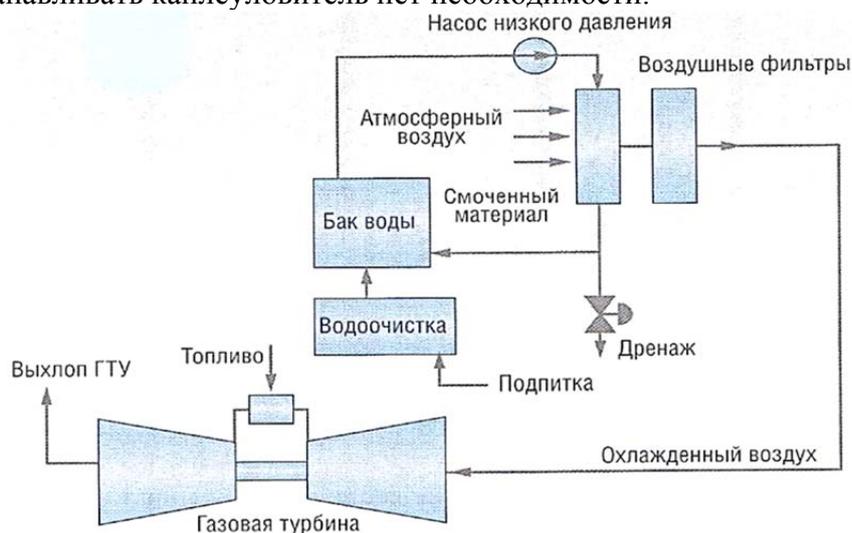


Рис. 2. Принципиальная схема системы испарительного охлаждения воздуха на входе в компрессор ГТУ

Преимуществами такого рода системы являются:

- относительно низкие капитальные затраты, а также затраты на ремонт и обслуживание; сравнительно низкое электропотребление;
- небольшие сроки на установку и ввод в эксплуатацию; возможность использования этой системы в качестве дополнительной ступени фильтрации.

Недостатки такой схемы охлаждения следующие:

- предел эффекта охлаждения – температура мокрого термометра;
- потери давления на данном устройстве составляют 130 Па, что является серьезным аэродинамическим сопротивлением.

На рис. 3 представлена система охлаждения с применением деминерализованной воды. В этом случае охлаждение происходит за счет точечного распыления мелких капель воды. Форсунки с диаметром сопла 0,15–0,3 мм располагаются после воздушных фильтров перед шумоглушителями, создавая туман в воздушном потоке.

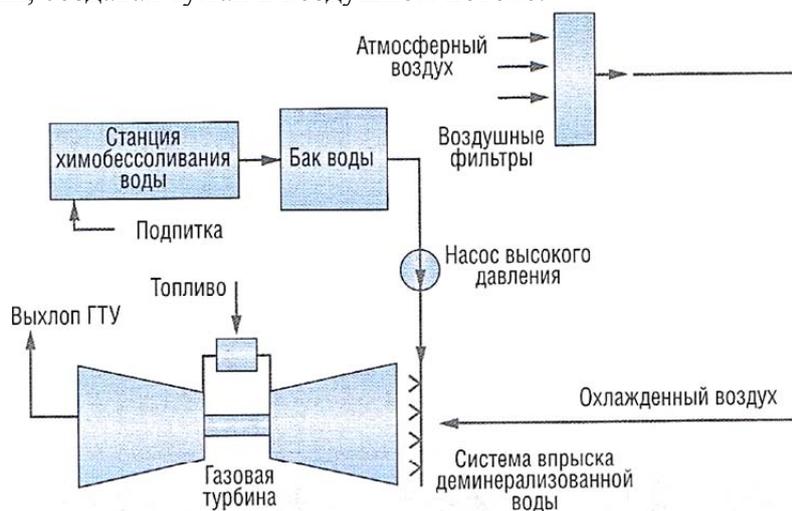


Рис. 3. Система охлаждения с применением деминерализованной воды

Насосная группа с регулирующей арматурой и высокоэффективной системой фильтрации также устанавливается на бетонном основании под КВОУ, соединяется и подключается к источнику деминерализованной воды.

После фильтрации деминерализованная вода под давлением 7–15 МПа подается по трубкам на форсунки для распыления. Основная задача такой системы охлаждения обеспечить относительную влажность воздуха 90% и одновременно охладить его.

Преимущества такой системы:

- увеличение производительности турбина на 5–6% независимо от температуры мокрого термометра;
- сокращение эмиссии  $\text{CO}_2$  и  $\text{NO}_x$ .

Недостатки системы следующие:

- более активно протекают эрозионно-коррозионные процессы в проточной части ГТУ;
- необходимо глубокое химическое обессоливание воды, четкая настройка генератора капель;
- снижение КПД комбинированного цикла до 1% из-за снижения температуры газов после ГТУ.

На рис. 4, 5 представлены наиболее перспективные, по мнению автора, системы охлаждения воздуха с применением абсорбционных бромисто-литиевых холодильных машин (АБХМ). Процесс охлаждения происходит за счет теплопередачи от хладоносителя, протекающего по оребренным трубкам теплообменника КВОУ, к охлаждаемому приточному воздуху, поступающему далее на всасывание компрессора турбины. Источником энергии для такого рода холодильных машин является теплоноситель (пар/горячая вода), нагреваемый за счет утилизации отводимой в окружающую среду теплоты выхлопных газов, или непосредственно выхлопные газы. При этом снижаются выбросы  $\text{NO}_x$  и  $\text{CO}_2$ . Следует отметить, что теплообменник КВОУ, работающий в теплый период года в режиме

воздухоохладителя, в зимний период может использоваться, как калорифер антиобледенительной системы.



Рис. 4. Система охлаждения воздуха на входе в компрессор ГТУ с применением АБХМ на выхлопных газах

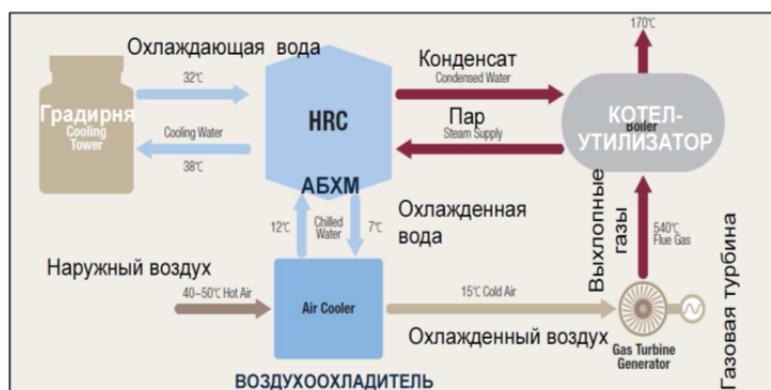


Рис. 5. Система охлаждения воздуха на входе в компрессор ГТУ с применением АБХМ

На психрометрической диаграмме рис. 6 изображен процесс охлаждения воздуха в поверхностном воздухоохладителе при применении водоохлаждающих холодильных машин. Как видно из диаграммы в этом случае охлаждение воздуха, поступающего в компрессор ГТУ, не ограничено температурой мокрого термометра.

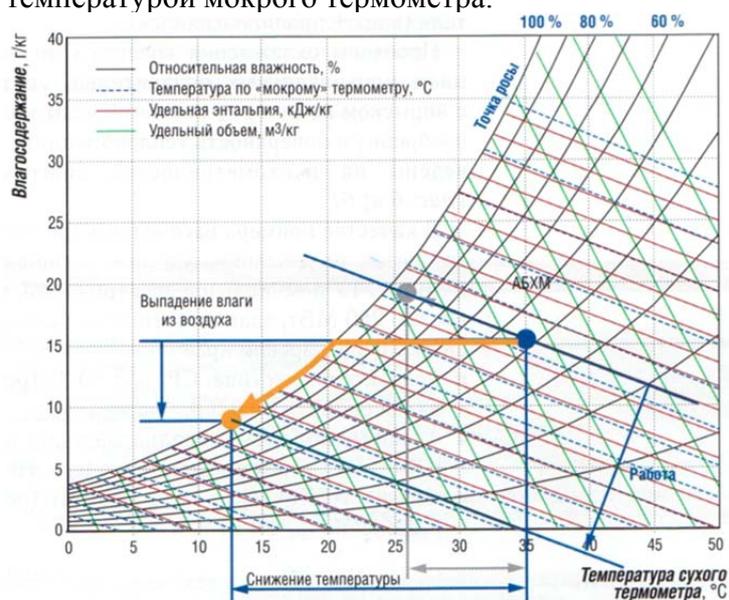


Рис. 6. Процесс охлаждения воздуха в поверхностном воздухоохладителе при применении водоохлаждающих холодильных машин

Холодильная мощность АБХМ рассчитывается по формуле (1) и определяет количество холода, необходимого для эффективного охлаждения рабочего тела (воздуха) ГТУ через оребренную поверхность теплообменника.

$$Q_{\text{хол}} = G_{\text{среды}}(h_{\text{гор}} - h_{\text{хол}}), \quad (1)$$

где  $G_{\text{среды}}$  – расход промежуточного теплоносителя;  $h_{\text{гор}}$  – энтальпия нагретого в процессе теплопередачи в КВОУ хладоносителя;  $h_{\text{хол}}$  – энтальпия охлажденного в АБХМ хладоносителя.

Данная система охлаждения имеет ряд преимуществ:

- возможность увеличения производительности ГТУ независимо от температуры мокрого термометра;
- отсутствие негативного влияния на проточную часть ГТУ;
- относительно низкое электропотребление собственных нужд;
- значительное сокращение уровня эмиссии выхлопных газов ГТУ.

К недостаткам этой системы относятся:

- относительно высокие капитальные затраты;
- высокое аэродинамическое сопротивление в теплообменнике КВОУ.

На рис. 7 показаны изменения температуры воздуха, поступающего на вход осевого компрессора ГТУ при моделировании различных систем охлаждения. Исследования проводились с апреля по октябрь 2012 г. Как следует из графика, система охлаждения на базе АБХМ, суммарной холодильной мощностью 11,5 МВт позволяет поддерживать температуру воздуха на входе в ГТУ практически на неизменном уровне вне зависимости от параметров наружного воздуха.

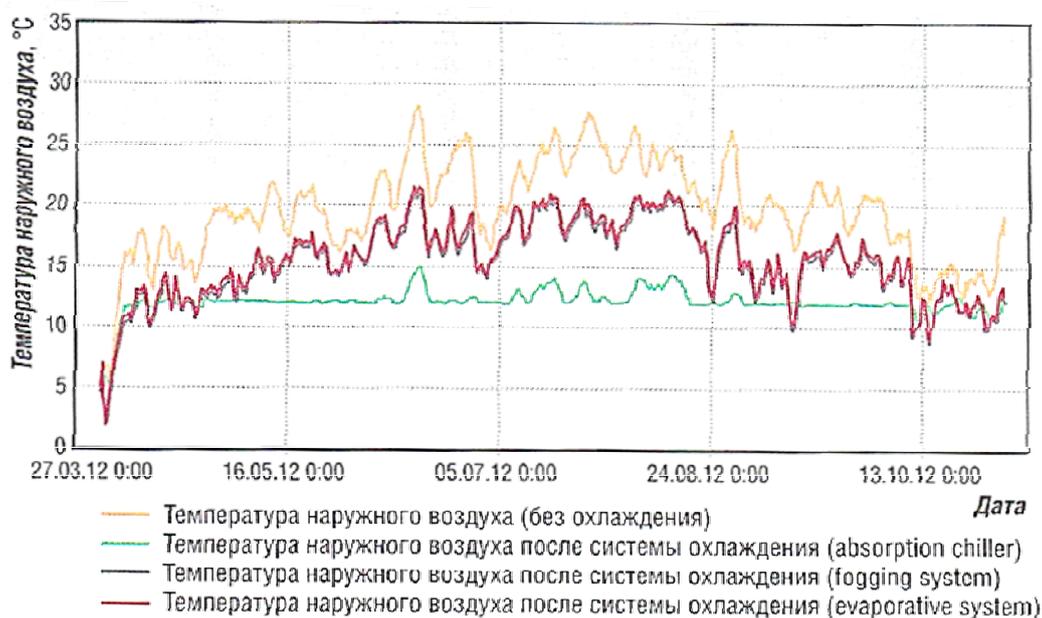


Рис. 7. Изменения температуры воздуха, поступающего на вход осевого компрессора ГТУ при моделировании различных систем охлаждения

При выборе той или иной системы охлаждения воздуха на входе в компрессор ГТУ необходимо провести технико-экономический анализ проекта с учетом максимальной продолжительности периода высоких температур и графика электрических нагрузок ГТУ (день/ночь) за исследуемый период.

При разработке систем охлаждения на базе АБХМ следует оптимизировать ряд параметров:

1. расчетную температуру наружного воздуха;

2. температуру воздуха после воздухоохладителя;
3. температуру хладоносителя;
4. расчетную холодопроизводительность оборудования.

В качестве критерия оптимизации возможно использовать максимум ежегодной прибыли от внедрения системы за вычетом амортизационных отчислений:

$$П = Д - (0,15 - 0,3) \times К, \quad (2)$$

где  $\Pi$  – критерий оптимизации, ежегодная условная прибыль от реализации мероприятий;  $D$  – дополнительный доход от реализации мероприятий, равный сумме стоимости дополнительно реализованной электроэнергии и стоимости сэкономленного газа;  $K$  – капитальные затраты на реализацию системы;  $(0,15 - 0,3) \times K$  – амортизационные отчисления.

Кроме того, при реконструкции существующих теплоэлектроцентралей и проектировании новых следует оценивать наличие практической возможности модернизации КВОУ и наличие дополнительных площадей для размещения оборудования.

### Литература

1. Анисимов С.Н., Круговых Д.Е., Молодкин Д.С. Повышение производительности ГТУ при высоких температурах наружного воздуха // Турбины и Дизели. – 2013. – № 6. – С. 34–41.
2. Карпов В.В., Митин А.А. Повышение эффективности работы ГТУ-ТЭЦ «Международная» в теплый период года // Турбины и Дизели. – 2010. – № 1. – С. 14–16.
3. Шахин Н., Агюл Х. Системы охлаждения воздуха на входе в газотурбинные установки // Турбины и Дизели. – 2011. – № 2. – С. 8–11.
4. Алексиков И.Ю., Кузьмина А.В. Производство холода в системах тригенерации // Турбины и Дизели. – 2014. – № 1. – С. 12–17.
5. Stewart W.E., Jr. Combustion Turbine Inlet Air Cooling Systems [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.globalspec.com/reference/58192/203279/chapter-1-combustion-turbines-and-inlet-air-cooling>, своб.



#### Алентьева Ольга Сергеевна

Год рождения: 1989

Факультет холодильной, криогенной техники  
и кондиционирования воздуха, кафедра криогенной техники,  
группа № и6451

Направление подготовки: 141200 – Системы ожигения и разделения  
газов и их транспортирование

e-mail: [olya.alenteva@mail.ru](mailto:olya.alenteva@mail.ru)

УДК 536.24

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ЭКРАНА НА ИСПАРЯЕМОСТЬ ГЕЛИЯ В БЕЗАЗОТНОМ КРИОСТАТЕ

О.С. Алентьева

Научный руководитель – к.т.н., доцент В.Н. Замарашкина

В работе рассмотрен безазотный гелиевый криостат с высоковакуумной изоляцией, имеющий экран, охлаждаемый парами испарившегося гелия. Выполнены тепловые расчеты криостата без экрана и для случаев использования экранов, изготовленных из алюминия и стали, для разных принятых температур экранов. Определена реальная температура экрана, охлаждаемого парами испарившегося криопродукта, и испаряемость гелия.

**Ключевые слова:** криостат, гелий, высоковакуумная изоляция, теплоприток по тепловым мостам, теплоприток за счет теплопроводности остаточных газов, лучистый теплоприток, испаряемость гелия.

В низкотемпературной технике существуют криостаты различного назначения для проведения низкотемпературных исследований. Криостат – устройство для поддержания в рабочем объеме постоянной криогенной температуры (ниже 120 К), обычно с помощью сжиженных газов с низкой температурой кипения (азота, водорода, гелия и др.). К криостатам, предназначенным для работы с жидким гелием, предъявляются особые требования по конструкции криостата, типу материала, типам прокладок для уплотнения разъемных соединений и теплоизоляции.

В качестве объекта исследования был взят цилиндрический гелиевый безазотный криостат, кожух и внутренний сосуд которого изготовлены из нержавеющей стали. Криостат имеет высоковакуумную изоляцию.

В изоляционном пространстве между кожухом и внутренним сосудом находится экран, охлаждаемый парами испаряющегося гелия. Кроме этого, между кожухом и экраном, экраном и внутренним сосудом имеются механические связи в виде стержней из нержавеющей стали 12Н18Х. Горловина криостата выполнена из нержавеющей стали и закрыта пенопластовой пробкой.

Диаметр кожуха 0,36 м, диаметр внутреннего сосуда 0,32 м, высота криостата 0,36 м, длина стержня 0,15 м, диаметр горловины 0,10 м.

В качестве цели исследования была поставлена задача выбора материала, из которого должен быть изготовлен экран криостата. В качестве вариантов рассматривались алюминий и медь. Критерием выбора материала является обеспечение минимального теплопритока к внутреннему сосуду криостата, что гарантирует минимальную испаряемость гелия в процессе проведения научного эксперимента.

Для определения теплопритоков был выполнен тепловой расчет рассматриваемого криостата. В результате анализа было установлено, что суммарный теплоприток как от кожуха к экрану, так и от экрана к внутреннему сосуду состоит из трех составляющих:

- лучистый теплоприток;
- теплоприток за счет теплопроводности остаточных газов;
- теплоприток по тепловым мостам.

Для расчета лучистого теплопритока использовалось выражение [1]:

$$Q_{л} = \sigma E_{п} ((T1 / 100)^4 - (T2 / 100)^4) F_{вн},$$

где  $\sigma = 5,77 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ ;  $E_{п}$  – приведенный коэффициент черноты;  $T1$  – температура теплой поверхности, К;  $T2$  – температура холодной поверхности, К;  $F_{вн}$  – площадь принимающей излучение поверхности,  $\text{м}^2$ .

Теплоприток по тепловым мостам определялся как [2]:

$$Q_{т. м.} = n \lambda_{ср} / L f (T1 - T2),$$

где  $n$  – количество тепловых мостов,  $n=4$ ;  $\lambda_{ср}$  – коэффициент теплопроводности,  $\lambda_{ср} = \lambda T1 + \lambda T2 / 2$ ;  $f$  – площадь поперечного сечения моста,  $f = 2,5 \text{ м}^2$ .

Для расчета третьей составляющей, а именно теплопритока за счет теплопроводности остаточных газов  $Q_{о.г.}$  можно воспользоваться выражением [2]:

$$Q_{о. г.} = a (k + 1 / k - 1) (T1 - T2) / \sqrt{M T1} p F_{вн},$$

где  $a$  – коэффициент аккомодации;  $k$  – показатель адиабаты воздуха,  $k=1,4$ ;  $M$  – молекулярная масса,  $M=29$ ;  $p$  – давление в изоляционном пространстве,  $p=1,33 \cdot 10^{-3} \text{ Па}$ .

Значение приведенного коэффициента черноты зависит от материала, из которого изготовлен экран.

Коэффициент аккомодации также зависит от того, из какого металла выполнен экран [1]:

$$A_0 = 1 / 1/a_2 + F_{вн.} / F_k (1/a_1 - 1),$$

где  $a_1$  и  $a_2$  – коэффициенты аккомодации наружной и внутренней поверхностей.

Тепловой расчет криостата выполнялся для двух заданных температур экрана  $T_{э} = 200 \text{ К}$ ;  $130 \text{ К}$ . Для сравнения были определены составляющие суммарного теплопритока для случая криостата с высоковакуумной изоляцией без экрана.

Результаты, полученные при расчете суммарного теплопритока от экрана к внутреннему сосуду  $Q_{\text{сум.э-в.с.}}$ , были использованы для определения количества испарившегося из внутреннего сосуда криостата гелия:

$$M = Q_{\text{сум.э-в.с.}}/r,$$

где  $r$  – теплота парообразования,  $r = 20,4$  Кдж/кг.

Результаты тепловых расчетов безазотного криостата для экранов, изготовленных из алюминия и меди, сведены в табл. 1 и табл. 2.

Таблица 1. Теплопритоки и испаряемость гелия для криостата с алюминиевым экраном

$T_{\text{э}}$	$Q_{\text{л.}}$	$Q_{\text{о.г.}}$	$Q_{\text{т.м.}}$	$Q_{\text{сум.}}$	$M, \text{ г}$
От кожуха к экрану					
200	3,19	0,0037	0,438	3,7	–
130	2,67	0,0044	0,485	3,3	–
От экрана к внутреннему сосуду					
200	0,26	0,0018	0,4180	0,83	0,04
130	0,07	0,0032	0,0004	0,22	0,01
Без экрана					
300	3,67	0,0080	2,90	6,7	0,33

Таблица 2. Теплопритоки и испаряемость гелия для криостата с медным экраном

$T_{\text{э}}$	$Q_{\text{л.}}$	$Q_{\text{о.г.}}$	$Q_{\text{т.м.}}$	$Q_{\text{сум.}}$	$M, \text{ г}$
От кожуха к экрану					
200	3,09	0,32	0,35	3,94	–
130	0,007	0,007	0,003	0,17	–
От экрана к внутреннему сосуду					
200	0,256	0,006	0,71	1,12	0,06
130	0,047	0,006	0,03	0,23	0,01
Без экрана					
300	1,64	0,008	1,06	2,86	0,14

Наличие экрана между кожухом и внутренним сосудом позволяет существенно уменьшить потери от испарения гелия. Например, если экран имеет температуру 130 К, то испаряемость гелия снижается в 33 раза.

Анализ полученных результатов позволяет также сделать вывод о том, что в понижении температуры материал, из которого изготовлен экран, роли практически никакой не играет, так как испаряемость гелия для экрана из алюминия и меди при температуре экрана 130 К имеет одно и то же значение.

Если рассматривать теплопритоки только для одного варианта экрана, то видно, что с уменьшением температуры экрана теплопритоки как от кожуха к экрану, так и от экрана к внутреннему сосуду уменьшаются. При этом более существенное изменение отмечено для суммарного теплопритока к внутреннему сосуду (74% против 11%).

Кроме того, из анализа теплопритоков по составляющим видно, что наибольшее значение имеет теплоприток по тепловым мостам, вторая по величине составляющая – лучистый теплоприток. И пренебрежимо мал теплоприток за счет теплопроводности остаточных газов.

## Литература

1. Малков М.П. Справочник по теплофизическим основам криогеники. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 432 с.
2. Архаров А.М., Марфенина И.В., Микулин Е.И. Криогенные системы: учебник для студентов вузов по специальности «Техника и физика низких температур»: в 2 т. Т.2. Основы теории и расчета. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1996. – 576 с.



**Алушкина Елена Владимировна**

Год рождения: 1992

Факультет технологического менеджмента и инноваций,  
кафедра экономики и стратегического менеджмента, группа № 6074

Направление подготовки: 38.04.05 – Бизнес-информатика

e-mail: elena.alushkina@gmail.com

УДК 004.75

## **ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В РОССИИ**

**Е.В. Алушкина**

**Научный руководитель – к.э.н., доцент П.В. Бураков**

Работа посвящена изучению основных отличий при внедрении корпоративных информационных систем в условиях российского бизнеса. Целью внедрения КИС всегда является управление более эффективным способом по сравнению с предшествующими инструментами управления предприятием. Несмотря на то, что на Западе уже довольно давно разработаны хорошие дорогостоящие решения для оптимизации бизнес-процессов, их внедрение в российских условиях не всегда дает ожидаемый результат, а порой оборачивается впустую потраченными средствами и временем. Исходя из этого, при внедрении КИС на российских предприятиях необходимо учитывать существующие отличия российского бизнеса от западной модели.

**Ключевые слова:** корпоративные информационные системы, внедрение, проблемы внедрения.

Автоматизация – одна из главных тенденций развития современного управления предприятиями. Нынешний уровень развития автоматизированных систем управления предприятиями можно обозначить как уровень интегрированного управления. В связи с этим в деловом и научном мире используется аббревиатура КИС – корпоративные информационные системы.

КИС – это принадлежащая корпорации (предприятию) система, которая управляет корпорацией (предприятием) на базе единой модели, включающей все процессы и функции бизнеса, совершая автоматизированные операции с информацией в рамках полного управленческого цикла прямой и обратной связи.

Главный управленческий смысл КИС – управление более эффективным способом по сравнению с предшествующими инструментами управления предприятиями. Несмотря на то, что КИС по определению должны способствовать положительному развитию бизнеса, на практике очень часто оказывается наоборот: предприятия тратят большие деньги на приобретение и внедрение системы, но не получают ожидаемого эффекта [1].

Несмотря на это, предприятия все равно расходуют большие средства на покупку и внедрение КИС, обосновывая это необходимостью равного соперничества с конкурентами, которые активно используют преимущества интегрированного автоматизированного управления.

Что имеется в виду, когда речь идет о неудачах внедрения и использования КИС? В первую очередь это увеличение, порой до бесконечности, сроков внедрения систем, внеплановое удорожание стоимости внедрения, неполная реализация опций систем, слабое использование систем в эксплуатации, трудности развития систем, их обслуживания, низкая надежность [2].

Решения по выбору технологической платформы формирования КИС и партнера по ее созданию подавляющее большинство руководителей принимают под эмоциональным напором продавцов «готовых» решений, активно ссылающихся на удачные опыты внедрения этих платформ в авторитетных фирмах. При этом потребитель вынужден купить полный

комплект аппаратуры – и системное и программное обеспечение (ПО), все это развернуть и установить и только через несколько месяцев, возможно, получит возможность ощутить реальную отдачу.

Основными отрицательными последствиями такого подхода являются:

- простаивающее и морально устаревающее компьютерное оборудование и купленное впрок дорогостоящее ПО;
- принятая от системного интегратора в эксплуатацию КИС, но так и не решившая проблем потребителя;
- потерянные значительные денежные средства и время.

Решения о выделении средств и об их расходовании на информационные технологии (ИТ) и создание КИС в большинстве случаев принимает чиновник, далекий от проблем данной области. При этом рассматривается вопрос не о создании КИС применительно к решению поставленных задач, а о закупке компьютеров, операционных систем, СУБД и прочего у вполне определенных поставщиков, и ни сам чиновник, ни фирмы-участницы проекта не отвечают за конечный результат и окупаемость израсходованных средств [3].

Хорошо зарекомендовавшие себя на Западе дорогостоящие решения не дают ожидаемого эффекта на российских предприятиях по следующим основным причинам:

- западные решения разрабатывались под конкретную инфраструктуру организационного и технологического управления;
- эти решения создавались в эволюционном порядке 10–15 лет, и к настоящему времени их архитектура устарела вместе с заложенными в них технологиями;
- принципиально невозможно в России использовать предлагаемые решения в области систем управления предприятиями, рассчитанные на эксплуатацию только в условиях стабильного социально-экономического и нормативно-правового пространства в достаточно длительные временные интервалы;
- у основной массы российских управленцев отсутствуют необходимые знания, опыт и культура в сфере менеджмента. На наших предприятиях отсутствуют корпоративная культура и корпоративный стандарт;
- все предлагаемые сегодня российскому бизнесу решения в области создания КИС навязывают их потребителям либо западный стандарт организации деятельности, либо субъективный взгляд разработчиков, весьма далеких от предметных областей и нужд профессиональных специалистов;
- большинство предлагаемых на рынке приложений бизнес-класса западных разработчиков, используемых известными западными фирмами, являются лишь некоторыми универсальными в своем классе базовыми платформами.

Еще одной проблемой является то, что порой руководители и инженерный состав предприятий не готовы работать по тем технологиям, которые упорно навязывают им большинство системных интеграторов.

Также в прессе практически отсутствуют публикации об отрицательном опыте создания КИС. В результате системные интеграторы и специалисты предприятий лишены возможности учиться на чужих ошибках, и объем воспроизводства этих ошибок велик.

Кроме того, на государственном уровне не существует основополагающих принципов создания КИС как инструмента эффективного управления социально-экономическими процессами на всех уровнях, а также инструмента формирования, накопления и эффективного использования информационных ресурсов как стратегического компонента развития и безопасности государства. Вся деятельность всевозможных государственных структур сводится к порождению множества бумаг и распределению средств, выделяемых на цели информатизации. Большинство руководителей и ведущих специалистов этих структур, освоив с десяток общепринятых ключевых терминов из области ИТ, формируют так называемую государственную и отраслевую политику информатизации. При этом стиль и

методы проведения этой политики меняются в зависимости от ситуации, сознательно вводя в заблуждение тех, кто действительно нуждается в объективной информации об ИТ, прогрессивных и технологичных подходах и т.д.

### Литература

1. Ванифатова М.М. Системы маркетинговой информации: современные мировые тенденции развития и особенности российского рынка // Маркетинг в России и за рубежом. – 2002. – № 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dis.ru/library/archive/138/2002/16089/>, своб.
2. Верников Г.Г. Корпоративные информационные системы: не повторяйте пройденных ошибок // Менеджмент в России и за рубежом. – 2003. – № 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mevriz.ru/articles/2003/2/1673.html>, своб.
3. Mahmood M.A., Szewczak E.J. Measuring Information Technology Investment Payoff: Contemporary Approaches. – London: Idea Group Publishing, 1999. – 556 p.



**Ананько Елена Станиславовна**

Год рождения: 1993

Факультет оптико-информационных систем и технологий,  
кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа № 5307

Направление подготовки: 12.04.02 – Проектирование оптических систем «Optical Design»

e-mail: [lena.ananko@gmail.com](mailto:lana.ananko@gmail.com)

УДК 535.317

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ АБЕРРАЦИОННОЙ КОРРЕКЦИИ И РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ПОСТРОЕННЫХ ПО СХЕМЕ ОБЪЕКТИВА ГАУССА

**Е.С. Ананько, Г.Э. Романова**

**Научный руководитель – к.т.н., доцент Г.Э. Романова**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 610749 «Проектирование и экономическое обоснование оптических систем для фундаментальных и прикладных исследований».

В работе рассмотрен расчет объектива по схеме Гаусса, в котором используются два склеенных компонента и две отдельные линзы. Проанализированы результаты расчета схемы объектива при различных сочетаниях стекол для обеспечения оптимальной коррекции аберраций.

**Ключевые слова:** расчет оптических систем, симметричные объективы, аберрационная коррекция.

**Цель работы:** исследовать и рассчитать объектив, построенный по схеме Гаусса, а также выработать рекомендации по наиболее оптимальному сочетанию стекол в подобных схемах.

Объектив по схеме Гаусса, представляющий собой два компонента, каждый из которых состоит из склеенного объектива и отдельной линзы, имеет достаточно коррекционных параметров, позволяющих использовать эту схему в качестве исходной для расчета объективов самого широкого применения.

Качество изображения в такой схеме определяется остаточными аберрациями, в частности, хроматическими. В связи с этим для получения высокого качества изображения без применения асферических поверхностей в системе необходимо выполнять подбор марок

стекла [1]. Во многих случаях для достижения этих целей допустимо использовать особые стекла и (или) кристаллы, однако наибольший интерес представляют системы, в которых не используются кристаллические материалы.

На этапе предварительного габаритного расчета удобно представить объектив в виде системы из двух тонких компонентов, расположенных на расстоянии  $d$  друг от друга, с апертурной диафрагмой посередине между ними (рис. 1).

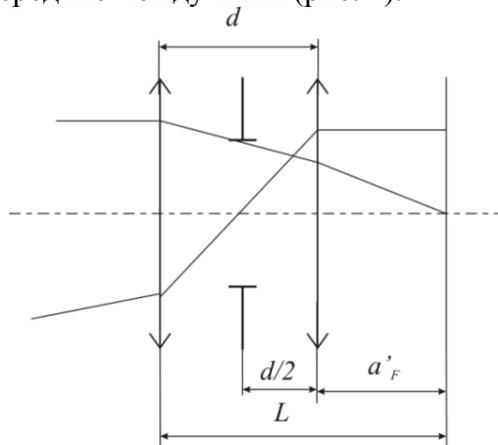


Рис. 1. Схема системы из тонких компонентов

Для оптимальной работы приемника желательно обеспечить телецентрический ход лучей в пространстве изображений [2]. Поэтому:

$$d/2 = f'_2.$$

В этом случае можно получить следующие соотношения [3]:

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 - \varphi_1 \varphi_2 d = \varphi_1 + \varphi_2 - \varphi_1 \varphi_2 \frac{2}{\varphi_2} = \varphi_2 - \varphi_1,$$

$$a'_F = \frac{1 - \varphi_1 d}{\varphi} = \frac{1 - (\varphi_2 - \varphi) \frac{2}{\varphi_2}}{\varphi} = \frac{2 - \varphi_2}{\varphi_2 \varphi},$$

$$L = d + a'_F = \frac{2}{\varphi_2} + \frac{2 - \varphi_2}{\varphi_2 \varphi} = \frac{4\varphi - \varphi_2}{\varphi_2 \varphi},$$

где  $\varphi$ ,  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$  – оптические силы всего объектива, первого компонента и второго компонента соответственно;  $L$  – длина системы (рис. 1).

Тогда для габаритного расчета можно задаться длиной системы:

$$L = af',$$

где  $a$  – некоторый коэффициент, показывающий, насколько длиннее или короче вся система, чем фокусное расстояние. С учетом того, что на этапе габаритного расчета компоненты приняты тонкими, для организации телецентрического хода лучей необходимо, чтобы второй компонент был положительным. Исходя из этого, длина системы будет несколько больше фокусного расстояния:

$$L = \frac{a}{\varphi} = \frac{4\varphi - \varphi_2}{\varphi_2 \varphi},$$

откуда

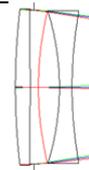
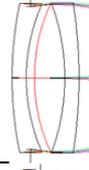
$$\varphi_2 = \frac{4\varphi}{a+1}, \quad \varphi_1 = \varphi_2 - \varphi.$$

Например, для  $a = 1,2$  и  $f' = 25$  мм получим  $f'_2 = 13,75$  мм и  $f'_1 = 30,55$  мм.

Для анализа коррекционных возможностей сочетания линза–склеенный компонент в зависимости от комбинации стекол были проанализированы aberrации системы при фокусном

расстоянии 30 мм и относительном отверстии 1:4. Для этой системы исправлялся хроматизм положения, сферическая aberrация на краю отверстия и на высоте зрачка  $h = 0,707$  и кома [2]. В процессе расчетов анализировались как варианты, содержащие особые стекла и кристаллы, так и не содержащие. Особенный интерес представляют сочетания стекол, имеющие радиационно-стойкие аналоги. Некоторые результаты представлены в табл. 1.

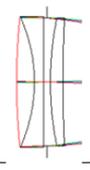
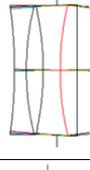
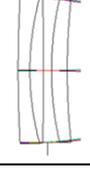
Таблица 1. Расчет № 1. Остаточные aberrации схемы – одиночная линза и склеенный компонент

№	Сочетание стекол	Сферическая aberrация III порядка, мм	Сферическая aberrация V порядка, мм	Сферохроматизм, мм	Схема
1	СТК19–TK21/БФ28	$-1,459 \cdot 10^{-3}$	$2,25 \cdot 10^{-3}$	0,082	
2	Ф1–K8/СТК19	$8,261 \cdot 10^{-4}$	$-1,278 \cdot 10^{-3}$	0,029	
3	СТК19–TK21/ТФ4	$-2,861 \cdot 10^{-5}$	$4,417 \cdot 10^{-4}$	0,021	

Наилучшими комбинациями стекол оказались СТК19–TK21/ТФ4 и СТК19–TK21/БФ28.

При исследовании систем с обратным порядком компонентов, т.е. в схемах склеенный компонент–линза, наилучшими комбинациями стекол оказались СТК19–CaF2/ОФ4 и СТК19–TK21/ТФ4. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2. Расчет № 2. Остаточные aberrации схемы – склеенный компонент и одиночная линза

№	Сочетание стекол	Сферическая aberrация III порядка, мм	Сферическая aberrация V порядка, мм	Сферохроматизм, мм	Схема
1	БФ1–ТФ1/БФ13	$-1,361 \cdot 10^{-3}$	$2,099 \cdot 10^{-3}$	0,07	
2	СТК19–CaF2/ОФ4	$-3,267 \cdot 10^{-3}$	$5,041 \cdot 10^{-3}$	0,025	
3	СТК19–TK21/ТФ4	$-3,273 \cdot 10^{-4}$	$5,053 \cdot 10^{-4}$	0,018	

Результаты выполненных расчетов можно использовать при соединении «половинок» системы в общую схему. Остаточные aberrации в первом приближении можно считать прямо пропорциональными фокусным расстояниям компонентов, таким образом, при подборе сочетаний стекол следует обратить внимание на варианты составных частей системы, у которых aberrации отличаются во столько же раз, во сколько отличаются их фокусные расстояния [4]. Были рассмотрены различные комбинации, лучшие результаты получены для сочетания стекол СТК19–ТФ8/БФ16–ТФ4/ТК21–СТК19 (рис. 2 и 3). Система представляет собой сочетание систем линза–склеенный дублет и дублет–линза. Материалы имеют радиационно-стойкие аналоги в каталоге бесцветного оптического стекла.

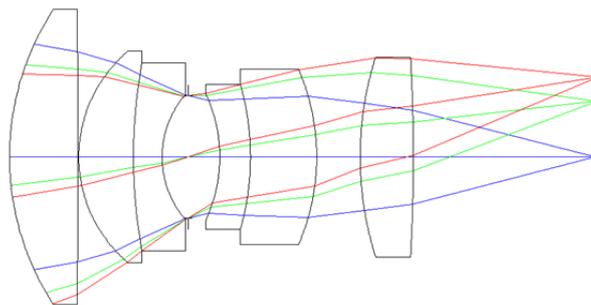


Рис. 2. Система СТК19–ТФ8/БФ16–ТФ4/ТК21–СТК19:  $f' = 25$  мм, 1:2,  $2y' = 8,8$  мм

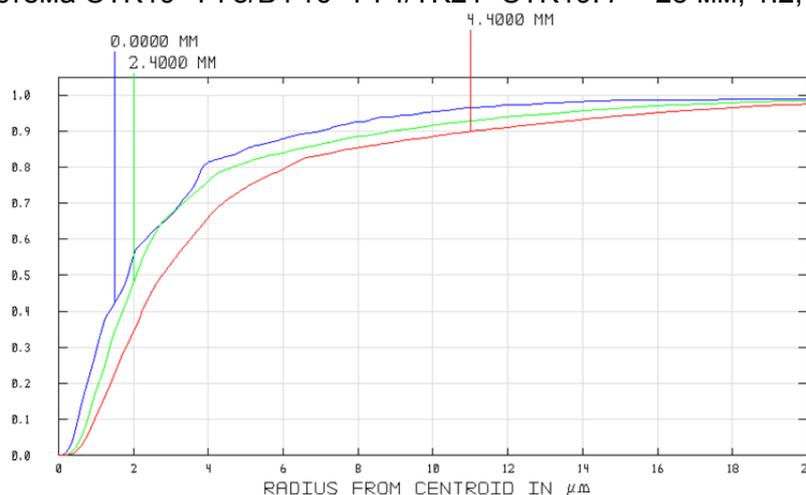


Рис. 3. Функция концентрации энергии объектива  $f' = 25$  мм, 1:2,  $2y' = 8,8$  мм

В ходе работы получены габаритные соотношения в системе из двух компонентов с апертурной диафрагмой посередине между компонентами и телецентрическим ходом лучей в пространстве изображений. Выполнен анализ aberrационных свойств в системах линза–склейка, склейка–линза при использовании различных комбинаций стекол. На основании полученных результатов рассчитаны схемы объектива, обеспечивающего удовлетворительное качество изображения.

### Литература

1. Цыганок Е.А. Исследование и разработка линзовых объективов, работающих в широкой области спектра. Автореферат. – 2012. – 20 с.
2. Ананько Е.С., Романова Г.Э. Исследование и расчет объектива по схеме Гаусса // Сб. трудов XI международной конференции «Прикладная оптика-2014». – 2014. – Т. 1. – С. 92–94.
3. Чуриловский В.Н. Теория оптических приборов. – Л.: Машиностроение, 1966. – 564 с.
4. Грамматин А.П., Романова Г.Э., Цыганок Е.А. Компьютерное моделирование при изучении дисциплин, связанных с расчетом оптических систем. Методические указания к лабораторным работам. – СПб.: НИУ ИТМО, 2011. – 111 с.



**Аргымбаева Ажар Егембердиевна**

Год рождения: 1992

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра химии и молекулярной биологии, группа № и5356

Направление подготовки: 19.04.02 – Ферментативные процессы в биотехнологии

e-mail: arginbaeva\_azhar@mail.ru



**Данилов Николай Петрович**

Год рождения: 1984

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра химии и молекулярной биологии, д.т.н.

e-mail: Danilov2005@ya.ru

УДК 577+637

**ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЙ НОВЫХ КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ**

**А.Е. Аргымбаева, Н.П. Данилов**

**Научный руководитель – д.м.н., профессор А.Г. Шлейкин**

В работе проведен анализ современного состояния вопроса в области разработки и совершенствования технологии производства продуктов из верблюжьего молока. Анализ экспериментальных данных показал, что верблюжье молоко по биологическим, физико-химическим характеристикам – продукт высокой пищевой ценности. Верблюжье молоко, в отличие от молока сельскохозяйственных животных, может долго храниться в свежем виде. Повышенные бактерицидные свойства верблюжьего молока замедляют нарастание кислотности. На основании проведенных экспериментов разработана технология кисломолочных напитков из верблюжьего молока, сквашенных чистыми культурами, обогащенных растительными добавками. В качестве растительных добавок использовали натуральный сок с мякотью топинамбура, который предназначен для массового лечебно-профилактического питания.

**Ключевые слова:** верблюжье молоко, бактериальные культуры молочнокислых стрептококков и палочек, топинамбур.

Разработка технологий кисломолочных напитков является приоритетным направлением в индустрии диетического и лечебно-профилактического питания.

В условиях Казахстана одним из видов сырья для молочной промышленности служит верблюжье молоко.

Устойчивым спросом у городского и сельского населения пользуется кисломолочный напиток шубат, приготовленный из верблюжьего молока. Этот продукт пользуется большим спросом даже при высоких реализационных ценах. Если учесть ценность шубата как лечебного средства для людей, больных туберкулезом, то становится очевидной и более актуальной значимость расширения объемов его производства. Лечебно-диетические свойства шубата связаны с лучшей усвояемостью белков, жиров, углеводов, витаминов, микроэлементов, а также с антибиотическими свойствами дрожжей. В последние годы разными исследователями установлено, что верблюжье молоко и шубат стимулируют секрецию желудка, улучшают работу поджелудочной железы, переваривание, всасывание пищевых веществ в кишечнике, желчевыведение, нормализуют общий обмен [1].

Основным направлением повышения эффективности молочного верблюдоводства является увеличение выхода товарного молока от каждой верблюдицы. В настоящее время в большинстве шубатных ферм получают по 800–900 л молока в расчете на одну верблюдицу. Вместе с тем опыт работы передовых ферм показывает, что получение 1200–1300 л молока от одной верблюдицы вполне реально. Для этого необходимо выдерживать все технологические требования кормления и содержания верблюдиц и производства продуктов верблюдоводства.

В связи с этим научные исследования, направленные на повышение молочной продуктивности верблюдиц на основе технологических разработок являются актуальными, имеют как научную, так и практическую значимость.

Верблюды играют значительную роль в социальном и экономическом развитии для людей различных стран. Так, например, Международным проектом Heifer предусмотрено использование верблюдов в помощь бедным людям Индии и Танзании [2].

По данным ежегодника ФАО (1992) общее количество верблюдов в мире составляет около 19 млн, из которых 14 млн в Африке и Ближнем Востоке и 4,9 млн в Азии [3]. Ареал распространения верблюдов чрезвычайно широк. Одногорбые верблюды – дромедары – распространены в Северной Африке, Аравии, Сирии, Афганистане, Индии, Иране, Турции, Туркмении.

Двугорбые верблюды – бактрианы – разводятся в Казахстане, Китае, Монголии, в Республике Калмыкии. В настоящее время в пустыне Гоби обитают дикие верблюды – бактрианы [4].

Молоко верблюдиц, богатое жиром, белком и минеральными веществами, используют как технологическое сырье для выработки различных молочных продуктов. Цельное верблюжье молоко обычно употребляют с чаем, заменяя в этом отношении сливки. В большинстве случаев верблюжье молоко используют в пищу преимущественно в виде кисломолочного продукта – шубата.

Шубат – молочнокислый напиток, вырабатываемый из натурального верблюжьего молока в результате молочнокислого и спиртового брожения. В процессе изготовления шубата в результате жизнедеятельности специфической микрофлоры закваски в молоке верблюдиц происходят сложные биохимические процессы: расщепление молочного сахара и появление новых веществ – молочной кислоты, спирта и углекислоты; увеличение содержания витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub> – почти вдвое. Белок шубата содержит все незаменимые аминокислоты, определяющие его высокую биологическую ценность.

Молоко является хорошей питательной средой для развития микроорганизмов, в нем могут развиваться самые разнообразные микробы: молочнокислые бактерии, кишечная палочка, маслянокислые, пропионовокислые, уксуснокислые, гнилостные, дрожжи и др.

Чем больше бактерий в молоке, тем быстрее оно портится. Кроме полезных бактерий, в молоке могут хорошо развиваться и различные болезнетворные микробы (туберкулезные палочки, бруцеллезные вирусы и др.). Употребляя такое молоко в сыром виде, можно получить различные заболевания. Необходимо предохранять молоко от загрязнения микроорганизмами. Микроорганизмы, встречающиеся в молоке, условно разделены на следующие основные группы: полезные для молочной промышленности, вредные и болезнетворные.

Для выработки кисломолочных напитков из верблюжьего молока, обогащенных растительными добавками, используют верблюжье молоко с массовой долей жира 4,3% и овощную добавку (топинамбур).

После приемки молоко фильтруют (очищают) на центробежных сепараторах – молокоочистителях для удаления механических примесей. Если предусмотрено кратковременное хранение молочного сырья, его охлаждают до температуры 2–4°C, чтобы избежать нежелательные микробиологические процессы и связанные с ним пороки.

Пастеризуют верблюжье молоко при температуре 83–85°C без выдержки, с целью уничтожения патогенных бактерий и резкого сокращения общего количества микроорганизмов. При сквашивании молока, пастеризованного при температуре 85°C и выше, образуется плотный сгусток, хорошо удерживающий сыворотку. Пастеризованное молоко охлаждают до температуры 45–50°C для дальнейшей гомогенизации при давлении 10–15 МПа.

Молоко охлаждают до температуры 38–40°C и вносят закваску в количестве 5% от массы молока. Смесь тщательно перемешивают и оставляют на 10–12 ч для сквашивания.

Сквашенную смесь охлаждают до температуры 18–22°C.

Овощи (топинамбур) инспектируют, моют, очищают от кожуры паро-термическим способом, измельчают до пюреобразной консистенции, далее протирают на сдвоенной протирочной машине с диаметром отверстия сита 1,5 мм. Пастеризуют при температуре 90°C и гомогенизируют в течение 5 мин.

Сквашенное молоко и овощной сок с мякотью (топинамбура) смешивают в количестве 15% от массы сквашенного молока, гомогенизируют в течение 10–20 мин при давлении 8–10 МПа. Далее готовый напиток охлаждают до температуры 4–6°C, разливают в бутылки, герметично укупоривают и направляют в холодильную камеру, а далее на реализацию.

Таблица. Исследование пищевой ценности нового кисломолочного продукта

Наименование показателей, единицы измерений	Фактически получено	Нормативные документы на методы испытаний
Пищевая ценность, %:		
Белок	3,8	ГОСТ 23327-98
Жир	3,5	ГОСТ 5867-90
Углеводы	4,79	И.М. Скурихин, 1984 г.
Влага	87,0	И.М. Скурихин, 1987 г.
Зола	0,91	
Энергетическая ценность, ккал	66	

**Заключение.** На основании проведенного исследования предложена технология кисломолочного напитка из верблюжьего молока, сквашенного чистыми заквасочными культурами, и обогащенного растительными добавками. В качестве растительной добавки использовали натуральный сок топинамбура с мякотью. Напиток предназначен для массового лечебно-профилактического питания.

### Литература

1. Шарманов Т.Ш., Жангабылов А.К. Лечебные свойства кумыса и шубата. – Алма-Ата: Гылым, 1991. – 176 с.
2. Pelant R.K., Gudahl D.J., Chandra B. and Kinsey E. Camels for socioeconomic development in India and Tanzania // Journal of camel Practice and Research. – 1997. – № 4(2). – P. 119–121.
3. FAO/WHO/OIE. Animal Health Yearbook FAO, Animal production and Health Series 32, Food & Agriculture Organization, Rome, Italy.
4. Hare J.N. Status and distribution of wild bactrian camels *Camelus bactrianus ferus* in China // Journal of camel Practice and Research. – 1997. – № 4(2). – P. 107–110.

**Арефьев Роман Анатольевич**

Год рождения: 1981

Факультет инфокоммуникационных технологий, кафедра программных систем, группа № 6957

Направление подготовки: 210700 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи

e-mail: roman.arefev@lut.fi

УДК 004.424

**МОДЕЛЬ SOA ФРЕЙМВОРКА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В МУЛЬТИПЛАТФОРМЕННОЙ РАЗРАБОТКЕ****Р.А. Арефьев****Научный руководитель – к.т.н., доцент Т.В. Зудилова**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 914699 «Обеспечение информационной защиты данных в корпоративном учебном облаке».

В работе отражены основные моменты создания модели фреймворка на основе сервис-ориентированной архитектуры (SOA) при разработке мультиплатформенных интерфейсов пользователя. Были проанализированы существующие подходы к разработке мультиплатформенных приложений, изучены возможности применения принципов SOA для мультиплатформенной разработки, предложено применение разработанного SOA фреймворка на практике. Работа позволяет улучшить наше понимание проектирования, развертывания и управления мультиплатформенными интерфейсами пользователя как независимым сервисом.

**Ключевые слова:** SOA-MDUI, интерфейс пользователя, мультиплатформенная разработка.

В настоящее время все большую актуальность приобретают задачи анализа и дизайна, имплементации и валидации приложений, которые могут быть запущены на различных устройствах под управлением различных операционных систем (таким устройствами могут быть планшеты, смартфоны, ноутбуки и т.д.). Для этого требуется обеспечить работу с различными платформами по разработке программного обеспечения (ПО). При этом в качестве параметров необходимо принимать во внимание следующие: операционную систему (OS), например, Android, Apple OS, Blackberry и др., интерфейс пользователя (UI), настольные или портативные устройства, язык программирования (PL), например, Android Java, Object-C и др.

Рассмотрим множество возможных вариантов реализации ПО под описанные выше параметры. Это множество вариантов может быть представлено формулой:

$$\text{Multiplatforms} = \text{OS} \times \text{UI} \times \text{PL}.$$

В представляемом исследовании рассматривается вопрос: как унифицировать разработку различных вариантов интерфейсов пользователя для устройств на разных операционных системах?

**Решаемые задачи**

1. Провести анализ существующих подходов к разработке мультиплатформенных интерфейсов пользователя.
2. Определить возможное применение сервис-ориентированной архитектуры (SOA) для разработки мультиплатформенного интерфейса пользователя.
3. Применить SOA-подход в практической разработке приложения, способного работать на различных устройствах.

**Методология исследования.** На основе выполненного анализа выбран подход к исследованию – прототипирование. Основываясь на подходах Nunamaker [1] эта методология включает разработку и дизайн прототипа. В работе описаны четыре стадии итеративного подхода к разработке прототипа информационной системы:

1. рассмотрение всего домена темы исследования. Данная стадия помогает исследователю обобщить данные предыдущих изысканий в этой области;
2. эксперимент или практическое исследование;
3. разработка информационной системы;
4. построение теории – построение нового концептуального фреймворка, новых методов и моделей.

Рассмотрены следующие подходы к разработке мультиплатформенных интерфейсов пользователя:

1. Responsive web design;
2. Progressive enhancement based on browser-, device-, or feature-detection;
3. SOA UI и Порталы.

В результате анализа работ исследователей Ahmed Seffah [2], Wei-TekTsai [3] и Senthil Mani [4] были выделены следующие спецификации UI:

1. поток сбора данных;
2. поток представления данных;
3. поток мониторинга;
4. поток управления и команд.

На основе приведенных спецификаций предлагается основанный на сервисной архитектуре фреймворк для разработки интерфейсов пользователя (рисунок).

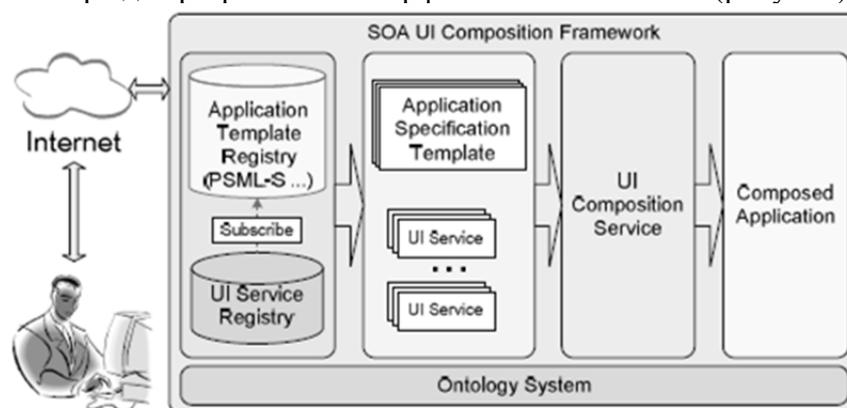


Рисунок. SOA фреймворк

С использованием выделенного фреймворка и протокола WSRP (Web Services for Remote Portlets) [5] ведется разработка прототипа приложения для представления в мультиплатформенной среде.

## Литература

1. Nunamaker F., Chen M. and Titus D.M.P. Systems Development in Information Systems Research // Twenty-Third Annu. Hawaii Int. Conf. Syst. Sci. – 1990. – V. 3. – P. 89–106.
2. Seffah A., Javahery H. Multiple user interfaces: cross-platform applications and context-aware interfaces // John Wiley & Sons Ltd. – 2004. – P. 4–6.
3. Tsai W.-T., Huang Q., Elston J., Chen Y. Service-Oriented User Interface Modeling and Composition // IEEE International Conference on e-Business Engineering. – 2008. – P. 21–28.
4. Mani S., Sinha V.S, Sukaviriya N., Ramachandra T. Using User Interface Design to enhance Service Identification // IEEE International Conference on Web Services. – 2008. – P. 78–87.
5. Введение в Web Services for Remote Portlets [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/ws-wsrp/index.html>, своб.

**Арисов Александр Михайлович**

Год рождения: 1993

Факультет инфокоммуникационных технологий, кафедра программных систем, группа № 5957

Направление подготовки: 11.04.02 – Программное обеспечение в инфокоммуникациях

e-mail: SBL000@yandex.ru

УДК621.321

**АНАЛИЗ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ****А.М. Арисов****Научный руководитель – к.т.н., доцент Н.А. Осипов**

В работе приведено описание актуальности использования нечеткой логики, а также методов принятия решений на ее основе. Также приведены основы построения модели принятия решений, главные задачи и основные этапы.

**Ключевые слова:** нечеткая логика, методы принятия решений.

**Нечеткая логика и ее актуальность.** Пожалуй, особенно удивительной способностью человеческого интеллекта является возможность принимать правильные решения в условиях неполной и нечеткой информации. Построение моделей приближенных размышлений человека и использование их в компьютерных системах представляет сегодня одну из важнейших проблем науки [1].

Теория нечетких множеств и основанная на ней логика позволяют, используя естественный язык со всем набором имеющихся в нем средств для выражения человеческих способов рассуждений и принятия решений, с помощью качественных представлений, понятий и оценок описывать неточные категории, представления и знания, оперировать ими и делать соответствующие заключения и выводы. Использование нечеткого описания, наряду с четким представлением информации, позволяет всестороннее и компактно описывать общую смысловую постановку задач управления и принятия решений, возникающих в различных прикладных областях. Решение задач, в которых исходная информация включает в себя нечеткие и четкие характеристики, является в настоящее время интересной и актуальной проблемой [1].

Смещение центра исследований нечетких систем в сторону практических применений привело к постановке целого ряда проблем, в частности:

- новые архитектуры компьютеров для нечетких вычислений;
- элементная база нечетких компьютеров и контроллеров;
- инструментальные средства разработки;
- инженерные методы расчета и разработки нечетких систем управления, и т.п.

**Методы принятия решений на основе нечеткой логики.** Модель принятия решения строится в виде логико-лингвистического описания взаимосвязей входных управляющих и выходных управляемых параметров. Формирование лингвистических моделей осуществляется на естественном или близком к нему языке в виде совокупности правил типа «если...то...», которые образуют основу базы знаний процесса принятия решений.

Здесь основную роль играет дедуктивное правило *modus ponens*, имеющее вид:

$P_1$ : <если  $A$  есть  $a$  то  $B$  есть  $b$ >

$P_2$ : <если  $A$  есть  $a$  > – истинно;

< $B$  есть  $b$ > – истинно.

Согласно ему, если существует информация в виде высказывания  $P_1$  и наблюдается факт в виде высказывания  $P_2$ , то делается вывод < $B$  есть  $b$ >. Если же высказывание  $P_1$  не

является посылкой высказывания  $P_2$ , тогда правило *modus ponens* не может быть применено. Однако Л. Заде расширил правило *modus ponens*, в котором, если понятие  $a, b, a'$  высказываний  $P_1$  и  $P_2$  моделируются нечеткими множествами, то нечеткое заключение  $\langle B \text{ есть } b' \rangle$  может быть выведено [1].

Главными задачами являются:

1. задача построения и обоснования механизма нечеткого логического вывода, согласно которому по нечетким знаниям типа  $P_1$  и входным параметрам  $P_2$  делается вывод о нечетких значениях выходного параметра управления;
2. задача «дефаззификации», т.е. задача преобразования полученного нечеткого множества в конкретное значение выходного параметра управления.

В общем случае механизм логического вывода включает четыре этапа:

1. введение нечеткости (фаззификация);
2. нечеткий вывод;
3. композиция;
4. приведение к четкости (дефаззификация).

Существуют различные модели нечеткого вывода, основными из которых являются модели Мамдани и Сугено.

В работе были рассмотрены данные методы, проведен их анализ и выявлены плюсы и недостатки каждого из них [1].

## Литература

1. Боженюк А.В., Опенько Н.С. Исследование и анализ методов принятия решений на основе нечеткой информации // Изв. Южного федерального университета. Технические науки. – 2012. – № 3. – Т. 4. – С. 237–242.



**Афанасьева Надежда Анатольевна**

Год рождения: 1987

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии молока и пищевой биотехнологии, группа № иб361

Направление подготовки: 240700 – Биотехнология продуктов функционального назначения

e-mail: nadin.af.31@gmail.com

УДК 636.084.422

## РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**Н.А. Афанасьева**

**Научный руководитель – к.т.н., доцент Л.А. Надточий**

Работа выполнена в рамках НИР № 610461 «Биоконверсия пищевого сырья в производстве комбинированных продуктов».

Современная ветеринария придает большое значение кормлению как терапевтическому и профилактическому фактору. Кормление определяет скорость роста и развития животных. В настоящее время особого внимания заслуживает так называемое искусственное кормление – кошачьи корма промышленного изготовления. С некоторых времен данное производство превратилось в мощную индустрию. Однако российских производителей кормов для домашних животных с зарегистрированными торговыми марками явно недостаточно. Кроме того, в нашей стране существует проблема разработки безотходных технологий, несмотря на многочисленные

исследования в этой области. Таким образом, создание технологий производства кормовых продуктов с привлечением побочных сырьевых ресурсов являлось основной **целью исследования**.

**Ключевые слова:** подсырная сыворотка, панцирь-содержащие отходы креветок, консервированные корма для кошек, невысокая себестоимость, безотходные технологии.

В условиях, сложившихся на потребительском рынке, повышение эффективности промышленной переработки ресурсов непосредственно связано с полным и рациональным использованием всех их. Так, например, при производстве сыра, творога и казеина в больших объемах получают молочную сыворотку. При этом, по данным Международной ассоциации, до 50% сыворотки, получаемой в мире, сливается со сточными водами. В свою очередь, на территории России это значение достигает 80%. По загрязняющему действию 1 т молочной сыворотки загрязняет водоемы так же, как 100 м<sup>3</sup> хозяйственно-бытовых стоков [1].

Существует и другая проблема, связанная с тем, что добыча морских ракообразных во всем мире приводит к появлению больших объемов панцирь-содержащих отходов, которые составляют от 15 до 35% от начального объема сырья в зависимости от технологической схемы переработки. Панцирь-содержащие отходы, образующиеся при переработке беспозвоночных на пищевую продукцию, в большей степени сбрасываются в море или направляются на свалку, что также негативно сказывается на экологии [2].

Для решения данной проблемы предполагается использование молочной сыворотки и панцирь-содержащих отходов креветок в рецептуре консервированного корма для кошек. В качестве основы для приготовления корма выбрана подсырная сыворотка, что связано с ее потребительскими свойствами. Использование в рецептуре корма мяса и панциря креветок позволит обеспечить его требуемым содержанием белка, минеральных веществ и, кроме того, таурин, который, в свою очередь, для кошек является незаменимой аминокислотой [3].

В ходе исследования была разработана рецептура корма, основанная на физиологических потребностях животного в пищевых веществах. Пищевая и энергетическая ценность корма представлена в табл. 1 [4].

Таблица 1. Пищевая и энергетическая ценность корма

Пищевые вещества		Содержание в 100 г корма
Обменная энергия ккал (кДж)		247 (1033)
Содержание, % (в пересчете на сухое вещество)	Белки	27,4
	Жиры	12,6
	Углеводы	1,9
	Таурин	4,0

Для оценки экономической эффективности производства корма на основе сыворотки и креветок был произведен расчет себестоимости готовой продукции, которая составила с учетом всех ресурсо- и энергозатрат 18 руб. 22 коп.

Кроме этого был произведен расчет розничной цены готового корма. Розничная цена на продукцию складывается из отпускной цены с предприятия, налога на добавочную стоимость и торговой надбавки. Отпускная цена складывается из себестоимости продукции и прибыли, либо умножением себестоимости на коэффициент 1,15 при норме прибыли 15% [5].

Необходимый расчет показал, что средняя розничная цена на разрабатываемый корм составляет 32 руб. 70 коп., что соответствует среднему ценовому сегменту рынка кормов для кошек (табл. 2).

Таблица 2. Сравнение стоимости ключевых брендов кормов с разрабатываемым

Компания	Бренд	Масса нетто 1 упаковки корма, г	Стоимость 1 упаковки корма, руб.	Стоимость продукции в пересчете на 100 г, руб.
Nestle S.A.	Friskies	100	15,5	15,5
	Gourmet	85	29,0	34,1
	Pro Plan	85	60,0	70,6
Mars Inc	Royal Canin	85	64,0	75,3
	Sheba	85	25,0	29,4
	Perfect Fit	85	29,0	34,1
	Whiskas	85	16,0	18,8
Разрабатываемый корм для кошек		100	32,7	32,7

Таким образом, на основании выше изложенного можно сделать вывод, что корм для кошек на основе подсырной сыворотки и гидробионтов может составить существенную конкуренцию представленным на рынке кормам за счет высокой пищевой ценности. Включение в рецептуру побочного сырьевого ресурса, в частности, подсырной сыворотки и панциря креветок, позволит обеспечить невысокую себестоимость корма для кошек и доступность его для широких масс потребителей.

## Литература

1. Евдокимов И.А. Сухая сыворотка: Современное состояние и перспективы переработки молочной сыворотки // Переработка молока [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.milkbranch.ru/publ/view/21.html>, свобод.
2. Ершов А.М. Технология рыбы и рыбных продуктов: учебник. – СПб.: Гиорд, 2006. – 941 с.
3. Надточий Л.А., Афанасьева Н.А. Исследование возможности создания корма для кошек на основе тауринсодержащего сырья // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2014. – Вып. 18. – № 2. – С. 164–169.
4. Афанасьева Н.А., Надточий Л.А. Использование вторичных сырьевых ресурсов в производстве корма для взрослых кошек // Теоретические и прикладные аспекты современной науки: сб. научных трудов по материалам VI Международной научно-практической конференции: в 6 ч. – Белгород, 2015. – Ч. 1. – С. 144–146.
5. Афанасьева Н.А., Надточий Л.А. Экономические аспекты разработки нового корма для взрослых кошек // Теоретические и прикладные аспекты современной науки: сб. научных трудов по материалам VI Международной научно-практической конференции: в 6 ч. – Белгород, 2015. – Ч. 5. – С. 44–48.



### **Ахмедов Ариз Алибайрам Оглы**

Год рождения: 1995

Факультет технологического менеджмента и инноваций,  
кафедра производственного менеджмента и трансфера технологий,  
группа № 2501

Направление подготовки: 080200 – Менеджмент

e-mail: aruzuk@mail.ru

**Бодейко Никита Викторович**

Год рождения: 1995

Факультет технологического менеджмента и инноваций,  
кафедра производственного менеджмента и трансфера технологий,  
группа № 2504Направление подготовки: 080200 – Менеджмент

e-mail: 1nikenba2@mail.ru

УДК 330

**ЛИДЕРСТВО В СОВРЕМЕННОМ КОРПОРАТИВНОМ МЕНЕДЖМЕНТЕ  
И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВЕ****А.А. Ахмедов, Н.В. Бодейко****Научный руководитель – д.э.н., профессор Б.Б. Коваленко**

Для успешного менеджмента в организации необходимо выполнять четыре основные функции: производство результатов, администрирование, предпринимательство и интеграция. Их можно задействовать поочередно, но применить их одновременно никак нельзя. В связи с этим выделяются стили неправильного менеджмента.

**Ключевые слова:** менеджмент, функции менеджмента, идеальный менеджер, стили неправильного менеджмента.

Для успешного менеджмента в организации необходимо выполнять четыре основные функции: производство результатов, администрирование, предпринимательство и интеграция. Их можно задействовать поочередно, но применить их одновременно никак нельзя. В связи с этим выделяются стили неправильного менеджмента.

Ицхак Адизес рассматривает проблему «идеального менеджера». Есть множество определений термина «менеджмент», но он имеет ряд общих свойств: иерархический характер; однонаправленный характер; удел избранных; индивидуалистический характер; ориентирован на промышленность; имеет отпечаток социально-политического устройства.

Предлагаются четыре основные и необходимые функции, или код-РАЕИ, для обеспечения результативности и эффективности в краткосрочной и долгосрочной перспективах организации. Код-РАЕИ состоит из производства результатов – (P)roducing, администрирования – (A)dministrating, предпринимательства – (E)ntrepreneuring и интеграции – (I)ntegrating. Производство результатов (P) – функция, которую должен выполнять менеджмент в любой организации. Она обеспечивает результативность в краткосрочном аспекте и отвечает на ряд вопросов: почему люди обращаются к вашей компании? Для чего вы им нужны? Какие услуги им требуются? Эта функция удовлетворяет их потребности. Администрирование или (A) – функция нужна, чтобы следить за порядком: компания должна делать правильные вещи в правильной последовательности с правильной интенсивностью. Эта функция обеспечивает эффективность в краткосрочной перспективе. Далее необходим менеджер, владеющей E-функцией, который способен определить направление развития организации. Он сочетает в себе творческий подход и готовность идти на риск, что позволяет ему действовать в обстановке постоянных изменений и обеспечить результативность в долгосрочной перспективе. И наконец, менеджмент должен интегрировать (I), т.е. создавать такую атмосферу и систему ценностей, которые будут стимулировать людей действовать сообща и не дадут никому стать незаменимым, что обеспечит жизнеспособность и эффективность в долгосрочном аспекте. При решении проблем каждая функция нацелена на решение собственных задач. Для продуктивности каждой функции к каждой надо задать определенные вопросы: (P): что нужно сделать? (A): как это нужно сделать. (E): когда/зачем это нужно сделать? (I): кто это должен сделать?

Функции (РАЕI) проявляются и угасают в прогнозируемой последовательности на протяжении жизненного цикла любой организации. На разных этапах развития организации разные функции преобладают в менеджменте.

Чтобы менеджмент был успешным, менеджеры должны превосходно выполнять хотя бы одну функцию и удовлетворительно выполнять остальные. Менеджер, выполняющий Р-функцию, знает, что нужно вашим клиентам и почему они приходят именно к вам, и представляет технологию получения желаемых результатов. Менеджер А-типа уделяет внимание деталям, организует процесс производства, следит за тем, чтобы организация занималась тем, чем должна, и делала это эффективно. Он предвидит проблемы, заложенные в идее, и знает, что происходит вокруг. Организация должна уметь планировать и определять курс с учетом изменений. Это обеспечивает Е-функция. Человек, обладающий этой функцией, творческий, что позволяет ему наметить новые направления и изобретать стратегии, и готов рисковать, чтобы воплощать свои идеи. Занимающийся интеграцией (I) поощряет потребность во взаимодействии, объединяет индивидов в сплоченную самобытную группу. Это позволяет людям в компании работать как одна команда и решать поставленные проблемы. Члены такой команды дополняют друг друга. Интегратор наделен наиболее выраженными творческими способностями по сравнению с другими, поскольку ему приходится работать на основе более расплывчатой и менее структурированной базы данных. Он создает связи, обеспечивающие преемственность на будущее, и обеспечивает функционирование в настоящем. Менеджеры, наделенные I-характеристиками, предрасположены не только к хорошему управлению, но и могут быть отличными лидерами.

Надо сказать, что четыре функции менеджмента несовместимы. Их можно задействовать поочередно, но применить их одновременно никак нельзя.

Вспомните, как часто вы говорили: «Работы настолько много, что некогда вздохнуть, и совсем нет времени задуматься о будущем!». Что это значит? Передвижение камней, удовлетворение насущных потребностей – настолько всепоглощающий процесс, что у вас нет времени думать о завтрашнем дне. Некогда заниматься изменениями. Производство и предпринимательство несовместимы, тем более что изменения ставят под удар реальные действия. Чем больше времени уходит на планирование, тем меньше делается в настоящем, и, чем меньше делают в настоящем, тем больше изменений в планах. Функции Р и Е несовместимы.

Р и А тоже несовместимы. Вы можете разрушить эффективность, если не будете обращать внимания на результативность. Вы должны добиться результативности, если хотите работать эффективно, но иногда вы настолько результативны, что не можете быть эффективными, потому что стараетесь добиться результатов за счет эффективности.

Также несовместимы Р и I, когда вы пытаетесь что-то сделать, не обращая внимания на человеческий фактор. В ином случае приходится искать компромисс, чтобы добиться выполнения поставленной задачи.

I, наконец, мы подошли к несовместимости А и I – несовместимость администрирования и интегрирования. Если растет I – снижается А и наоборот.

Принимая во внимание проблемы, связанные с несовместимостью, можно сделать вывод: каждому руководителю, выполняющему четыре основные функции менеджмента присущи сильные и слабые стороны. Кто бы ни решал управленческую задачу, способность к выполнению отдельных функций может быть нереализованной, вытесненной или попросту неразвитой изначально.

Поскольку каждая из рассмотренных нами функций необходима, а вместе они достаточны для успешного менеджмента, что произойдет, если одна из них не выполняется? Как предугадать огрехи в менеджменте, которые неизбежно возникнут?

Но мы подойдем к этой задаче немного по-другому. Опишем пять крайних проявлений неправильного менеджмента. Вместо того чтобы смотреть, что произойдет, если одна из функций не выполняется, мы задаем вопрос, что будет, если одна из функций выполняется в отсутствие трех остальных. Итак, с какими же стилями менеджмента мы тогда столкнемся?

Герой-одиночка. Производство, удовлетворение потребностей, достижение результатов являются основными в работе этого менеджера. Администрирование, интеграция, предпринимательство равны нулю. Такой менеджер работает в так называемом стиле P000.

Бюрократ. Его можно охарактеризовать как 0A00. Итак, что это значит. Такой человек совершенный ноль в Р. Его I и E тоже на нуле. Он не производит результатов, его не занимают перемены, не волнуют взаимоотношения с людьми. Он уделяет внимание исключительно систематизации, рутинизации организации.

Поджигатель. Речь пойдет о предпринимателе, который ориентирован только на будущее. Он блестяще выполняет функции предпринимателя, но на все остальное не обращает внимания. Этот стиль работы можно охарактеризовать как 00E0.

Горячий сторонник. Горячий сторонник заинтересован исключительно в определении того, кто с кем вступает во взаимоотношения, он исследует взаимосвязи между людьми. Стиль работы такого руководителя можно охарактеризовать как 000I.

Балласт или мертвый пень. Итак, последний пограничный случай. Это стиль 0000 или балласт. Этому руководителю не интересно что, не интересно как, почему и кто это делает. Его практически ничего не интересует.

Мы рассмотрели, конечно, наиболее крайние проявления неправильного управления. В жизни редко встречаются руководители, стиль работы которых построен на исполнении только какой-либо одной функции, хотя никому не дано достичь совершенства во всех четырех функциях.

## Литература

1. Адизес И.К. Идеальный руководитель. – М.: Альпино Паблишер, 2007. – 264 с.
2. Адизес И.К. Развитие лидера. – М.: Альпино Паблишер, 2008. – 259 с.
3. Адизес И.К. Стили менеджмента. – М.: Альпино Паблишер, 2009. – 200 с.



### **Барсукова Анастасия Андреевна**

Год рождения: 1992

Факультет точной механики и технологий, кафедра инженерной и компьютерной графики, группа № 5646

Направление подготовки: 230400 – Информационные системы и технологии

e-mail: zdraste\_mordaste@mail.ru

УДК 004.91

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВИЗУАЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ, ОРИЕНТИРОВАННОЙ НА СИСТЕМАТИЗАЦИЮ ЗНАНИЙ**

**А.А. Барсукова**

**Научный руководитель – к.п.н., доцент В.А. Локалов**

Научно-технический прогресс и вхождение нашего мира в эру информационного общества внесли значимые изменения в жизнедеятельность людей. Сегодня информационное пространство состоит из огромных объемов материалов, и человек часто не успевает в полной мере адаптировать свое мышление, испытывает трудности с систематизацией полученных знаний. Соответственно, возникает потребность в особых инструментальных средствах, которые помогут с этим справиться.

**Ключевые слова:** информационные технологии в образовании, мультимедиа, интерфейсы.

Современный этап развития науки характеризуется взаимопроникновением наук друг в друга. Междисциплинарные связи являются конкретным выражением интеграционных процессов, происходящих сегодня в науке и в жизни общества. Эти связи играют важную

роль в повышении практической и научно-теоретической подготовки учащихся, являются областью обширных научных исследований.

В настоящий момент существует большое противоречие между традиционным темпом обучения человека и постоянно увеличивающейся скоростью появления новых знаний, появляются такие явления, как «клиповость» мышления и, как следствие, «жажда целостности».

В связи с этими тенденциями в начале XX века появляется холистическая философия. Понятие «холизм» (от греческого «holon» – «полноценное», «то, что не делится на части») введено Я.Х. Смэтсом в книге «Холизм и эволюция» (1926). В современной литературе термин «холизм» нередко используется для обозначения принципа целостности. Принцип целостности означает, что целое – это больше, чем сумма его частей, в его основе положен философский принцип о всеобщей связи явлений.

Проведенный анализ позволил выявить немало противоречий, существующих в теории и практике развития целостного мышления в образовании. Одно из основных – это противоречие между потребностью общества в людях, обладающих способностью целостно подходить к рассмотрению явлений окружающей действительности, и неготовностью педагогической системы в полной мере реализовать эту потребность в образовательном процессе, в частности, из-за слабой разработанности адекватных для этого дидактических условий. Другое – это развитие двух противоположных тенденций современного образования – с одной стороны, обобщение и интеграция знаний, а с другой – их узкая специализация.

Соответственно, возникает потребность в инструментальных средствах, облегчающих:

- упорядочивание знаний;
- системное понимание всяких явлений;
- реализацию межпредметных связей.

Подобные инструментальные средства уже существуют (таблицы, программы, приложения), но у них есть множество недостатков: обычно они бывают заточены под определенный предмет, связи между ними зачастую условны – специализированного типа; не учитываются потребности пользователя; неудачная визуализация – сложно разобраться в принципе работы, ошибочное восприятие информации [1].

Основная задача работы – создать средство, которое ликвидировало бы подобные недостатки, которое было бы ориентировано на саму личность и помогало бы настраиваться на определенный информационный поток, систематизировать информацию, обобщать и анализировать. Также одна из главных задач – исследование способов визуальной структуризации знаний.

Одна из современных концепций образования, обеспечивающая целостность – наличие создания некой образовательной среды, которая обеспечивает учет всех связей и компонентов учебного процесса. Термин «среда», под которой понимались окружающие человека общественные, материальные и духовные условия его существования, формирования и деятельности, стал использоваться в европейской культуре еще в эпоху Просвещения. Среда становится образовательной тогда, когда появляется личность, имеющая интенцию на образование. При этом одна и та же среда может быть образовательной для одного человека и совершенно нейтральной в этом смысле для другого. Человек имеет шанс формировать свою образовательную среду в границах определенного образовательного пространства, выбирая образовательные институты или занимаясь самообразованием. Образовательная среда – система влияний и условий формирования личности по заданному образцу, а также возможностей для ее развития, содержащихся в социальном и предметно-пространственном окружении. Сейчас популярны медиа-среды – именно они зачастую бывают специализированного типа, заточены под определенный предмет.

Первый шаг в создании средства – выяснение категории пользователей, для которых мы создаем средство, их потребностей, особенностей восприятия. Для этого был проведен эксперимент – был разработан и проведен тест на выявление стремления человека мыслить целостно [2].

На основании эксперимента была подтверждена актуальность данной работы, определены характеристики, которыми обладают люди, стремящиеся к целостному восприятию (любопытность, самостоятельность, толерантность к другой культуре, критический подход, умение анализировать), выделены основные группы целевой аудитории (студенты/учащиеся, ученые/исследователи, любознательные). Также установлено, что данному явлению подвержены люди всех возрастов.

Описание разработки. Систематизация начинается с упорядочивания. Существуют множество вариантов упорядочивания: по географическому признаку, по времени, в зависимости от области знаний, а также можно использовать и другие координаты.

Описание визуализации модели. Модель визуализирована в виде узловой диаграммы, в центре которой находится рассматриваемый объект.

Рассматриваемый объект определен во времени, и наша задача была показать этот временной срез и объекты, которые тоже в нем существуют, а также их связи с рассматриваемым объектом. Все объекты имеют форму круга, что хорошо подходит для изучения связей между ними и обладает легкостью восприятия, таким образом, минимизируя искажение информации за счет визуального восприятия – что, в данном случае, является критерием качества. Размеры объектов различаются в зависимости от имеющегося количества информации о них. Объекты различаются по цвету, в зависимости от категории, также они фильтруются в зависимости от географического положения и области функционирования (рисунок).

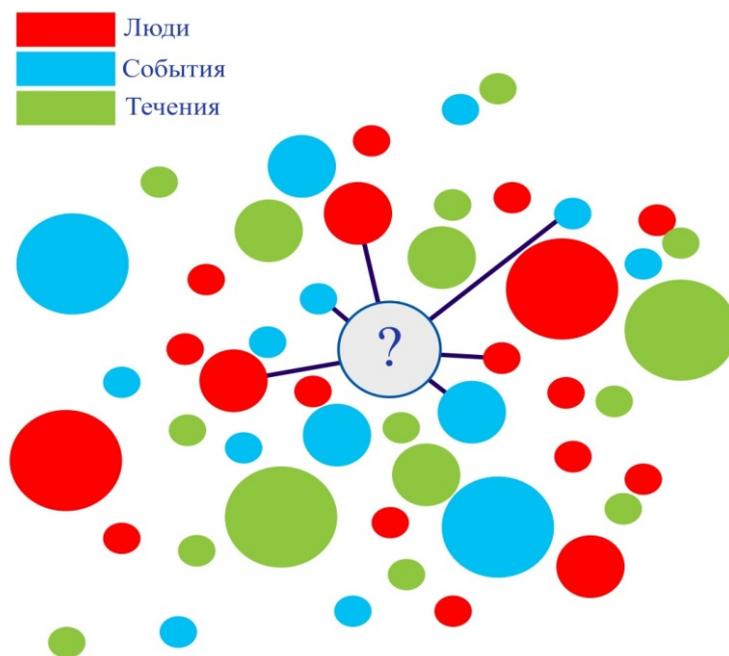


Рисунок. Визуализация модели в виде узловой диаграммы

Задача системы – показать различные объекты, находящиеся в одном временном срезе, а уже исследователь, используя различные фильтрации, имеет возможность проанализировать, обобщить, найти какие-либо связи между ними.

Использование этого инструмента реализует холистический подход в образовании, помогая связывать информационно отдельные области информации, при этом ориентируясь на индивидуальные потребности личности, сейчас дорабатывается визуализация модели и алгоритм ее функционирования.

## Литература

1. Башаева С.Г. Дидактические условия развития целостного мышления студентов в процессе обучения // Образование. Наука. Инновации: Южное измерение. – 2010. – № 4(14). – С. 7–13.
2. Кощеева Е.С., Красноперов Г.В. Использование информационных сред на основе идей холистического подхода в профессиональной подготовке учителя // Педагогическое образование в России. – 2012. – № 5(3). – С. 72–77.



**Силантьева Людмила Александровна**

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии молока и пищевой биотехнологии, к.т.н., доцент  
e-mail: ms.silanteva19@mail.ru



**Баулина Мария Анатольевна**

Год рождения: 1990  
Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии молока и пищевой биотехнологии, аспирант  
Специальность: 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ  
e-mail: mashuxer@rambler.ru

УДК 637.07/637.04

## **РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ДЕСЕРТОВ С ПРОРОЩЕННЫМИ СЕМЕНАМИ БОБОВЫХ КУЛЬТУР**

**М.А. Баулина, Л.А. Силантьева**

**Научный руководитель – к.т.н., доцент Л.А. Силантьева**

Представлена разработка состава функциональных кисломолочных десертов, обогащенных сывороточными белками и пророщенными семенами чечевицы. Установлено, что наилучшими показателями обладали образцы с массовой долей сухой подсырной сыворотки 6%, концентрата сывороточных белков 8%, пророщенных семян чечевицы 8%. Исследованы показатели качества разработанных кисломолочных десертов.

**Ключевые слова:** кисломолочный десерт лечебно-профилактической направленности, сывороточные белки, пророщенные семена чечевицы.

Сложившиеся реалии в России, а именно ухудшение здоровья населения, связанное с воздействием вредных факторов, обуславливают необходимость создания функциональных продуктов, предназначенных для повышения защитных сил организма человека [1].

Получить продукты функционального значения можно путем комбинирования сырья животного и растительного происхождения [2].

Определенный интерес представляют такие белковые препараты животного происхождения, как сывороточные белки [3]. Также определенное внимание специалистов привлекает сырье природного происхождения, содержащее биологически активные вещества и обладающее функциональными свойствами [2]. Для получения продуктов с функциональными свойствами целесообразно использовать пророщенные семена злаковых и

бобовых культур. Целью проращивания является синтез и активизация ферментов. Именно под действием ферментов при проращивании значительная часть сложных веществ (крахмал, белок) превращается в мальтозу, глюкозу, декстрины, пептоны, пептиды, аминокислоты, и другие. Происходит переход макро- и микроэлементов в легкоусвояемую форму [4].

В настоящей работе при получении функционального кисломолочного десерта были использованы пророщенные семена чечевицы. Содержание белка в чечевице находится в пределах 26,9–32,2%, что несколько выше, чем в других бобовых, за исключением сои. Также в пророщенных семенах чечевицы находится небольшое количество жира, большое количество кальция, фосфора, магния, цинка, железа, селена, а также медь, витамины С, Е, F, В<sub>1</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>. Они способствуют кроветворению, ускоряют процессы выздоровления [2, 5].

На основании ранее проведенных исследований разработаны рецептуры кисломолочных десертов с добавлением сухой подсырной сыворотки или концентрата сывороточного белка КСБ-80.

В табл. 1 представлены рецептуры на 1 т разработанных кисломолочных десертов. В качестве закваски использовалась йогуртовая закваска прямого внесения DVS.

Таблица 1. Рецептуры на 1 т разработанных кисломолочных десертов

	Кисломолочный десерт, обогащенный сывороточными белками и пророщенными семенами чечевицы	Кисломолочный десерт, обогащенный концентратом сывороточного белка КСБ-80 и пророщенными семенами чечевицы
Молоко сухое обезжиренное, кг	74	72
Сухая подсырная сыворотка, кг	60	–
Концентрат сывороточного белка КСБ-80, кг	–	80
Пророщенные семена чечевицы, кг	80	80
Пектин цитрусовый, кг	5	4
Вода питьевая, кг	641	624
Фруктово-ягодные наполнители различных вкусовых достоинств, кг	140	140
<b>Итого, кг</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>

Далее исследовались реологические свойства готовых кисломолочных десертов. На рис. 1 представлена кривая течения на прямом ходу готовых десертов. С повышением напряжения сдвига наблюдается понижение вязкости, что говорит о неньютоновском (псевдопластическом) характере течения вещества. Зависимость напряжения сдвига от скорости сдвига имеет нелинейный характер, так как известно, что вязкость неньютоновских жидкостей при заданной температуре и давлении не остается постоянной. На малых скоростях сдвига структура вещества разрушается и полностью восстанавливается, наблюдается наибольшая вязкость жидкости. С увеличением скорости структура вещества разрушается и восстанавливается не полностью, поэтому вязкость резко уменьшается.

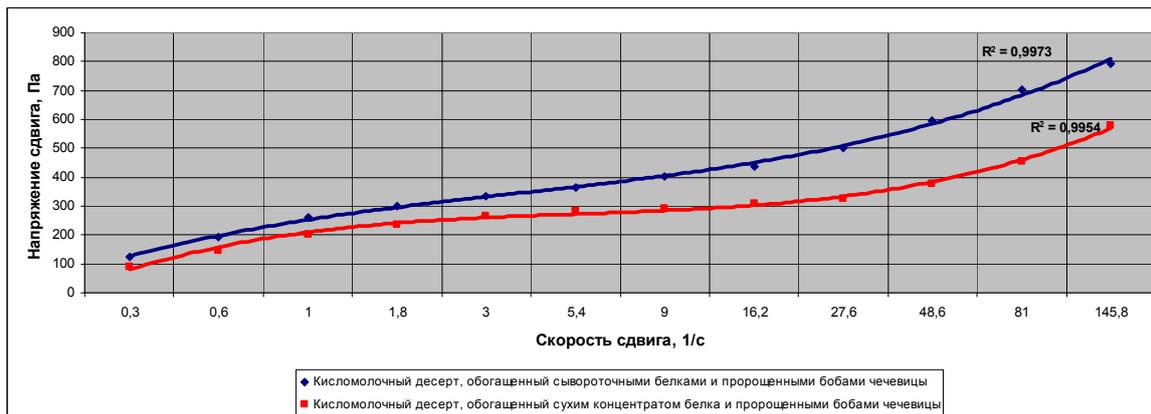


Рис. 1. Кривая течения на прямом ходу готовых десертов



Рис. 2. График изменения коэффициента эффективной вязкости от градиента скорости деформации для готовых десертов

На рис. 2 представлен график изменения коэффициента эффективной вязкости от градиента скорости деформации для готовых десертов, являющийся графическим представлением явления тиксотропии. «Нижняя кривая» течения не совпадает с «верхней кривой». Они образуют так называемую «петлю гистерезиса», площадь которой можно использовать в качестве количественной характеристики рассматриваемого эффекта. По данному графику видно, что разработанные готовые десерты обладают тиксотропными свойствами и способны к тиксотропному восстановлению.

Были проведены исследования по определению содержанию макроэлементов – кальция, фосфора, калия и магния в готовых кисломолочных десертах. Макроэлементы – это вещества, которые ежедневно необходимы нашему организму в количестве более 200 мг. Именно суточная потребность организма отличает их от микроэлементов. Они необходимы для поддержания нормальной жизнедеятельности организма человека и работоспособности всех систем организма и, соответственно, их недостаток может вызвать различные негативные последствия для человека.

Были проведены исследования по определению содержанию витаминов – витамина В<sub>1</sub> (тиамина), витамина В<sub>2</sub> (рибофлавина), витамина С – в готовых кисломолочных десертах.

Исследования показали, что разработанные функциональные кисломолочные десерты содержат в своем составе макроэлементы и витамины, необходимые нашему организму.

Также были установлены сроки годности в соответствии с МУК 4.2.727-99 «Гигиеническая оценка сроков годности пищевых продуктов» готовых кисломолочных

десертов. Исследуемые десерты относятся к скоропортящимся продуктам питания. Были проведены исследования органолептических, физико-химических и микробиологических показателей в следующие периоды:

- при непосредственном изготовлении десертов;
- на 5-е сутки после изготовления продукта;
- на 10-е сутки после изготовления продукта;
- на 15-е сутки после изготовления продукта;
- на 20-е сутки после изготовления продукта.

Органолептические показатели десертов в течение 15 дней испытаний не изменились, количество отделившейся сыворотки изменилось незначительно. На 20-е сутки произошел резкий скачок кислотности, что привело к ухудшению органолептических свойств продукта. Микробиологические показатели в течение всех дней испытаний приведены табл. 2.

Таблица 2. Микробиологические показатели в течение всех дней испытаний

	Бактерии рода <i>Proteus</i> в 1,0–0,1 г продукта	БГКП (колиформы)	Патогенные, в том числе <i>L. monocytogenes</i>	Патогенные, в том числе сальмонеллы	Дрожжи, плесени, КОЕ/г	<i>Staphylococcus aureus</i>	молочнокислые бактерии, КОЕ/см <sup>3</sup>
Фон	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	>10	не обнаружен	>1,1·10 <sup>8</sup>
5 сутки	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	>10	не обнаружен	>1,1·10 <sup>8</sup>
10 сутки	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	>10	не обнаружен	>1,1·10 <sup>8</sup>
15 сутки	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	>10	не обнаружен	>1,1·10 <sup>8</sup>
20 сутки	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены	>10	не обнаружен	>1,1·10 <sup>8</sup>

Были установлены сроки годности для кисломолочных десертов – 15 суток с учетом коэффициента резерва.

Кисломолочные десерты обладают хорошими реологическими свойствами, обладают выраженными тиксотропными свойствами, имеют стабильную структуру, содержат макроэлементы и витамины, необходимые для нормальной жизнедеятельности организма, стабильны в течение всего срока годности, имеют стандартную технологическую схему, не требуют затрат на дополнительное оборудование при производстве. Рекомендуются употреблять взрослым людям данные кисломолочные десерты в количестве 100 г как дополнительный источник питательных веществ.

### Литература

1. Донская Г.А. Функциональные молочные продукты // Молочная промышленность. – 2007. – № 3. – С. 52–53.
2. Антипова Л.В. Чечевица: перспективы использования в технологии пищевых продуктов: монография. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2010. – 255 с.
3. Токаев Э.С., Баженова Е.Н., Мироедов Р.Ю. Сывороточные белки для функциональных напитков // Молочная промышленность. – 2007. – № 10. – С. 55–56.
4. Тутельян В.А. Некоторые проблемы оценки обеспечения безопасности новых источников пищевого белка // Вопросы питания. – 1989. – № 3. – С. 4.

5. Растительный белок / Пер. с фр. В.Г. Долгополова: под ред. Т.П. Микулович. – М.: Агропромиздат, 1991. – 684 с.



**Бекалдиев Леонид Леонидович**

Год рождения: 1991

Факультет оптико-информационных систем и технологий,  
кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа № 6311

Направление подготовки: 200400– Оптико-электронные методы  
и средства обработки видеoinформации

e-mail: kezarus@gmail.com

УДК 535:631.373.826

**СТАБИЛИЗАЦИЯ КРУТИЗНЫ ПЕЛЕНГАЦИОННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
ИМПУЛЬСНОГО ОПТИЧЕСКОГО КООРДИНАТОРА ЦЕЛИ**

**Л.Л. Бекалдиев**

**Научный руководитель – д.т.н., профессор Е.Г. Лебедько**

Рассмотрены различные условия работы линейных координаторов цели, исследованы возможные причины получения некорректных данных, влияющих на крутизну пеленгационных характеристик координаторов цели, рассмотрены два способа стабилизации крутизны пеленгационных характеристик: расфокусировка и автоматическая регулировка усиления.

**Ключевые слова:** пеленгация, оптическая локация, линейный координатор цели, пеленгационная характеристика.

**Введение.** Для автоматического сопровождения цели по угловым координатам необходимо непрерывно совмещать оптическую ось локатора или оптической головки самонаведения с направлением на цель. Датчиком углового рассогласования являются координаторы цели, которые подразделяются на линейные и релейные. Важнейшей характеристикой координаторов цели является пеленгационная характеристика – зависимость математического ожидания величины выходного сигнала от угла рассогласования между оптической осью и направлением на цель. Релейные координаторы цели дают информацию только о знаке угла рассогласования, а линейные координаторы дают информацию как о знаке угла рассогласования, так и о величине этого рассогласования.

Линейные многоканальные координаторы цели имеют ряд важных преимуществ перед одноканальными, одно из которых – получение информации об угловом рассогласовании при каждом отраженном от цели сигнале, а следовательно, имеют существенный энергетический выигрыш.

Техническая реализация равносигнального направления в многоканальных координаторах цели осуществляется различными способами. Широко используется четырехканальные координаторы с применением координатно-чувствительных фотодиодов и фотоприемных устройств с фотодиодами, квадратных фотоэлектронных умножителей, устройств со светоделительной зеркальной пирамидой и т.п. Основной характеристикой линейного координатора цели является пеленгационная характеристика, параметры которой у такого координатора зависят от величины принимаемого сигнала, углового размера цели и балансировки чувствительности приемных каналов (рис. 1).

**Описание функциональной схемы модели координатора.** Смоделируем простую систему, состоящую из объекта (цели), оптической системы (ОС) и самого линейного координатора цели.

Для моделирования процесса было принято фокусное расстояние 60 см, диаметр

входного зрачка – 30 см, диаметр объекта – 3 м.

Расстояние до объекта варьируется в пределах 1–10 км.

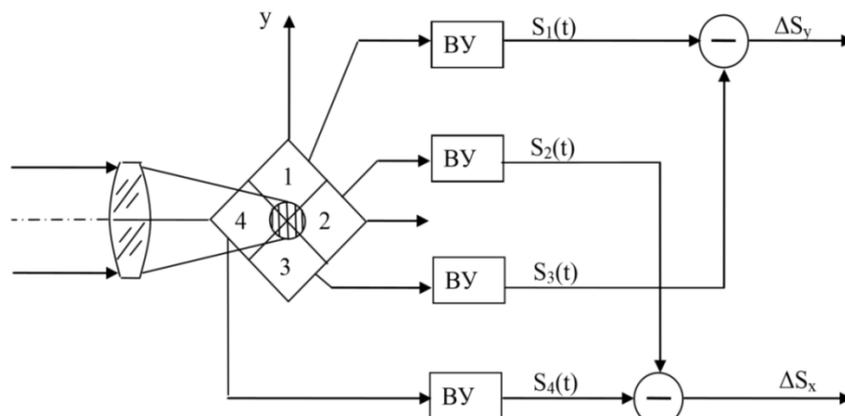


Рис. 1. Функциональная схема линейного координатора цели: ФП – четырехплощадочный фотоприемник; ВУ – видеоусилители; (–) – вычитающее устройство;  $S_i(t)$  – сигнал на выходе  $i$ -го приемного канала

Оптический сигнал поступает через приемную оптическую систему на фотоприемник. В зависимости от расположения сканируемого объекта относительно оптической оси системы, площадки приемника будут освещаться по-разному, в результате чего сигнал на видеоусилителе будет различный. Вычитая сигналы  $S_1(t)$  и  $S_3(t)$ , можно получить смещение цели по вертикали, и аналогично при вычитании  $S_2(t)$  и  $S_4(t)$  – по горизонтали.

**Устранение разбалансировки приемных каналов.** Разбалансировка чувствительности приемных каналов обычно возникает при воздействии различных дестабилизирующих факторов: изменения температуры окружающей среды, напряжения питания, наличия проникающей радиации, длительного хранения и т.д. Разбалансировка приводит, как к изменению крутизны пеленгационной характеристики, так и смещению ее от нулевой точки (рис. 2), что ведет к ошибке определения, не только угла рассогласования, но и его знака.

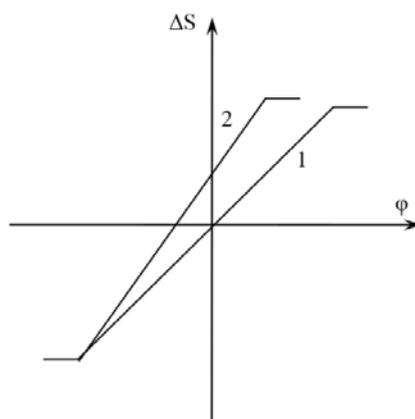


Рис. 2. Смещение пеленгационной характеристики относительно нулевого значения

Для стабилизации крутизны пеленгационной характеристики при изменении дистанции (величины сигнала) можно прибегнуть к логике вычисления разностного сигнала:

$$\Delta S_y = \frac{S_2(t) - S_4(t)}{S_1 + S_2 + S_3 + S_4}, \quad (1)$$

$$\Delta S_x = \frac{S_1(t) - S_3(t)}{S_1 + S_2 + S_3 + S_4}. \quad (2)$$

В этом случае практически исключается изменение крутизны пеленгационной

характеристики от величины принимаемого сигнала.

**Стабилизация пеленгационных характеристик при изменении углового размера цели.** При изменении расстояния до цели, крутизна пеленгационной характеристики будет изменяться пропорционально расстоянию до цели. Такой же эффект наблюдается при изменении размера цели.

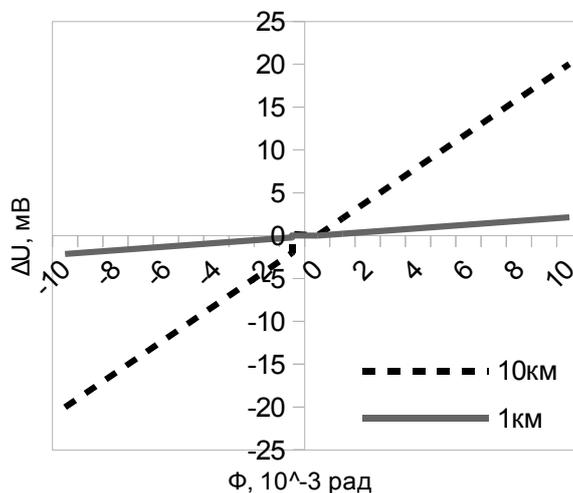
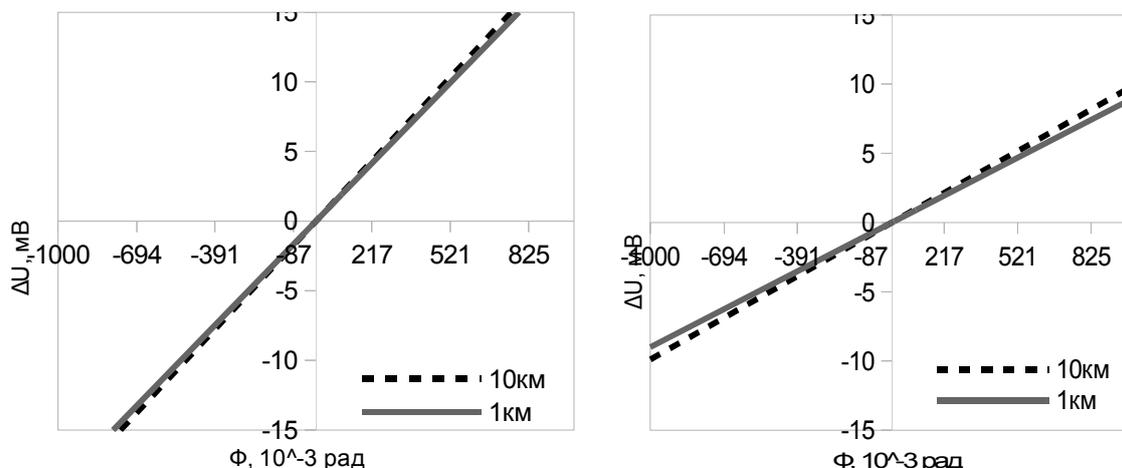


Рис. 3. Изменение крутизны пеленгационной характеристики для положения приемника в фокусе

Чтобы попробовать избежать столь сильной зависимости угла наклона от величины углового размера цели (рис. 3), можно прибегнуть к расфокусировке – установлению плоскости приемника вне фокальной плоскости приемной системы. Ниже представлены исправленные пеленгационные характеристики для различных смещений чувствительной площадки приемника. За основу расчетов была взята схема с параметрами, приведенными в начале работы. Построение наклонной части пеленгационной характеристики осуществлялось по двум точкам. При фокусном расстоянии 60 см, расстояние от ОС до приёмника составляли 40 см, 60 см и 80 см для каждого графика соответственно.

Из графиков на рис. 4, 5, видно, что отдаление приемника излучения от фокальной плоскости благотворно влияет на крутизну пеленгационной характеристики.



а

б

Рис. 4. Изменение крутизны пеленгационной характеристики для положения приемника: 40 см (а); 50 см (б)

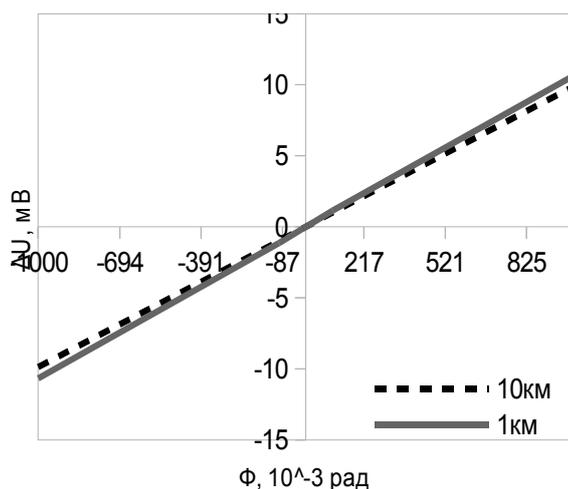


Рис. 5. Изменение крутизны пеленгационной характеристики для положения приемника 70 см

**Выводы.** Рассмотрены различные причины, влияющие на качество определения углового положения цели линейным импульсным оптическим локатором. Определены причины изменения крутизны пеленгационной характеристики локаторов, одна из которых – изменение чувствительности приемных площадок приемника оптического излучения, другая – изменение углового размера пеленгуемой цели. Исследованы методы стабилизации крутизны пеленгационных характеристик. В первом случае автоматическая регулировка усиления сигнала практически полностью стабилизирует наклон пеленгационной характеристики, в другом случае, расфокусировка изображения дает заметное улучшение результатов. Оба способа могут использоваться совместно.

### Литература

1. Лебедев Е.Г. Системы оптической локации, часть 2. Учебное пособие для вузов. – СПб.: НИУ ИТМО, 2013. – 129 с.
2. Лебедев Е.Г. Системы оптической локации, часть 3. Учебное пособие для вузов. – СПб.: НИУ ИТМО, 2013. – 110 с.



#### Бибиков Сергей Викторович

Год рождения: 1964

Факультет информационных технологий и программирования, кафедра речевых информационных систем, аспирант

Специальность: 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы)

e-mail: bibikov@speechpro.ru

УДК 62-783.2

### ИНФОРМАЦИОННО-АДАПТИВНЫЙ МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ ПРИБЛИЖАЮЩЕГОСЯ ПОЕЗДА

С.В. Бибиков

Научный руководитель – д.т.н., профессор Ю.Н. Матвеев

Работа выполнена в рамках договора НИОКР № 676 между ОАО «РЖД» и ООО «Центр речевых технологий».

Описан метод обнаружения слабого сигнала в случае, когда важен только факт его наличия. Статистики большинства методов обнаружения не годятся, когда сигнал много меньше помехи. Если считать, что энергия смеси сигнала с помехой всегда больше энергии помехи, измеримой мерой

наличия сигнала является информация отличия смеси от помехи. Доказана возможность накопления информации по степеням свободы смеси сигнала с помехой в виде спектральной неравномерности. Сформулированы выражения для информационной статистики и порогового значения принятия решения. Сделана оценка эффективности алгоритма по результатам моделирования на ЭВМ.

**Ключевые слова:** источник сигнала, система обнаружения, соотношение сигнал/помеха, смесь сигнала с помехой, спектральная неравномерность, энтропия, информационная статистика.

В практике важно обнаруживать и классифицировать источники сигнала на пределе потенциала системы обнаружения. Ниже – описание метода, который дает возможность повысить потенциал технической системы обнаружения за счет обнаружения слабого сигнала источника, в случае, когда не важны амплитуда или фаза сигнала, а важен факт наличия и направление прихода. При соотношении сигнал/помеха на входе средства обнаружения менее – 20 дБ пытаться его обнаруживать на основе традиционных критериев обнаружения Неймана–Пирсона, идеального наблюдателя – значит заниматься самообманом или обманывать других.

Традиционные системы обнаружения используют вероятностные модели распределения сигналов и помех и максимально правдоподобные «оптимальные» алгоритмы и пороги. Недостаток – реальные статистики обнаружения и принятия решения не соответствуют понятию измеримого разбиения выборочного вероятностного пространства: обнаруживаемая цель так долго не находится в элементе разрешения, чтобы решающей статистике за это время приписать свойства вероятностной, случайной величины замкнутого пространства, для правильного расчета вероятности правильного обнаружения и ложной тревоги, особенно в случае, когда сигнал много меньше помехи.

При этом энергия смеси сигнала с помехой всегда больше энергии помехи, и ситуацию спасает принятие положения, что измеримая мера факта сигнала в смеси с помехой – не пороговое множество подобия (традиционных критериев обнаружения), а информация различения этой смеси от помехи.

Основные свойства информации по Колмогорову [1] – аддитивность и измеримость, следовательно, ее можно накапливать по тем степеням свободы смеси сигнала с помехой, где она есть, и не накапливать, где ее нет, за время нахождения источника в элементе разрешения. Отсюда – возможность автоадаптации накопления информации по степеням свободы смеси сигнала с помехой.

Ситуацию облегчает возможность анализа спектральных компонент сигнала, как степеней свободы (спектральная неравномерность). Это снимает требование к стационарности сигнала и к функции распределения смеси сигнала с помехой и помехи. Впервые успешно в аналогичной ситуации подобный метод для обнаружения слабых сигналов на фоне шума применил В. Курышев [2].

При исследовании явлений, теория информации, как более общая дисциплина, должна предшествовать теории вероятности. Не строгое изложение метода, в терминах теории информации.

Множество помехи  $N$  есть подмножество сигнального процесса  $X$ , представляющего собой возможное множество объединений сигнала  $S$  и помехи  $N$ . Неопределенность  $H$  сигнального процесса  $X$  обозначается аддитивной функцией множеств  $m(\cdot)$ , так, что:

$$H = m(X) = m(S+N) = m(N) + m(S) - m(SCN).$$

Если определено множество помехи  $N$ , то тогда разность неопределенностей  $m(X) - m(N)$  может быть положительной только тогда, когда в сигнальном процессе  $X$  имеется полезный сигнал  $S$ .

$$m(X) - m(N) = m(S) - m(SCN) = I > 0.$$

Это информационная мера наличия сигнала  $S$  в сигнальном процессе  $X$ .

Наличие сигнала  $S$  обуславливает положительность  $I$  и наоборот положительность  $I$  обуславливает наличие сигнала.

Неопределенность сигнального процесса  $X$  и помехи  $N$  обозначают  $H(X)$  и  $H(N)$ , разность энтропий:

$$I(S) = H(X) - H(N)$$

– информация о сигнале  $S$  в сигнальном процессе  $X$ .

Общая энтропия по степеням свободы сигнального процесса  $X$  [1]:

$$H(X)_0 := \sum_{i=1}^M H(X)_i,$$

где  $M$  – число степеней свободы (анализируемые спектральные компоненты).

$$H(N)_0 := \sum_{i=1}^M H(N)_i.$$

Энтропия по этим же степеням свободы помехи  $N$ :

$$I(S)_0 := \sum_{i=1}^M (H(X)_i - H(N)_i).$$

Информация о сигнале  $S$  в сигнальном процессе  $X$ . Для некоторых распространенных моделей сигнальных процессов, гауссовского, равномерного и Лапласа моделей сигнальных процессов алгоритм вычисления информации о сигнале инвариантен и прост:

$$I(S) := \frac{1}{2} \sum_{i=1}^M [\log[(\sigma_X)^2] - \log[(\sigma_N)^2]],$$

где  $I(S)$  – информационная статистика наличия сигнала  $S$  в сигнальном процессе;  $X$  – выборочная информация сигнала  $S$  в сигнальном процессе  $X$  или предельное значение информации о сигнале  $S$  в  $X$ .

$I(S)$  всегда положительно, при как угодно малой мощности сигнала.

Теоретически, пороговое значение  $I(S)$  для заданных ошибок I (а) и II (б) рода, при принятии решения об обнаружении определяется выражением:

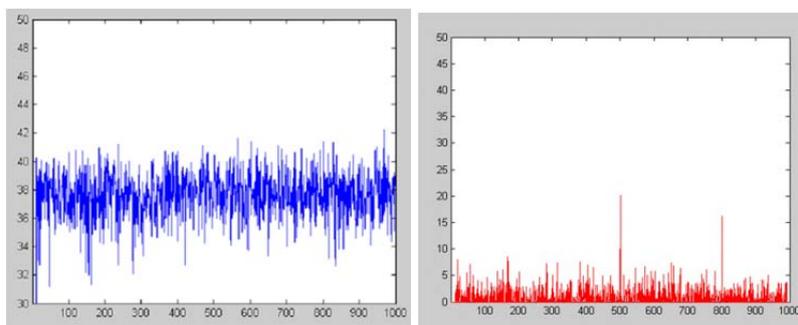
$$I(S) \geq \beta \log\left(\frac{\beta}{1-\alpha}\right) + (1-\beta) \log\left(\frac{1-\beta}{\alpha}\right).$$

Информационной статистикой классификации источника является статистика вида:

$$I(S, A) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^M W_i(A) [\log[(\sigma_X)^2] - \log[(\sigma_N)^2]],$$

где  $A$  – класс источника;  $W=1$ , если данная степень свободы (независимый признак) принадлежит источнику,  $W=0$ , если нет.

Результаты моделирования: широкополосный сигнал  $F=1$  кГц, замешаны два тональных сигнала на частоте 500 и 800 Гц, соотношение входных амплитуд к среднеквадратическому напряжению полосового сигнала по – 27 дБ. На рисунке, а, показан энергетический спектр полосового сигнала с замешанными, тональными сигналами по 100 циклам усреднения. Узкополосные сигналы в спектре различить невозможно.



а

б

Рисунок. Энергетический спектр (а); результат информационно полосового сигнала – адаптивной обработки сигнала (б)

Результат информационно адаптивной обработки приведен на рисунке, б, алгоритм работал в полной априорной неопределенности.

Превышение сигналов на частоте 500 Гц и 800 Гц, на 18 и 14 бит, соответственно, среднего информационного фона полосового сигнала. В традиционном смысле сравнения выигрыш равно 32 дБ.

### Литература

1. Колмогоров А.Н. Теория информации и теория алгоритмов. – М.: Наука, 1987. – 303 с.
2. Курышев В.Е. Мифы с приставкой «Рица» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://latestenergy.ru/index.php?catid=40:science-and-fraud&id=641:2013-01-24-05-02-10&Itemid=56&option=com\\_content&view=article](http://latestenergy.ru/index.php?catid=40:science-and-fraud&id=641:2013-01-24-05-02-10&Itemid=56&option=com_content&view=article), своб.



**Бойков Дмитрий Андреевич**

Год рождения: 1993

Факультет информационных технологий и программирования,  
кафедра речевых информационных систем, группа № 5599

Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы  
и технологии

e-mail: boikovdmitriy@mail.ru

УДК 004.622

## АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ ЗАПРОСОВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АВТОМАТИЧЕСКИХ ДИАЛОГОВЫХ СИСТЕМАХ

**Д.А. Бойков**

**Научный руководитель – к.т.н. А.О. Таланов**

Работа выполнена в рамках НИР № 713554 «Исследование методов и алгоритмов многомодальных биометрических и речевых систем».

В работе рассматривается задача обработки запросов пользователя на естественном языке. Основная сложность данной задачи заключается в тесной взаимосвязи различных частей системы между собой. В результате были сделаны выводы о применимости различных методов.

**Ключевые слова:** диалоговые системы, обработка запросов, интеллектуальные системы.

На текущем этапе построения интеллектуальных автоматических диалоговых систем встает одной из главных задач алгоритм обработки запросов пользователя и поддержания контекста разговора.

Для более детального понимания предметной области приведем основные направления для работы над системой:

1. представление данных;
2. выявление проблем;
3. поиск данных;
4. анализ результатов;
5. корректировка работы системы.

**Цель работы** – предложить пути решения направления работы над системой (п. 2 выявление проблем) и подготовить данные для начала первой итерации прототипирования системы для возможности экспериментального тестирования.

Перед началом изложения собственно возможных направлений алгоритмов необходимо условиться о данных, которые будут подаваться алгоритму на вход. После начала диалога запрос попадает в систему распознавания речи, а оттуда в модуль автоматизированного исправления ошибок распознавания речи (данный модуль рассматриваться не будет), и на выходе мы получаем наиболее вероятную фразу запроса. Собственно, она и будет подаваться на вход нашему алгоритму.

Запрос будет представлять собой текстовую строку, на основе данного запроса формируется запрос в систему для получения знаний. Возможны следующие варианты обработки запросов:

1. предобработка запроса;
2. удаление стоп-слов;
3. стемминг слов;
4. поиск эквивалентных слов в словаре;
5. латентно-семантический анализ;
6. Text Mining;
7. моделирование подязыков.

Рассмотрим первый пункт, так как он может выступать и как предобработка, и как самостоятельный и самодостаточный алгоритм обработки, после которого возможно нахождение необходимого знания.

Под стоп-словами понимаются слова, знаки препинания и прочие знаки, которые не несут никакой смысловой нагрузки (также обозначаются как шумовые слова).

Следующий пункт является очень важным, потому как помогает сделать систему более устойчивой и ресурсо-экономной, это стемминг слов. Стемминг – отсечение от слова окончаний и суффиксов, чтобы оставшаяся часть, называемая stem, была одинаковой для всех грамматических форм слова. Скажем пару слов о наиболее популярных алгоритмах стемминга для русского языка:

1. Стеммер Поппера;
2. Stemka;
3. My Stem;
4. N-грамм стеммер.

Латентно-семантический анализ (ЛСА) – это метод обработки информации на естественном языке, анализирующий взаимосвязь между коллекцией документов и терминами в них встречающимися, сопоставляющий некоторые факторы (тематики) всем документам и терминам. Не может быть применим из-за недостаточного количества входной информации наравне с алгоритмами Text Mining.

Моделирование подязыков (экспертная система обработки запросов) – это обработка запроса на основе правил и теорем о предметной области. Данный подход описан в работе [1] и является основой для построения данной системы, и на этапе прототипирования будет исследован наравне с другими возможными подходами.

И в качестве альтернативы данным подходам можно представить алгоритмы на основе N-грамм. В случае поисковых операций он считается практически классическим и может быть эффективно использован.

Несмотря на достаточно большое количество различных вариантов и вариаций обработки, мы остановились именно на этих в связи с их максимальной теоретической применимостью и возможностями практической реализации.

В дальнейшем алгоритмы обработки могут быть отсеяны и изменены в связи с началом работы над поддержанием контекста, и должны будут выступать в качестве подспорья в данной деятельности.

В работе были представлены основные данные о предметной области и о предполагаемых путях решения исследуемой проблемы.

## Литература

1. Larsson S., Ljunglöf P., Cooper R., Engdahl E., Ericsson S. GoDis. An Accommodating Dialogue System // ANLP/NAACL-2000 Workshop on Conversational System. – 2000. – P. 7–10.
2. Bohlin P., Cooper R., Engdahl E., Larsson S. Information states and dialogue move engines // IJCAI-99 Workshop on Knowledge and Reasoning in Practical Dialogue System. – 1999 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dfki.de/etai/SpecialIssues/Dia99/bohlin/responses.html>, своб.
3. Antworth E.L. Morphological Parsing with a Unification – based Word Grammar. – Arlington, TX: University of Texas, 1994 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www-01.sil.org/pckimmo/ntnlp94.html>, своб.
4. Батура Т.В. Машинно-ориентированные логические методы представления смысла текста на естественном языке. Дис. ... канд. физ.-мат. наук: 05.13.11. – Новосибирск, 2006. – 184 с.



### **Павлова Елена Александровна**

Год рождения: 1963

Факультет технологического менеджмента и инноваций,  
кафедра экономики и стратегического менеджмента,  
к.э.н., профессор  
e-mail: [ea\\_pavlova@mail.ru](mailto:ea_pavlova@mail.ru)



### **Бойцева Алеся Анатольевна**

Год рождения: 1992

Факультет технологического менеджмента и инноваций,  
кафедра экономики и стратегического менеджмента, группа № 5074  
Направление подготовки: 38.04.05 – Бизнес-информатика  
e-mail: [lesia-098@mail.ru](mailto:lesia-098@mail.ru)

УДК 001.891.32

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**А.А. Бойцева, Е.А. Павлова**

**Научный руководитель – к.э.н., профессор Е.А. Павлова**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 610749 «Проектирование и экономическое обоснование оптических систем для фундаментальных и прикладных исследований».

В работе авторами проанализированы особенности проведения фундаментальных и прикладных исследований. Обосновывается идея о том, что научные исследования выступают решающим фактором инновационного развития российской экономики. Затрагивается тема финансирования и взаимосвязи фундаментальных и прикладных исследований.

**Ключевые слова:** фундаментальные исследования, прикладные исследования, финансирование, инновационный процесс.

В современном мире наука создает уникальные возможности для социального и экономического развития общества. Решающими факторами инновационного развития

российской экономики выступают наличие перспективных фундаментальных и прикладных исследований по приоритетным направлениям развития науки, техники и технологий в Российской Федерации, развитая инновационная инфраструктура, обеспеченность научных разработок высококвалифицированным персоналом. Роль и значимость научных исследований особенно актуальна при переходе от инвестиционного типа развития страны к инновационному, от индустриального общества к обществу знаний.

Научные исследования по целевому назначению и по общественной функции делятся на фундаментальные и прикладные. Вопрос об их взаимоотношении, научном и социальном статусе остается пока еще открытым. Уяснение существа фундаментальных и прикладных исследований имеет практическое значение. От этого зависит финансирование, планирование, прогнозирование научной деятельности, управление ею, существование организаций и подразделений, занимающихся ими. В условиях становления науки видом массовой деятельности, превращения ее в непосредственную производственную силу, по мнению авторов, становится необходимым разобраться в сущности и взаимосвязи этих двух направлений и типов научной деятельности [1]. В этой связи представляется важным осветить понятие фундаментальных и прикладных исследований.

В самом общем плане под фундаментальными исследованиями понимают такую научную деятельность, которая ведет к открытию новых законов, взаимосвязей и явлений природы и общества [2]. Следует отметить, что на сегодняшний день фундаментальные исследования создают основу современных технологий, позволяют получить инновации прорывного уровня, определяют качество образования. С их помощью начинается новая волна конъюнктуры развития экономики.

Проанализировав разного рода литературу, можно сделать вывод, что при проведении фундаментального исследования происходит четкое осознание проблемы, объекта и предмета исследования. Отправным пунктом исследования является проблемная ситуация, решение которой направлено на развитие природы и общества, выявление, изучение и систематизацию объективных явлений и закономерностей, способствующих экономическому, социальному, технологическому и духовному развитию.

В прикладном исследовании понятие науки переводится на язык решений, нормативов, предписаний, регламентирующих поведение людей по целенаправленному изменению социальных объектов [3]. Необходимо отметить, что данные исследования основываются на результатах фундаментальных исследований, включая в себя изучение технической возможности, социально-экономической эффективности и путей практического использования результатов фундаментальных исследований в конкретной области (отрасли). Прикладным можно назвать не просто эмпирическое исследование, а исследование, выполненное по заказу, для использования на практике, обращенное к конкретной ситуации, имеющей место «здесь» и «сейчас» [4].

Авторы предполагают, что **цель исследования** состоит в непосредственном применении новых знаний для решения конкретных задач, быстром внедрении результатов для совершенствования материальной или духовной деятельности общества. Именно этим и обусловлены особенности прикладного исследования. В прикладном исследовании существует необходимость не только четкого формулирования рекомендаций, но и указание направления, а порой и сроков, этапов их внедрения в практику; критерием эффективности прикладного исследования является решение конкретной задачи, поставленной заказчиком [4].

Финансирование фундаментальных и прикладных исследований является не только актуальным вопросом, важнейшей задачей, но и особенностью проведения исследований. Финансирование определяет состояние научного потенциала, результативность научной деятельности. На сегодняшний день можно выделить следующие источники экономической поддержки фундаментальных и прикладных исследований:

- средства государственного бюджета;
- внебюджетные средства;

- собственные средства предприятий;
- средства иностранных инвесторов и международных финансовых организаций.

На взгляд авторов, к особенностям проведения фундаментальных исследований относятся: невозможность заранее с высокой степенью точности определить конечный результат, значительные затраты времени и средств на его достижение, индивидуальный и неповторимый характер исследования, отсутствие ориентации на получение прибыли или аналогичного материального вознаграждения, результаты исследований после публикации становятся общим достоянием, у фундаментального исследования, как правило, нет конкретного заказчика.

По мнению авторов, результатом фундаментальных исследований считается общенаучная информация, включающая в себя открытие явлений, законов, закономерностей, обоснование теорий, принципов и путей их использования в практической деятельности. Данные результаты выражаются в публикациях, образцах, научных докладах и отчетах, содержащих теории, гипотезы, формулы, модели, систематизированные описания. Так как фундаментальные исследования не направлены на создание конкретных нововведений, их результаты могут быть использованы для различных целей, в разных отраслях производства, в течение длительного (30–40 лет) времени. Возможность получения результатов, годных для непосредственного применения в производство на стадии фундаментальных исследований, составляет 5–10% от затрат. На фундаментальные исследования затрачиваются 13–15% всех ассигнований на науку. Результаты прикладных исследований непосредственно внедряются в практику, находят воплощение в новых технологических процессах, конструкциях, материалах. Их продукцией является отраслевая информация: создание технологических регламентов, эскизных проектов, технических заданий и требований, методик и стандартов, проектов предприятий и техники будущего, типовых нормативов, а также других научных рекомендаций. На этой стадии осуществляются и опытно-экспериментальные работы, связанные с лабораторными испытаниями.

Роль прикладных исследований растет, на данный момент на их долю приходится до 80% всех исследований и ассигнований на них. Это возрастание роли прикладных исследований заставляет задуматься над такими вопросами как: взаимосвязь между прикладной областью знания и ее фундаментальной частью, механизм их взаимодействия, поиск оптимальной организации такого взаимодействия.

Следует отметить, что установление грани между фундаментальными и прикладными исследованиями есть сложный процесс, требующий жестких и однозначных критериев. Различие фундаментальных и прикладных наук состоит в характере знаний (прикладные дисциплины обычно лишены своего специфического предмета исследований), в степени их конкретности, в характере исследований, целях, преследуемых фундаментальными и прикладными науками. В реальных условиях разграничение наук на фундаментальные и прикладные осуществляется одновременно по различным признакам, к которым относятся: доминирующий характер знаний, специфика предметной области исследований, целевая ориентация науки, особенности ее функционирования [5].

Все вышесказанное дает основание утверждать, что фундаментальные и прикладные исследования – это главные источники новых знаний и социального прогресса. Однако не совсем понятен существующий парадокс, связанный с возрастанием роли научного знания в решении ненасытных проблем человечества, с одной стороны, и недооценка роли фундаментальной и прикладной науки, падение ее престижа, с другой. На наш взгляд, развитию науки должно отдаваться приоритетное значение, так как она выступает генератором идей, благодаря ей происходит развитие инновационного процесса, открытие новых принципов, создание идей и технологий. В свою очередь, отказ от фундаментальной науки может привести страну в «обслуживающий персонал других держав», так как она обладает огромной экономической и практической важностью.

## Литература

1. Венцовский Л.Э., Смирнова Г.Е., Фундаментальные и прикладные исследования в развитии науки: науч.-аналит. обзор. – М.: ИНИОН, 1990. – 51 с.
2. Урсул А.Д., Семенюк А.П., Мельник В.П. Технические науки и интегративные процессы: Филос. аспекты. – Кишинев: Штиинца, 1987. – 255 с.
3. Харченко Л.Н. Методы социологических и прикладных исследований. Учебное пособие. – СПб.: Санкт-Петербургский гос. горный ун-т, 2011. – 46 с.
4. Старовойтенко О.А. Инновационный менеджмент. Учебное пособие. – М.: Инфа-М, 2008.
5. Готт В.С., Мельник В.П., Урсул А.Д., Семенюк Э.Т. Интенсификация научно-технического процесса: Диалектика фундаментальных и прикладных исследований // Науч. докл.: Филос. науки. – М., 1986. – № 3. – С. 9–21.



**Болгурцев Николай Кириллович**

Год рождения: 1994

Факультет фотоники и оптоинформатики, кафедра компьютерной фотоники и видеоинформатики, группа № 4352

Направление подготовки: 200700 – Фотоника и оптоинформатика

e-mail: horokey@mail.ru

УДК 004.421 + 004.62

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ИНДЕКСА ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ИЗ ЭЛЕКТРОННЫХ НАВИГАЦИОННЫХ КАРТ

**Н.К. Болгурцев**

**Научный руководитель – к.т.н., доцент А.С. Захаров**

В работе исследуется использование пространственного индекса для оптимизации времени выполнения получения объектов из электронной навигационной карты, попадающих в область интереса пользователя. Рассматривается процесс создания пространственного индекса по набору карт, производится сравнение режимов работы карты с использованием индекса и без.

**Ключевые слова:** электронная навигационная карта, пространственный индекс, навигационные системы, оптимизация поиска объектов.

**Целью работы** была разработка и применение пространственного индекса для ускорения получения набора объектов из заданного региона на электронной навигационной карте. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- ознакомиться с системой представления объектов в электронных навигационных картах формата внутреннего представления Nodus;
- разработать программу для создания и сохранения пространственных индексов по набору карт;
- разработать программу, использующую пространственный индекс для ускорения извлечения объектов в электронной навигационной карте.

Электронные навигационные карты формата Nodus хранят в себе объекты следующих типов:

- площадные объекты, описываемые несколькими ломаными линиями;
- ломаные линии, состоящие из отдельных отрезков, имеющих начальную и конечную точки;

- объекты, состоящие из набора ломаных линий;
- точки, описываемые координатами широты и долготы;
- объекты, состоящие из набора отдельных точек.

В процессе создания пространственного индекса программа взаимодействует со всеми из этих типов, кроме отрезков, так как они присутствуют исключительно как составные части других объектов.

В используемой картографической системе, для которой проводилась разработка, существует возможность загрузки карты, последовательного перебора всех ее объектов, а также получения информации о географическом типе объекта. При работе с составными объектами, такими как ломаные линии, можно получать составляющие их элементы.

Логически индексы представляют собой исходную карту, поделенную на отдельные сектора двумерной сеткой с фиксированным количеством ячеек.

Таким образом, при создании индекса для одной карты применяется следующий алгоритм:

1. для каждого объекта карты выполняются следующие действия:
  - определяются сектора карты, в которые этот объект попадает;
  - номер объекта добавляется в списки объектов для секторов, полученных в предыдущем пункте.
2. далее происходит запись полученной информации в файл. Имя файла индекса совпадает с именем файла карты. Вначале записывается число, обозначающее количество ячеек, на которые делилась карта при создании индекса. Далее для каждой ячейки выполняется следующее:
  - записывается число, обозначающее количество объектов, попавших в эту ячейку;
  - записываются порядковые номера, однозначно идентифицирующие объекты карты.

При выполнении п. 1, применяются следующие алгоритмы:

1. при индексации точечного объекта достаточно получить его координаты и определить, какой из ячеек индекса они принадлежат;
2. при индексации набора точек происходит перебор и индексация каждой точки из набора в соответствии с алгоритмом из п. 1;
3. при индексации ломаных линий происходит построение описывающего прямоугольника, затем определяется набор ячеек индекса, с которыми пересекается прямоугольник, и в конце ломаная линия разбивается на прямые отрезки, и производится проверка на то, пересекают ли эти отрезки ячейки, пересекающиеся с описывающим прямоугольником;
4. при индексации объектов, состоящих из наборов ломаных линий, происходит перебор и индексация каждой ломаной линии в соответствии с алгоритмом из п. 3;
5. при индексации площадных объектов происходит построение описывающего прямоугольника, затем определяется набор ячеек индекса, с которыми пересекается прямоугольник, и затем происходит отсеивание тех ячеек индекса, которые не принадлежат площадному объекту.

В результате генерации создается файл размером около 3% от размера карты.

Применение пространственного индекса происходит следующим образом:

1. индекс загружается вместе с картой, если в загрузчике карт выставлена соответствующая опция;
2. пользователь задает интересующий его регион карты;
3. формируется набор областей карты, которые с ним пересекались;
4. создается список объектов в этих областях и используется для более строгой проверки на попадание в интересующий пользователя регион.

Преимуществом по сравнению с предыдущей версией является отсутствие необходимости проверять все объекты с карты. Поскольку более строгая проверка, применяющаяся в п. 4 для сложных типов, производится весьма медленно, отсеивание

большого числа объектов дает существенный прирост производительности при выборе малой по сравнению с картой области поиска. Это продемонстрировано на рис. 1 и 2.



Рис. 1. Зависимость времени получения объектов от запрашиваемой области

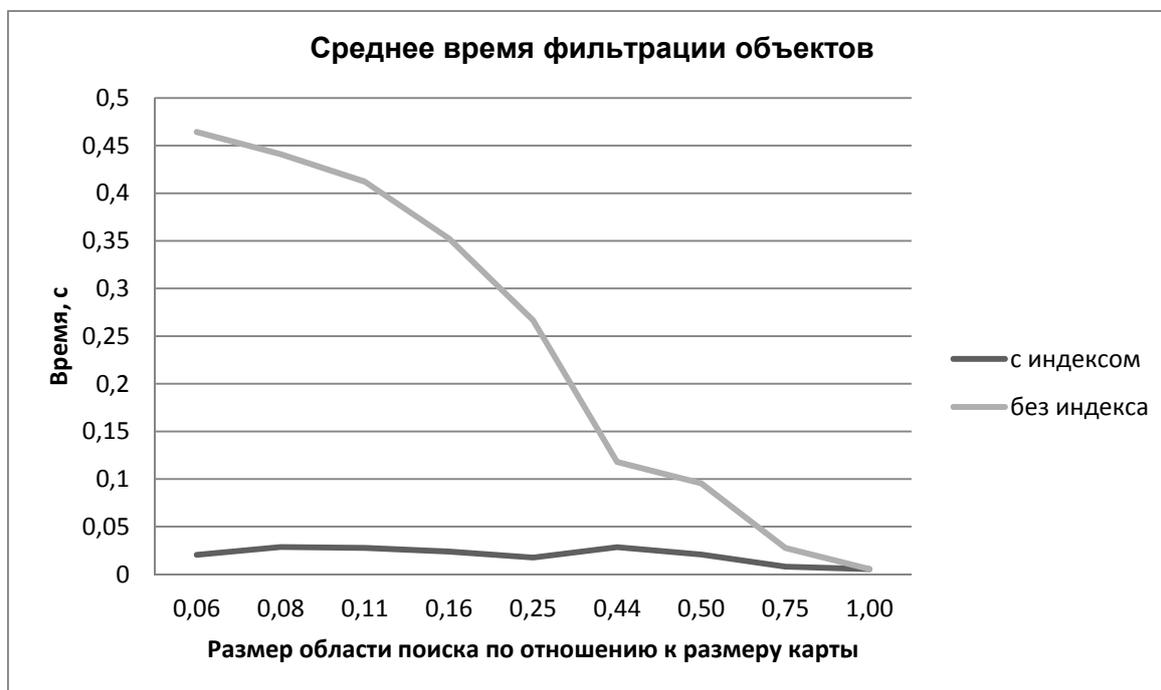


Рис. 2. Зависимость времени фильтрации полученного набора объектов от размера области поиска

### Литература

1. Бьерн Страуструп. Язык программирования C++. – М.: Бином, 2011. – 1136 с.



**Болотнов Федор Владимирович**

Год рождения: 1990

Факультет информационных технологий и программирования,  
кафедра речевых информационных систем, группа № 6599

Направление подготовки: 230400 – Речевые информационные системы

e-mail: bolotnov@speechpro.com

УДК 004.021

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛОСНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ОБНАРУЖЕНИЯ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ПРИБЛИЖАЮЩЕГОСЯ ПОЕЗДА**

**Ф.В. Болотнов, С.В. Бибиков**

**Научный руководитель – аспирант С.В. Бибиков**

Рассмотрена работа алгоритма обнаружения приближающегося поезда. Алгоритм основан на принципе анализа виброакустических колебаний рельсов, возникающих при движении подвижного состава. При движении поезда в кривой постоянно меняется картина контакта колеса и рельса, и энергия постоянно перераспределяется по спектру, мы регулярно оцениваем энергию в тех полосах частот, где она наибольшая в данный момент времени. Надежность алгоритма доказывается через время наработки на опасный отказ обнаружителя приближающегося поезда, который определяется через оценку вероятности пропуска обнаруживаемого приближающегося поезда при наличии помех. В работе оценена степень надежности и эффективности работы полосно-энергетических алгоритмов обнаружения виброакустических колебаний приближающегося поезда.

**Ключевые слова:** обнаружение поезда, энергетический алгоритм, энергия спектра, надежность алгоритма, критерий последовательного анализа.

**Введение.** Работа алгоритма обнаружения приближающегося поезда основана на принципах анализа виброакустических колебаний рельсов, возникающих при движении подвижного состава.

Для доказательства принципиальной работоспособности алгоритмов используется теоретический подход – расчет вероятности пропуска приближающегося поезда, тесно связанный с наработкой на опасный отказ.

Идея использования рангового алгоритма для анализа сигнала в кривой имеет физический смысл: поскольку при движении поезда в кривой постоянно меняется картина контакта колеса и рельса и энергия постоянно перераспределяется по спектру, мы регулярно оцениваем энергию в тех полосах частот, где она наибольшая в данный момент времени.

**Постановка задачи.** Время наработки на опасный отказ обнаружителя приближающегося поезда определяется через оценку вероятности пропуска обнаруживаемого приближающегося поезда при наличии помех.

Для увеличения дистанции обнаружения при небольшом отношении сигнал/помеха используется статистический последовательный анализ Вальда [1], так как он позволяет принять решение с требуемыми рисками за минимальное количество наблюдений.

Достоинство критерия последовательного анализа с точки зрения классификации по нескольким последовательным наблюдениям заключается в том, что он требует существенно меньшего количества наблюдений, чем равная ему по надежности проверка, основанная на заранее заданном количестве наблюдений. Решение об окончании наблюдения и принятии решения зависит на каждой стадии наблюдения от результатов предыдущих наблюдений. При этом на каждой стадии может быть принято решение: принять гипотезу, отклонить гипотезу, продолжить наблюдение.

**Описание алгоритма.** Для обнаружения поезда используются два алгоритма: полосно-энергетический и ранговый полосно-энергетический.

Полосно-энергетический алгоритм.

1. Сумма всех компонент спектра из области 12000–22000 Гц. Интегрирование с постоянной 3 с.
2. Вычисление функции правдоподобия – отношение результата п. 1 и такого же значения для накопленной помехи.
3. Сравнение с порогами по Вальду, вычисленными в соответствии с [6].
4. Если значения статистики помехи не накоплены, или происходит восстановление копий после сбоя, берутся значения, вычисленные на основании экспериментальных данных с шумного участка железной дороги.
5. Если значения статистики помехи меньше нижнего порога, разрешение от этого алгоритма на накопление статистики по помехе. Накопление статистики помехи разрешено только, если все алгоритмы – с нижними порогами ниже нижнего.

Ранговый полосно-энергетический алгоритм.

1. После каждого фрейма происходит ранжирование по убыванию компонент спектра 12000–22000 Гц. Рассчитывается среднее значение энергии данного участка спектра. В расчет принимаются только те спектральные компоненты, значение которых больше среднего на 1/3.
2. Рассчитывается функция правдоподобия: корень из суммы квадратов отношений суммы энергии выбранных компонент спектра и суммы энергии тех же компонент спектра помехи за последние 110 фреймов (2,3 с), нормированный на количество компонент в ранговой энергии:

$$\Theta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^t \left( \frac{\sum_{r=1}^r (e_{i_r})^2}{\sum_{p=1}^r (e_{p_r})^2} \right)}{r}}.$$

3. Значения порогов рассчитываются, исходя из статистик помехи, каждый раз новые. Если первый раз условно берется фиксированное значение.
4. Сравнение с порогами – по Вальду – аналогично полосно-энергетическому алгоритму.

**Заключение.** В работе оценена степень надежности и эффективности работы полосно-энергетических алгоритмов обнаружения виброакустических колебаний приближающегося поезда.

## Литература

1. Вальд А. Последовательный анализ / Пер. с англ. – М.: Физматгиз, 1960. – 328 с.



**Борбенчук Алексей Сергеевич**

Год рождения: 1993

Факультет точной механики и технологий,  
кафедра информационных технологий и компьютерной томографии,  
группа № 5665

Направление подготовки: 12.04.01 – Приборостроение

e-mail: urbanito@mail.ru

УДК 53.082.55

## ПРИБОРЫ ДЛЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

**А.С. Борбенчук**

**Научный руководитель – к.т.н., доцент С.С. Киселев**

Применение порошковых материалов распространено во многих сферах деятельности. Свойства данных порошков в большой степени зависят от размера частиц, поэтому важно как можно более точно определить их. В работе описаны методы измерения размеров частиц, среди которых более

подробно описан метод лазерной дифракции. Проанализированы приборы, использующие в основе работы данный метод, и сделаны выводы о необходимости модификаций.

**Ключевые слова:** микрочастицы, лазерная дифракция, малоугловое светорассеяние, измерение размеров, приборы.

В промышленности и в проведении исследований в различных областях науки широко используются порошковые материалы, суспензии. Для определения свойств и характеристик составляющих их диспергированных частиц необходимо иметь сведения о размерах этих частиц и распределении (таблица).

Таблица. Методы измерений размеров частиц

Методы	Диапазон размеров	Распределение по размерам	Только средний размер
1. Методы прямого наблюдения			
а) микроскопия	>1000 нм	+	
б) электронная микроскопия	5 нм–5 мкм	+	
в) атомно-силовая микроскопия	1 нм–1000 нм	+	
2. Методы седиментации			
а) самопроизвольная седиментация (расслоение)	>100 нм	+	
б) ускоренная седиментация			
– центрифугирование/ ультрацентрифугирование	>50 нм	+	
– отмучивание	5–10 мкм	+	
– декантация	1–50 мкм		+
3. Хроматографические методы			
а) гель-проникающая хроматография	>3 нм	+	
б) разделение по гидродинамическим свойствам и по размерам	90–1500 нм	+	
в) фракционирование в потоке	10–1000 нм	+	
4. Методы ситового анализа			
а) механические	0,1–20 мкм	+	
б) электрические	0,5–500 мкм	+	
5. Оптические методы (светорассеяние)			
а) турбидиметрия (определение мутности)	50–300 нм		+
– отклонение угла падающего света	<500 нм	+	
– степень поляризации	<500 нм	+	
б) лазерная дифракция	0,1–3000 мкм	+	
в) квантовая корреляционная спектроскопия	10–3000 нм	+	
6. Методы определения по площади поверхности			
а) газовая адсорбция	<5 мкм		+
б) макромолекулярная адсорбция	5 нм–100 мкм		+

Среди всех перечисленных выделяется метод, ставший за последние 30 лет самым распространенным методом анализа микрочастиц. Это метод лазерной дифракции, так же называемый малоугловым светорассеянием (Low Angle Laser Light Scattering). По стандарту ISO13320 для данного метода задан размерный диапазон 0,1–3000 мкм. Данный метод

используется для гранулометрического анализа частиц всех видов аэрозолей, суспензий, эмульсий и спреев как в лабораторных, так и в производственных условиях.

Метод основан на измерении интенсивности углового рассеяния монохроматической электромагнитной волны на частицах образца.

Типичная схема средства измерения, реализующего данный метод, приведена на рис. 1, а.

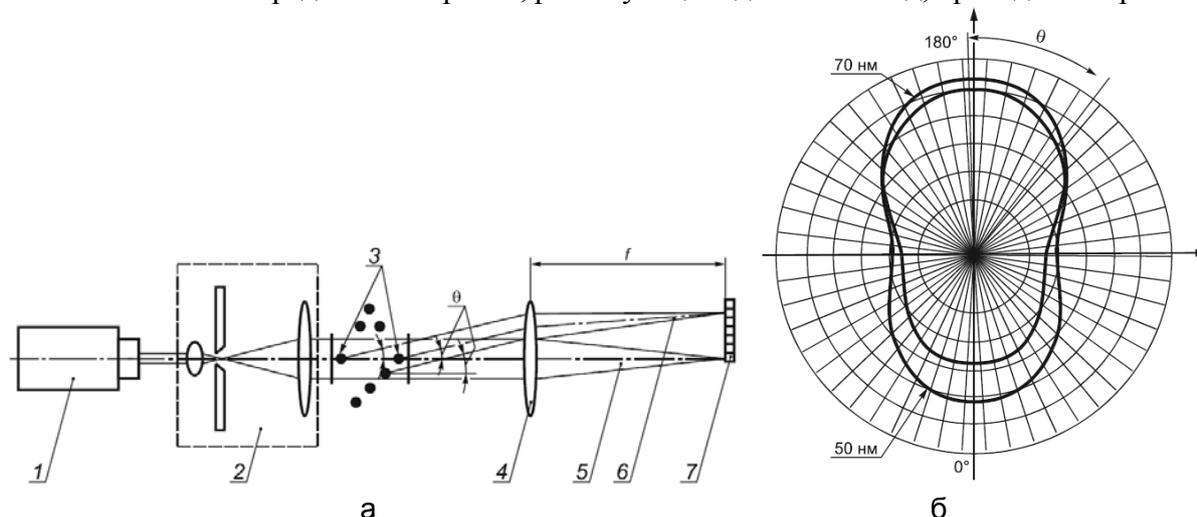


Рис. 1. Типичная оптическая схема средства измерения: 1 – источник электромагнитного излучения (лазер); 2 – блок формирования луча (расширитель); 3 – частицы образца; 4 – линза; 5 – нерассеянный луч; 6 – рассеянное излучение; 7 – многоэлементное фотоприемное устройство;  $\theta$  – угол рассеяния;  $f$  – фокусное расстояние линзы (а); примеры индикатрис рассеяния (б)

На основе индикатрисы рассеяния, регистрируемой многоэлементным фотоприемным устройством, решением обратной задачи рассеяния для моделей сферической формы определяют средний размер частиц и счетную концентрацию. В зависимости от размера частиц, а точнее от отношения  $\pi d/\lambda$ , где  $\lambda$  – длина волны электромагнитного излучения;  $d$  – размер частицы, индикатриса рассеяния изменяется, причем, чем меньше размеры частиц, тем более симметричным становится рассеяние под углами  $0^\circ$  и  $180^\circ$ . Исходя из этого, при измерении размеров частиц, как правило, угол наблюдений составляет от  $0^\circ$  до  $180^\circ$ .

Примеры индикатрис рассеяния, рассчитанных по теории Ми согласно международному стандарту, представлены на рис. 1, б, где  $\theta$  – угол рассеяния, интенсивность рассеянного излучения соответствует радиусу индикатрисы.

Далее перейдем к рассмотрению приборов, реализующих данный метод.

**Mastersizer 2000.** Прибор Mastersizer 2000 (рис. 2) является одним из самых распространенных лабораторных анализаторов размеров частиц в мире. Измерение размера частиц (гранулометрического состава) в диапазоне размеров от 0,02 мкм до 2000 мкм.

Принцип работы заключается в следующем.

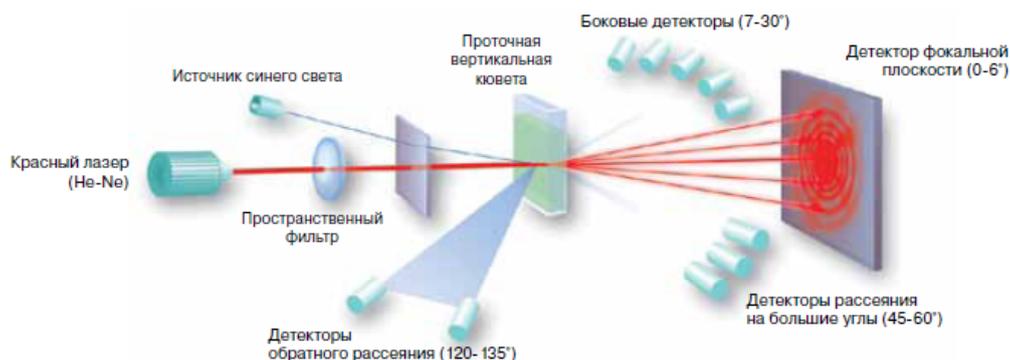


Рис. 2. Пример работы прибора Mastersizer 2000

Во время измерения частицы проходят по проточной вертикальной кювете через сфокусированный луч лазера. Частицы рассеивают свет, угловое распределение интенсивности которого регистрируется при помощи набора светочувствительных детекторов.

Вычисление распределения частиц по размерам производится на основании измеренной картины углового распределения интенсивности рассеянного света, которое зависит от размера и оптических свойств частиц, при помощи теории светорассеяния Ми. Все вычисления реализованы в программном обеспечении.

Улучшение разрешения в субмикронном диапазоне размеров достигается за счет использования системы детектирования на двух длинах волн. Источник коротковолнового синего света используется для регистрации рассеяния в прямом и обратном направлениях с целью улучшения аналитических характеристик системы.

**Microtrac S3500.** Патентованная система трех лазеров обеспечивает высокую точность, широкий диапазон измерений (0,01–3000 мкм) и воспроизводимость результатов анализа.

Во время цикла измерения, лазер 1 (рис. 3) включен, пока лазеры 2 и 3 остаются неактивными. Измеряемые частицы рассеивают свет в зависимости от своего размера. Рассеянный свет от лазера 1 фиксируется на главном детекторе и на детекторе большого угла. Лазер 1 выключается и активируется лазер 2. Лазер 2 направлен на образец под другим углом, обеспечивающим другую оптическую ось. Свет, рассеянный образцом, обнаруживается теми же детекторами. Лазер 2 выключается и активируется лазер 3. Снова угол падения и положение оптической оси изменяются. В этом случае датчики фиксируют свет обратного рассеяния. В результате информация по рассеянию света от всех трех лазеров суммируется и генерируется распределение частиц по размерам с высоким разрешением.

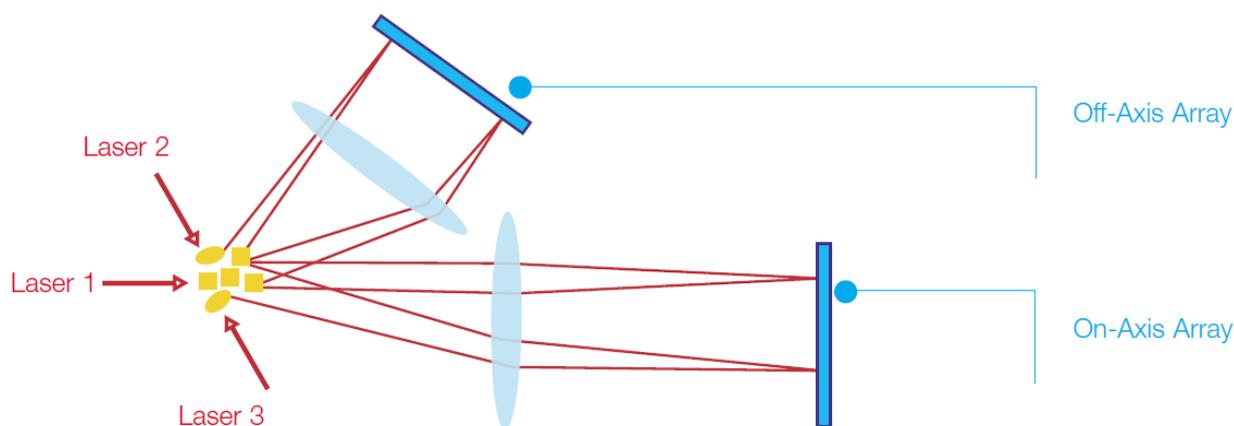


Рис. 3. Принцип работы прибора Microtrac S3500

**Horiba LA-950.** На примере этого прибора можно рассмотреть принцип подготовки и подачи образца для анализа (рис. 4, а).

Закачка образца происходит через автозаполняющийся насос, проточную ячейку и оказывается в ванне для образца. Циркуляция, необходимая для проведения анализа частиц, обеспечивается движением образца из ванны в проточную ячейку и обратно, это происходит с помощью центробежного насоса. Отток образца осуществляется через дренаж.

**LS 13 320.** Отличительной особенностью данного прибора является применение метода дифференциальной интенсивности рассеяния поляризованного света (PIDS). Свет в трех длинах волн (450 нм, 600 нм и 900 нм) последовательно освещает образец сначала вертикальным и затем горизонтальным поляризованным светом (рис. 4, б). LS 13 320 измеряет рассеянный свет от образцов по диапазону углов.

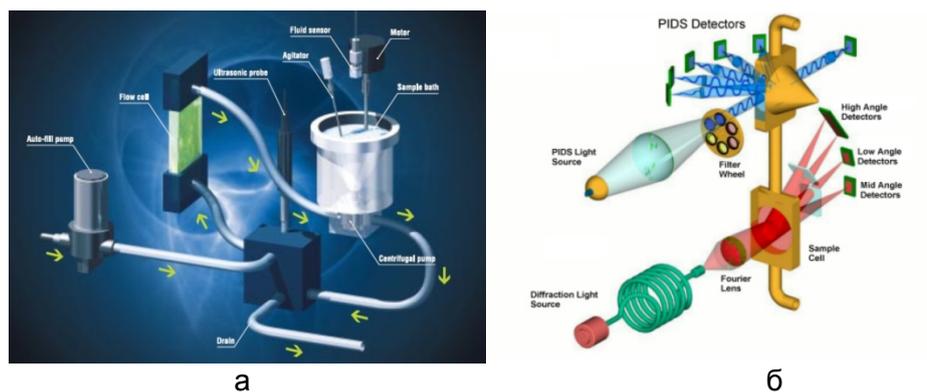


Рис. 4. Принципы работы приборов: Horiba LA-950 (а) и LS 13 320 (б)

Анализируя различия между горизонтально и вертикально излучаемым светом для каждой длины волны, мы получаем информацию о гранулометрическом составе образца. Важно помнить, что мы измеряем различия между вертикально и горизонтально поляризованными сигналами, а не просто значения данной поляризации.

Данный метод позволяет расширить границы измерения, и они составляют 0,017–2000 мкм.

**Микросайзер-201.** Также стоит рассмотреть приборы, выпускаемые в России. Лидирующим является прибор Микросайзер-201 компании «Научные приборы». Принцип измерения схож с предыдущими приборами. Лазерный пучок направлен на кювету, по которой протекает суспензия частиц. Рассеянное частицами излучение регистрируется под разными углами с помощью фотодиодной матрицы. По измеренной зависимости интенсивности света от угла рассеяния осуществляется расчет распределения частиц по размерам.

Диапазон размеров измеряемых частиц небольшой 0,2–600 мкм.

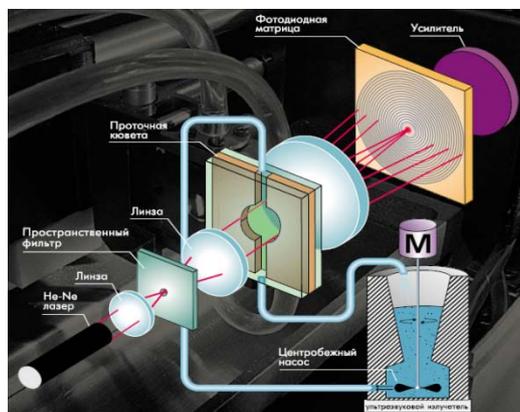


Рис. 5. Принцип работы прибора Микросайзер-201

Таким образом, современные дифракционные анализаторы частиц позволяют измерять размеры в довольно широком диапазоне, анализировать размеров частиц различных типов образцов, но, к сожалению, позволяют получить лишь приведенные значения размеров и они используются только для оптически непрозрачных материалов.

## Литература

1. Ламбурн Р. Лакокрасочные материалы и покрытия. Теория и практика / Пер. с англ. – СПб.: Химия, 1991. – 512 с.
2. Allen T. Powder Sampling and Particle Size Determination. – Elsevier, 2003. – 682 с.
3. ГОСТ 8.777-2011. Дисперсный состав аэрозолей и взвесей. Определение размеров частиц по дифракции лазерного излучения. – Введен 01.01.2013. – М.: Стандартинформ, 2012. – 12 с.



**Борбенчук Алексей Сергеевич**

Год рождения: 1993

Факультет точной механики и технологий,  
кафедра информационных технологий и компьютерной томографии,  
группа № 5665

Направление подготовки: 12.04.01 – Приборостроение

e-mail: urbanito@mail.ru

УДК 53.082.55

## РАЗМЕРНОЕ ОПИСАНИЕ МИКРОЧАСТИЦ

**А.С. Борбенчук**

**Научный руководитель – к.т.н., доцент С.С. Киселев**

Применение порошковых материалов распространено во многих сферах деятельности. Свойства данных порошков в большой степени зависят от размера частиц, поэтому важно как можно более точно определить их. В работе описаны методы приведения размеров, использующиеся для размерного описания микрочастиц. Также рассмотрены различные методы представления групп микрочастиц одним числовым значением.

**Ключевые слова:** измерение размеров, форма частиц, приведенный диаметр, средний диаметр.

В промышленности и в проведении исследований в различных областях науки широко используются порошковые материалы, суспензии. Для определения свойств и характеристик составляющих их диспергированных частиц необходимо иметь сведения о размерах этих частиц и распределении.

Далеко не все частицы имеют правильную форму, размеры которых можно описать одним значением. В связи с этим при анализе размеров микрочастиц возникает вопрос – как корректнее всего описать размер трехмерного объекта через только одно числовое значение? На рис. 1 изображены частицы с различными показателями сферичности и степени округлости.

Частицы обладают следующими характеристиками: объем, масса, площадь поверхности, площадь сечения и скорости седиментации. Определив одну из перечисленных характеристик, можно перейти к рассмотрению частицы, заменив ее эквивалентной сферой, которая будет обладать данной характеристикой. Замена происходит именно на сферу, так как это единственная форма, описать которую можно одним числовым значением.

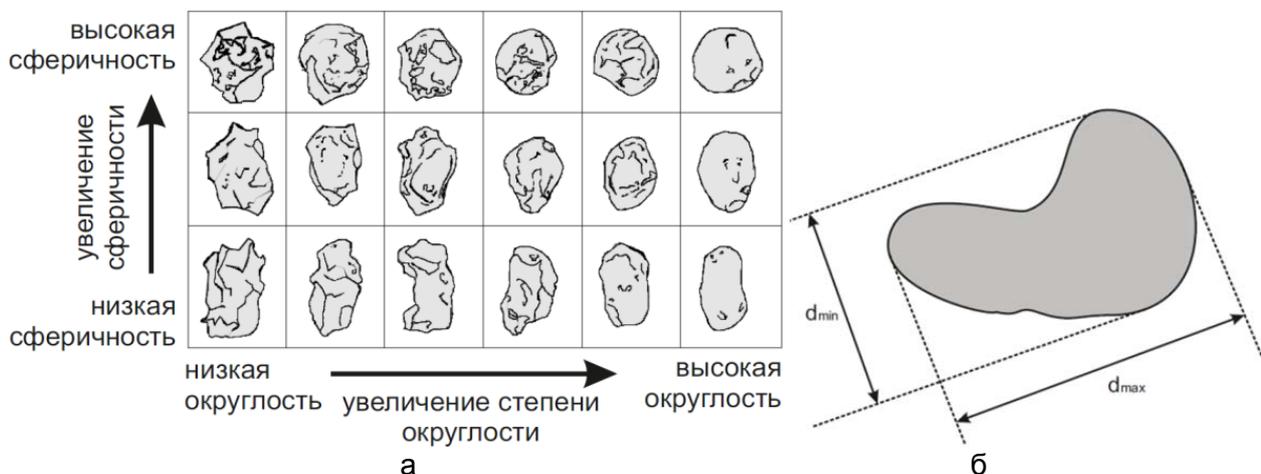


Рис. 1. Изображения частиц с различными показателями сферичности (а) и степени округлости (б)

Чтобы получить эквивалентный диаметр, нужно измерить либо некоторые линейные размеры, либо характеристику частицы и связать их с линейными размерами (табл. 1). К примеру, куб со стороной 1 мм обладает объемом 1 мм<sup>3</sup> и площадью поверхности 6 мм<sup>2</sup>, эквивалентные диаметры определяются следующим способом:

$$V = \frac{\pi}{6} d_v^3 \text{ и отсюда } d_v = \left(\frac{6}{\pi}\right)^{1/3} = 1,24$$

$$S = \pi d_s^2 \text{ и отсюда } d_s = \left(\frac{6}{\pi}\right)^{1/2} = 1,38.$$

Таблица 1. Различные виды диаметров их определения и формы для их получения

Символ	Диаметр	Определение	Формула
$d_v$	Объем	Диаметр сферы, имеющей тот же самый объем, каким обладает частица	$V = \frac{\pi}{6} d_v^3$
$d_s$	Площадь	Диаметр сферы, имеющей ту же площадь поверхности, что и частица	$S = \pi d_s^2$
$d_{sv}$	Площадь – объем (Сатера)	Диаметр сферы, имеющей такое же отношение площади поверхности к объему, что и частица	$d_{sv} = d_v^3 / d_s^2$
$d_d$	Сопротивление	Диаметр сферы, имеющей такое же сопротивление к движению, что и частицы в жидкости той же вязкости и с той же скоростью $\{d_d$ приближается $d_s$ при малой Re)	$F_D = 3\pi d_d \eta u$
$d_f$	Свободного падения	Диаметр сферы, имеющей ту же скорость свободного падения, что и частица той же плотности в жидкости такой же плотности и вязкости	
$d_{St}$	Стокса	Диаметр свободного падения в области ламинарного течения	$d_{St} = \sqrt{d_v^3 / d_d}$
$d_a$	Площадь проекции	Диаметр окружности, имеющей ту же площадь проекции, что и частица в стабильном положении	
$d_p$	Площадь проекции	Диаметр окружности, имеющей ту же площадь проекции, что и частица в случайной ориентации [для выпуклых частиц среднее значение для всех ориентаций $d_p = d_s$ ]	
$d_c$	Периметр	Диаметр окружности, имеющей тот же периметр, что и проекция частицы	
$d_A$	Сито	Ширина минимального квадратного отверстия, через которое будут проходить частицы	
$d_F$	Диаметр Ферета	Расстояние между парами параллельных касательных к проектируемому контуру частицы в некотором фиксированном направлении	
$d_M$	Диаметр Мартина	Длина хорды, параллельной некоторому фиксированному направлению, которая делит проецируемый контур частицы на две равные части	
$d_R$		Длина хорды через центр тяжести	

Для работы с полученными значениями диаметров и для представления группы отдельных значений простым и кратким способом используются средние значения диаметров. Среднее значение должно быть представительными получить его можно несколькими способами.

*Мода* – наиболее частое значение в распределении, проходит через пик относительной кривой распределения, т.е. – это значение, в котором частота максимальна (рис. 2). Более одной может существовать, когда распределение мультимодальное, т.е. бимодальное, тримодальное и т.д.

*Медиана* делит распределение на две равных части, т.е. точка на кривой, слева и справа от которой находится по 50% распределения.

*Средним значением*  $\{x\}$  является результат усреднения полученных данных. Существуют различные средние, которые вычисляются для набора частиц.

Мода и медиана могут быть определены графически, а среднее значение определяется отношением суммирующихся значений. Характеристики гранулометрического состава – общее количество частиц, длина, площадь, объем и масса.

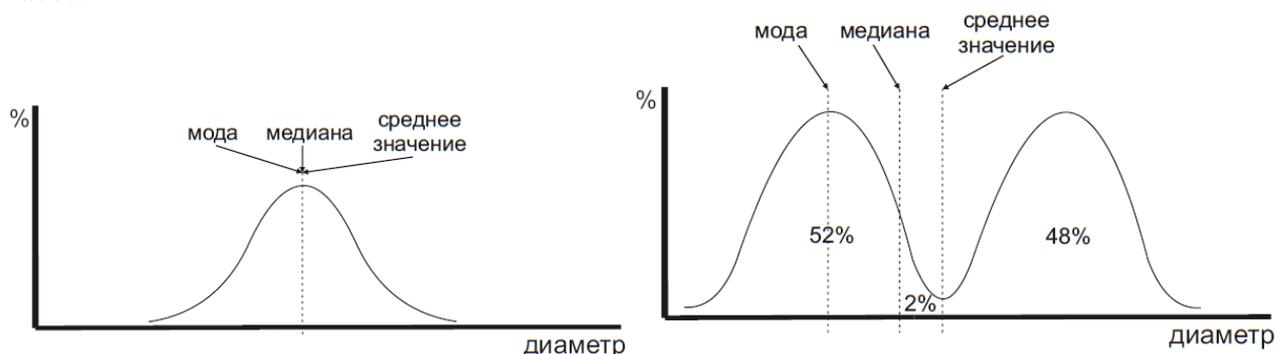


Рис. 2. Представление среднего значения с помощью способа – мода

Система неравноценно размерных частиц может быть представлена системой однородных частиц, имеющих две, и только две, характеристики оригинального распределения.

Размер частиц в однородной системе – средний размер неоднородной системы относительно двух характеристик.

Кол-во, длина	$x_{NL} = \frac{\sum dL}{\sum dN}$	$x_{NL} = \frac{\sum xdN}{\sum dN}$
Кол-во, площадь	$x_{NS} = \sqrt{\frac{\sum dS}{\sum dN}}$	$x_{NS} = \sqrt{\frac{\sum x^2 dN}{\sum dN}}$
Кол-во, объем	$x_{NV} = \left[ \frac{\sum dV}{dN} \right]^{1/3}$	$x_{NV} = \left[ \frac{\sum x^3 dN}{\sum dN} \right]^{1/3}$
Длина, площадь	$x_{LS} = \frac{\sum dS}{\sum dL}$	$x_{LS} = \frac{\sum x^2 dN}{\sum xdN}$
Длина, объем	$x_{LV} = \sqrt{\frac{\sum dV}{\sum dL}}$	$x_{LV} = \sqrt{\frac{\sum x^3 dN}{\sum xdN}}$
Площадь, объем	$x_{SV} = \frac{\sum dV}{\sum dS}$	$x_{SV} = \frac{\sum x^3 dN}{\sum x^2 dN}$
Объем, масса	$x_{VM} = \frac{\sum dM}{\sum dV}$	$x_{VM} = \frac{\sum x^4 dN}{\sum x^3 dN}$

Рис. 3. Представление средних размеров неоднородной системы

Средние размеры определены на рис. 3. Размер систематически увеличивается с порядком распределения; т.е. среднее из распределения объема больше, чем среднее из поверхностного распределения; среднее из поверхностного распределения больше, чем среднее из распределения длины и среднее из распределения длины больше, чем среднее из распределения числа.

Рассмотрим систему сферических частиц, содержащих одну частицу каждого диаметра от одного до десяти (рис. 4). Это распределение может быть представлено средним диаметром относительно числа частиц и длины 5,5 (т.е.  $d_{NL} = 5,50$ ), но десять частиц, каждая диаметром 5,5, не будут иметь тот же объем или ту же площадь поверхности, как оригинальное распределение. Сферы, каждая диаметром 8,37, будут иметь тот же самый объем, как оригинальное распределение (т.е. средний из массового распределения), но не то же количество частиц или длину.

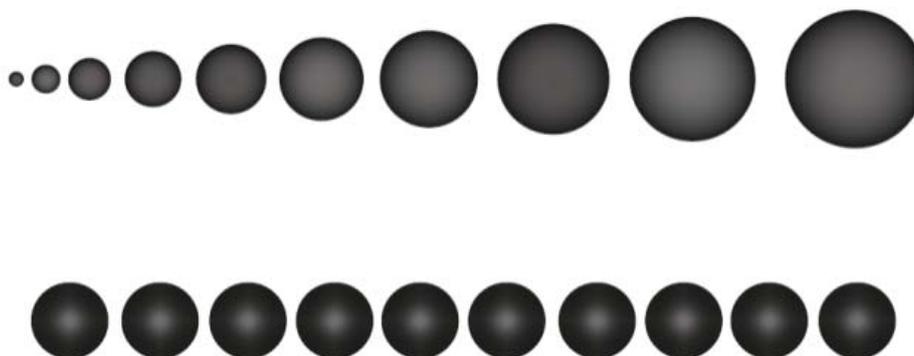


Рис. 4. Представление системы сферических частиц, содержащих одну частицу каждого диаметра от одного до десяти

Таблица 2. Средние значения диаметров

$x_{NL}$	5,50	$x_{LV}$	7,42
$x_{NS}$	6,20	$x_{LM}$	7,72
$x_{NV}$	6,71	$x_{SV}$	7,86
$x_{NM}$	7,09	$x_{SM}$	8,11
$x_{LS}$	7,00	$x_{VM}$	8,37

Из табл. 2 видно, что средние значения диаметров могут довольно сильно различаться, поэтому важно определиться, какой из параметров для нас приоритетен. Скажем, если это частицы золота, то нас будет интересовать не количество, а масса, так как масса частицы с диаметров 10 будет в 100 раз больше массы частицы с диаметром 1. Потому значение  $x_{VM}$  будет для нас более информативным, чем значение любого другого параметра.

В других случаях может быть важен учет других характеристик. В связи с этим важно перед началом исследований правильно выбрать метод измерения частиц и методы расчета полученных данных, так как преобразование одних средних значений в другие вызывает серьезные погрешности из-за изменения порядка распределения.

### Литература

1. Ламбурн Р. Лакокрасочные материалы и покрытия. Теория и практика / Пер. с англ. – СПб.: Химия, 1991. – 512 с.
2. Allen T. Powder Sampling and Particle Size Determination. – Elsevier, 2003. – 682 p.



**Арсеньева Тамара Павловна**

Год рождения: 1952

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии молока и пищевых биотехнологий, д.т.н., профессор

e-mail: tamara-arseneva@mail.ru



**Борздая Евгения Владимировна**

Год рождения: 1992

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии молока и пищевых биотехнологий, группа № и5369

Направление подготовки: 19.04.01 – Биотехнология продуктов из вторичных ресурсов животного происхождения

e-mail: jhenka\_1992@mail.ru



**Стрижнёва Ольга Николаевна**

Год рождения: 1994

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии молока и пищевых биотехнологий, группа № и3304

Направление подготовки: 240700 – Биотехнология

e-mail: olchik.strizh@mail.ru

УДК 637.04; 663.08

**РАЗРАБОТКА ПИВОПОДОБНОГО НАПИТКА НА ОСНОВЕ ПЕРМЕАТА  
ИЗ ТВОРОЖНОЙ СЫВОРОТКИ**

**Е.В. Борздая, О.Н. Стрижнева**

**Научный руководитель – д.т.н., профессор Т.П. Арсеньева**

Рассмотрена возможность использования пермеата из молочной сыворотки для создания пивоподобного напитка, а также входящие в состав компоненты, такие как хмель и солод. Предложена схема производства пивоподобного напитка.

**Ключевые слова:** пермеат молочной сыворотки, пивоподобный напиток, хмель, солод.

Учитывая проблему, связанную с дефицитом молочного сырья, все большую актуальность приобретает вопрос о его рациональном использовании. К тому же большинство молокоперерабатывающих предприятий используют нерационально вторичные ресурсы. В частности, распространенной практикой работы предприятий отрасли является отказ от переработки молочной сыворотки посредством отправки этого вида сырья в канализацию. Проблема состоит не только в неэкономном использовании составных частей молока, но и связана с негативным воздействием на окружающую среду. А ведь из молочной сыворотки можно извлечь отдельные компоненты для использования в профилактических и лечебных целях. Во всем мире проведено большое количество научно-исследовательских и конструкторских работ по разработке и совершенствованию технологических процессов, созданию необходимого оборудования и специализированных производств по переработке молочной сыворотки [1].

В последнее время в России активно развиваются мембранные технологии (микрофильтрация, ультрафильтрация, нанофильтрация и обратный осмос). При использовании этих новых технологий неизбежно появляются новые продукты, одним из

них является пермеат молочной сыворотки. В последние годы все большее внимание уделяется производству и разработке различных рецептур алкогольных напитков на основе молочной сыворотки [2].

**Целью работы** являлась разработка состава и технологии пивоподобного напитка из пермеата молочной сыворотки путем обогащения растительными компонентами.

**Задачи исследования:**

- осуществить подбор вида молочной сыворотки для производства пивоподобного напитка;
- изучить возможность использования пермеата из молочной сыворотки для создания пивоподобных напитков;
- подобрать растительные компоненты для обогащения пивоподобного напитка;
- исследовать влияние вносимых компонентов на органолептические, физико-химические и микробиологические показатели готового продукта.

На первом этапе исследований в качестве исходного сырья использовали три вида молочной сыворотки: от производства творога традиционным способом, мягкого диетического творога, полученного методом сепарирования, и пермеат из молочной творожной сыворотки. В ходе экспериментальных исследований полученные данные физико-химических характеристик исследуемых образцов молочной сыворотки представлены в таблице.

Таблица. Физико-химические характеристики молочной сыворотки

Вид сыворотки	Титруемая кислотность, °Т	Массовая доля жира, %	Массовая доля белка, %	Массовая доля сухих веществ, %
Молочная сыворотка	64	0,01	0,55	6,12
Молочная сыворотка после получения мягкого творога, полученного методом сепарирования	59	0,01	0,36	5,67
Пермеат из молочной сыворотки	55	0,001	0,13	5,12

Исходя из анализа таблицы и литературного обзора, принято решение в качестве сырья использовать пермеат из молочной сыворотки, так как для получения пивоподобного напитка необходимо проводить технологическую операцию – осветление сыворотки. При использовании пермеата исключается операция отделения денатурированных белков, что существенно снижает затраты на производство подобного напитка.

Пиво – алкогольный напиток, который готовят путем брожения солодового суслу с дрожжами и хмелем. Чаще всего в качестве солодовых зерен используют ячмень. В зависимости от сорта пива крепость напитка может варьироваться от 3 до 14 об.

За счет того, что пиво производится в основном из зерновых культур путем брожения, то в нем содержатся витамины и минералы, присущие злаковым. Так в нем содержатся витамины В1, В2, В6, Н, С, К; никотиновая, лимонная, фолиевая, пантотеновая кислоты; микроэлементы – калий, магний, фосфор, сера, кремний, кальций.

В состав пива входят хмель, вода и солод.

Солод – это особым образом обработанное зерно, пророщенное и высушенное.

Чтобы в сбраживаемом сусле образовался алкоголь, в нем (в сусле) должен быть сахар. В зерне злаков содержатся главным образом крахмал и растительный белок, которые в воде не растворяются. Вот для того, чтобы все-таки извлечь из зерен растворимый сахар, люди и придумали перерабатывать зерно в солод.

В пивоварении используются только неопыленные женские цветки хмеля – мягкие пушистые шишечки. Именно в них необходимые пиву вещества сконцентрированы в наибольшей степени. Хмелевые шишки выделяют горькое смолистое вещество – лупулин, содержащий большое количество ароматических смол и эфирных масел, в частности, альфа-кислоту (хумулон) и бета-кислоту (лупулон), а также танины (дубильные вещества), алкалоид хопеин и некоторые гормоны.

Самой важной для пивоварения является альфа-кислота. Свойства лупулина изучены еще недостаточно, хотя давно известно, что хмель помогает противостоять болезням – например, больным туберкулезом рекомендовали пить побольше пива.

Особенно же ценилась способность хмеля продлевать срок хранения напитков.

Хмель придает пиву приятную горечь и характерный аромат, увеличивает прозрачность, улучшает пенообразование.

Кроме того, хмель – естественный антисептик и консервант, он подавляет деятельность бактерий и тем самым предотвращает скисание суслу и готового пива.

Предполагаемая схема производства пивоподобного напитка следующая:

1. предварительная подготовка компонентов:

- подготовка солода (зерновых) путем его проращивания, сушки и чистки от ростков;
- дробление солода и добавление в него пермеата;
- разделение суслу путем фильтрации на дробину и неохмеленное сусло;
- варка суслу с хмелем в течение 1–2 ч;
- осветление путем отделения остатков хмеля и зерновых, которые не растворились;
- охлаждение в бродильных резервуарах;

2. внесение подготовленных компонентов в пермеат из молочной сыворотки;

3. сквашивание при 26–28°C в течение 16–22 ч до кислотности 80–90°Т;

4. охлаждение продукта до (4±2)°С [3].

На основании литературного анализа по данной теме выявлено недостаточное освещение вопросов, связанных с более детальным, углубленным изучением свойств сыворотки, ее состава с точки зрения пригодности для производства сброженных напитков, влияние на процесс брожения и образование побочных продуктов различных компонентов сыворотки, внесения других видов углеводного сырья (хмель и солод), условий проведения процесса изготовления пивоподобного напитка.

В будущем планируется изучение дозы внесения солода и хмеля на процесс брожения, тщательная отработка рецептур пивоподобного напитка, подбор растительных компонентов для расширения ассортимента. А также исследование влияния вносимых компонентов на органолептические, физико-химические и микробиологические показатели готового продукта, установление сроков годности.

## Литература

1. Храмов А.Г., Василисин С.В. Рациональное использование обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки. Научно-технические рекомендации. – Ставрополь, 2001. – 257 с.
2. Храмов А.Г., Нестеренко П.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки. Учебное пособие. – М.: ДеЛипринт, 2003. – 270 с.
3. Кунце В., Миг Г. Технология солода и пива. – СПб.: Профессия, 2009. – 912 с.

**Боровицкий Андрей Владимирович**

Год рождения: 1991

Факультет компьютерных технологий и управления,  
кафедра электротехники и прецизионных электромеханических систем,  
группа № 6166Направление подготовки: 140400 – Электроэнергетика  
и электротехника

e-mail: psismoke@yandex.ru

УДК 681.5.11

**КОМПЕНСАЦИЯ ПЕРЕКРЕСТНЫХ СВЯЗЕЙ В СИСТЕМЕ ВЕКТОРНОГО  
УПРАВЛЕНИЯ ПОЗИЦИОННЫМ ВЕНТИЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ****А.В. Боровицкий****Научный руководитель – к.т.н., доцент Д.В. Лукичев**

В работе проведен синтез системы векторного управления с регулировкой углового положения ротора вентильного двигателя. Построена модель данной системы в пакете MATLAB/Simulink. Выполнен анализ необходимости компенсации перекрестных связей двигателя с помощью системы управления. Проведено сравнение характеристик рассматриваемой системы с системой подчиненного регулирования.

**Ключевые слова:** компенсация перекрестных связей, векторное управление, подчиненное регулирование.

**Введение.** Среди способов регулирования координат вентильного двигателя (ВД) векторное управление отличается наиболее высоким быстродействием [1]. Векторное управление (ВУ) – управление по мгновенным значениям переменных. При этом реализуется принцип ориентации векторных переменных относительно друг друга. В частности, широкое распространение получила ориентация токов и напряжений относительно вектора потокосцепления ротора. Ориентация обеспечивает раздельное (независимое) управление моментом и потокосцеплением в динамических и статических режимах работы привода [2].

В работе ставится задача синтеза системы регулирования угла поворота ротора ВД с векторным управлением, сравнение ее с системой без компенсации влияния перекрестных связей, а также сравнение с подчиненной системой регулирования угла поворота.

**Векторное управление синхронным двигателем.** Синтез системы управления выполняется на основе динамической модели синхронного двигателя с постоянным магнитом (СДПМ) в синхронной ортогональной системе координат  $(d, q)$ , ориентированной по вектору потокосцепления ротора, уравнения которой представлены ниже [3]

$$\begin{cases} \frac{dI_d}{dt} = \frac{1}{L_d}(u_d - I_d R_s + \omega L_q I_q) \\ \frac{dI_q}{dt} = \frac{1}{L_d}(u_q - I_q R_s - \omega L_d I_d - \omega \Psi_f) \\ M = \frac{3}{2} Z_p (\Psi_f I_q + (L_d - L_q) I_d I_q) \\ J \frac{d\omega}{dt} = M - M_H \end{cases}, \quad (1)$$

где  $u_d, u_q, I_d, I_q$  – проекции векторов напряжения, тока и индуктивности статора по продольной и поперечной осям ротора;  $R_s$  – активное сопротивление статора;  $L_d, L_q$  – индуктивности статора по осям  $d$  и  $q$ ;  $Z_p$  – число пар полюсов;  $\Psi_f$  – потокосцепление, создаваемое постоянным магнитом;  $\omega$  – электрическая частота вращения ротора;  $M$  – момент двигателя;  $M_H$  – момент нагрузки.

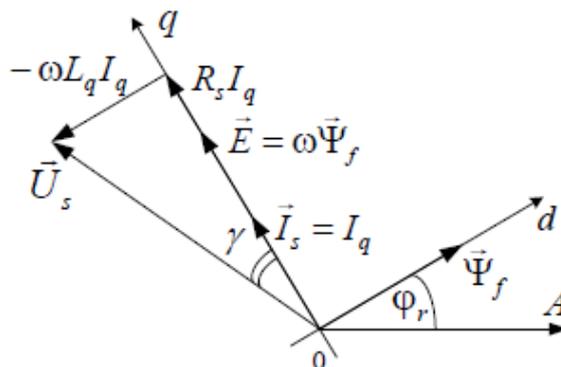


Рис. 1. Векторная диаграмма СДПМ

Нулевое задание тока по оси  $d$  обеспечит минимизацию тока статора при заданной величине момента нагрузки, а ток статора, направленный перпендикулярно магнитной оси ротора, обеспечит максимальный момент на валу, а также линейность механических и регулировочных характеристик. В этом случае ток статора во всех режимах работы привода направлен перпендикулярно магнитной оси ротора (по оси  $q$ ) по векторной диаграмме рис. 1. Таким образом, один из контуров в системе ВУ будет обеспечивать нулевой уровень тока  $i_d$ . Для этого реализована следующая структурная схема (рис. 2) в пакете MATLAB/Simulink [2].

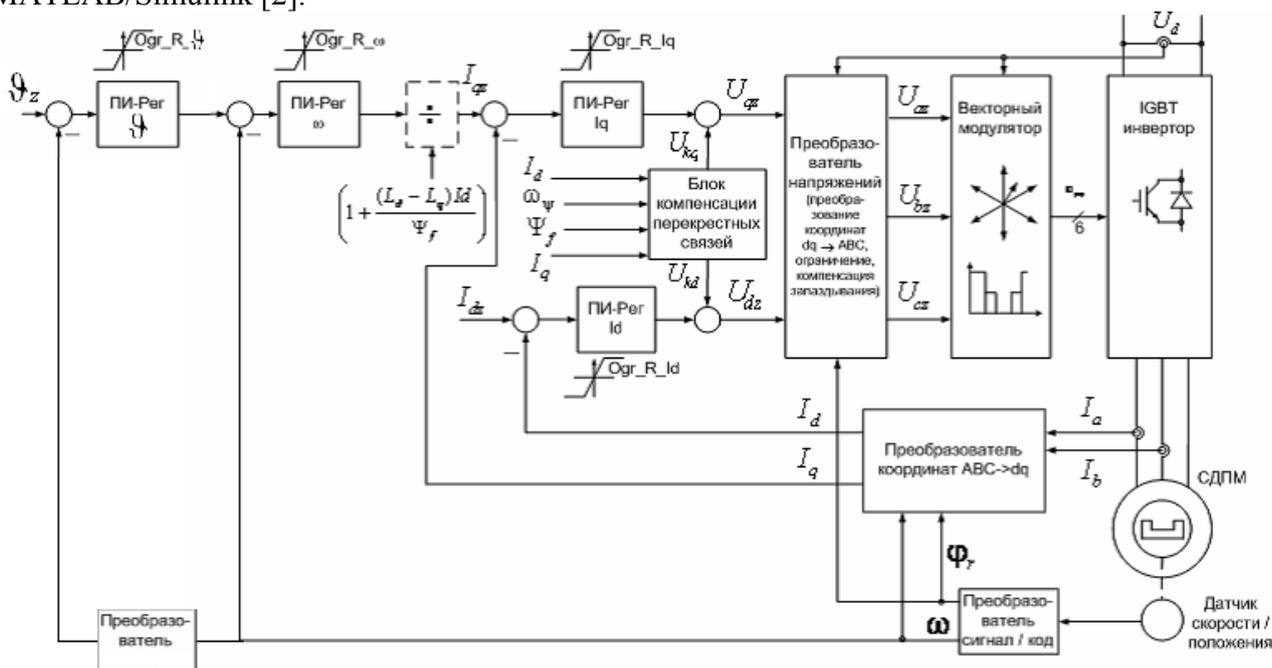


Рис. 2. Структурная схема векторного управления  $\Psi$  ВД

Проанализировав систему уравнений (1), можно констатировать, что в уравнении напряжения, написанного для оси  $d$ , присутствует составляющая  $\omega L_q I_q$ , зависящая от  $I_q$ , а в уравнении напряжения  $U_q$  – составляющие  $\omega L_d i_d$  и  $\omega \Psi_f$ , зависящие от  $I_d$ . Следовательно, при синтезе системы управления между каналами регулирования составляющих  $I_d$  и  $I_q$  будет существовать взаимовлияние. Каналы будут оказывать друг на друга возмущающее воздействие, особенно сильно проявляющееся в переходных режимах [4].

Для того чтобы иметь возможность задавать сигнал управления по двум составляющим вектора, а также рассчитать параметры регуляторов и, как следствие, настроить контуры тока (по  $I_q$  и  $I_d$  составляющим), строятся блоки компенсации перекрестных связей, действующие по формулам, приведенным далее, также на рис. 3 представлены схемы этих контуров.

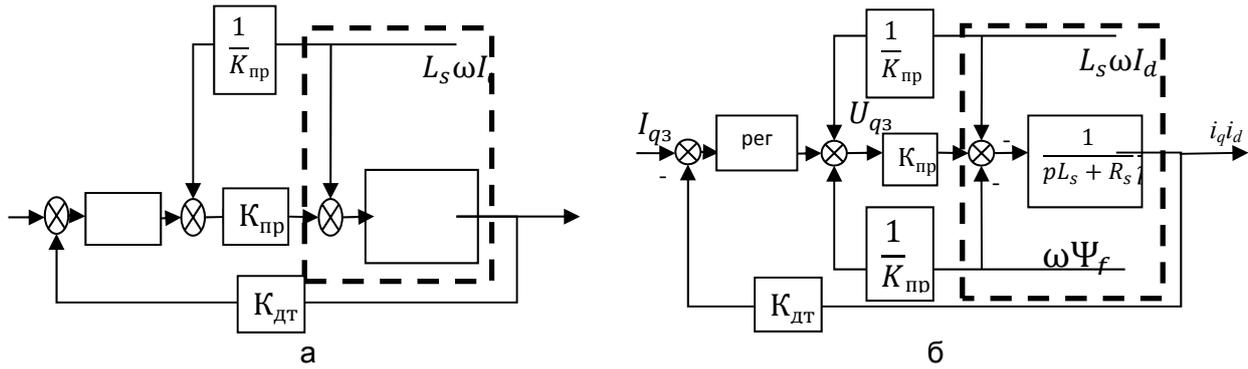


Рис. 3. Структурные схемы контуров по оси d и q:

$$U_{kd} = -L_s \omega I_q \frac{1}{K_{np}} \text{ (а) и } U_{kq} = \omega(L_s I_d + \Psi_f) \frac{1}{K_{np}} \text{ (б)}$$

По методике [5] были настроены – контур тока на оптимальное быстродействие (ОБ), контур скорости на технический оптимум (ТО) и контур положения на симметричный оптимум (СО). Аналогично настройке системы ВУ была настроена подчиненная система (ПС) регулирования. Параметры регуляторов представлены в таблице.

Таблица. Параметры регуляторов

	ВУ	ПС
Контур тока/момента	$T_{и} = T_{\varepsilon}; K_{п} = \frac{T_{\varepsilon} R_s}{T_t K_{np} K_{дт}}$	$T_{и} = T_{\varepsilon}; K_{п} = \frac{T_{\varepsilon}}{T_t K_{np} K_{м} \beta};$
Контур скорости	$K_{п2} = \frac{K_{MJ}}{2T_{\mu1} K_{\omega}}; T_{\mu1} = T_{t1};$ $T_{и2} = 2T_{\mu2} = 4T_{t1}$	$T_{\mu1} = T_{t1}; K_{п2} = \frac{K_{MJ}}{2T_{\mu1} K_{\omega}}; T_{и2} =$ $2T_{\mu2} = 4T_{t1}$
Контур положения	$T_{и3} = 4T_{\mu3} = 16T_{t1}; K_{п3} = \frac{K_{\omega}}{2T_{\mu3} K_{\theta}}$	$T_{\mu3} = 4T_{t1}; T_{и3} = 4T_{\mu3};$ $K_{п3} = \frac{K_{\omega}}{2T_{\mu3} K_{\theta}}$

На рис. 4 показаны результаты моделирования систем с векторным управлением с компенсацией (толстая линия), без компенсации (пунктирная линия), и система с подчиненным регулированием.

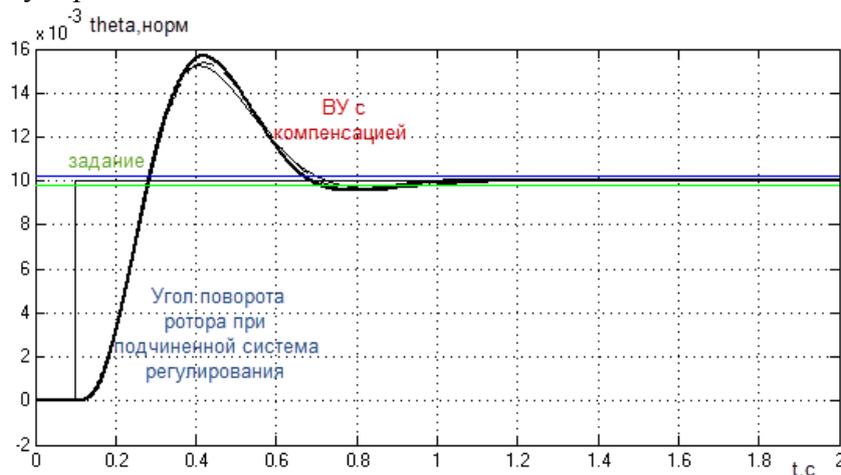


Рис. 4. Результаты моделирования систем вентильного двигателя

По графикам можно заметить, что вид переходных процессов практически идентичен, а время переходного процесса у ВУ с компенсацией самое маленькое – 0,91 с. Время переходного процесса для остальных систем равен 0,97 с. Перерегулирование во всех системах соответствует СО и за счет упрощений, принятых при настройке, равно 55%.

**Выводы.** Сравнительный анализ рассмотренных структур и графиков переходных процессов позволяет сделать следующие выводы.

1. Система с векторным управлением позволяет получить то же качество переходных процессов, что и подчиненная система регулирования.
2. Если не компенсировать перекрестные связи, то они будут оказывать друг на друга возмущающее воздействие, проявляющееся в переходных режимах, что приводит к большему времени переходного процесса и большему перерегулированию.

### Литература

1. Усольцев А.А., Ильина А.Г. Векторное управление вентильным двигателем в безредукторном следящем электроприводе // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. – 2007. – № 10 (44). – С. 147–153.
2. Виноградов А.Б. Векторное управление электроприводами переменного тока. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2008. – 298 с.
3. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем Matlab 6.0. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – 320 с.
4. Колачев Ю.Н., Векторное регулирование (заметки практика) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.privod-news.ru/docs/Vector\\_Kalachev.pdf](http://www.privod-news.ru/docs/Vector_Kalachev.pdf), своб.
5. Кротенко В.В., Толмачев В.А., Томасов В.С., Сеницин В.А. Синтез микропроцессорной системы управления электропривода опорно-поворотного устройства // Изв. вузов. Приборостроение. – 2004. – Т. 47. – № 11. – С. 23–30.



**Бороздкин Сергей Владимирович**

Год рождения: 1991

Факультет криогенной техники и кондиционирования,  
кафедра кондиционирования воздуха, группа № и6452

Направление подготовки: 141200 – Холодильная, криогенная техника  
и системы жизнеобеспечения

e-mail: b-s-v-7@yandex.ru

УДК 697

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕЧЕНИЯ ВОДЫ В БУФЕРНОМ БАКЕ ЧИЛЛЕРА

**С.В. Бороздкин**

**Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Л. Тимофеевский**

Компрессорные водоохлаждающие машины (чиллеры) широко используются в различных отраслях промышленности. Одной из основных причин сокращения ресурса, а иногда и выхода компрессора из строя является его работа короткими циклами. В системах холодоснабжения с чиллерами рекомендуется защищать компрессоры от частых включений путем использования буферных емкостей, однако имеются определенные противоречия в рекомендациях по внутреннему устройству буферных баков, требующие проведения численного моделирования течения в них хладоносителя. Целью моделирования является сравнение времени передачи буферными емкостями разных конструкций колебаний температуры хладоносителя. Авторами выполнено сопоставление данных, полученных при экспериментальном исследовании и численном моделировании гидродинамики течения хладоносителя в буферной емкости системы холодоснабжения, и сделан вывод об их хорошем соответствии, что дает возможность в дальнейшем использовать предложенную численную модель для расчета емкостей разных конструкций и размеров. Выполнено численное моделирование выбранных конструкций буферных баков, приведены результаты моделирования и сравнение «времени реакции» баков с перегородкой и без нее.

**Ключевые слова:** буферный бак, чиллер, хладоноситель, численное моделирование.

В работе [1] авторами настоящей работы были рассмотрены различные аспекты конструирования буферных баков чиллеров и сделаны выводы о необходимости проведения численного моделирования их гидродинамики для сравнения времени передачи емкостями разных конструкций колебаний температуры хладоносителя. Численное моделирование проводилось с помощью пакета программ STAR CCM+ путем решения системы уравнений Навье–Стокса, осредненных по критерию Рейнольдса. В качестве модели турбулентности была использована  $k-\omega$  SST-модель Ментера. В работе [2] была выполнена верификация метода численного моделирования с помощью экспериментального стенда, которая показала хорошее соответствие опытных и расчетных данных (рис. 1), что позволяет использовать данный метод для моделирования течения хладоносителя в буферных баках реальных размеров.

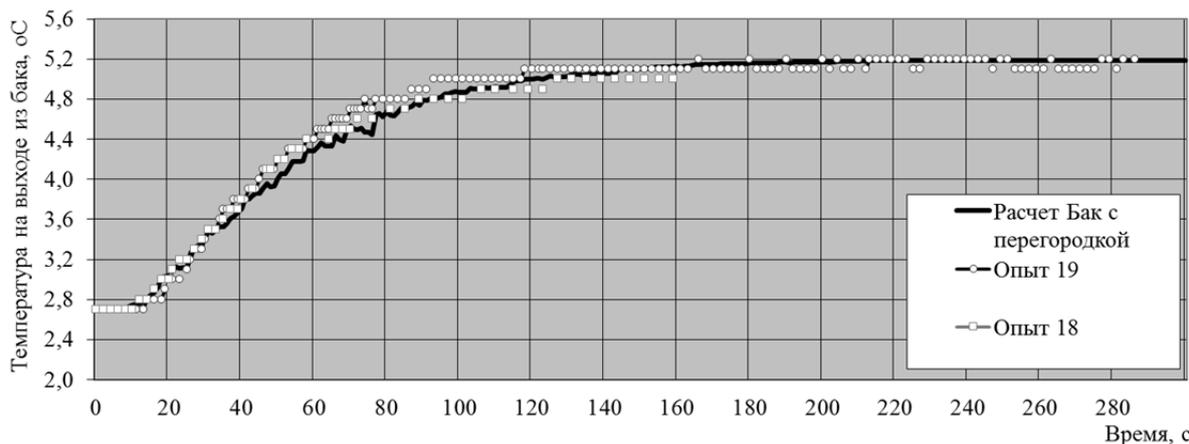


Рис. 1. Сопоставление опытных и расчетных данных для бака с перегородкой при  $V_{вх} = 1,1$  м/с

Обсуждаемые в данной работе результаты получены для буферных емкостей, размеры и объем которых, а также скорости и температуры воды выбирались с учетом двух критериев – реальности использования оборудования с данными параметрами на практике и их подобия экспериментальному образцу по длине затопленной струи, поступающей в бак из входного патрубка [3]. Диаметры как экспериментального, так и моделируемого баков были сопоставимы с длиной затухания в них затопленной струи.

Авторами моделировалось течение хладоносителя в буферном баке объемом  $1 \text{ м}^3$ , в котором задавались следующие параметры: скорость на входе в бак 1 м/с, температура входящей воды от 5 до  $7^\circ\text{C}$ , теплопритоки через теплоизолированные поверхности бака  $15 \text{ Вт/м}^2$ . На рис. 2 приведены результаты расчетов времени передачи колебаний температуры воды с входа на выход буферного бака одного и того же размера без перегородки, с одной и тремя перегородками.

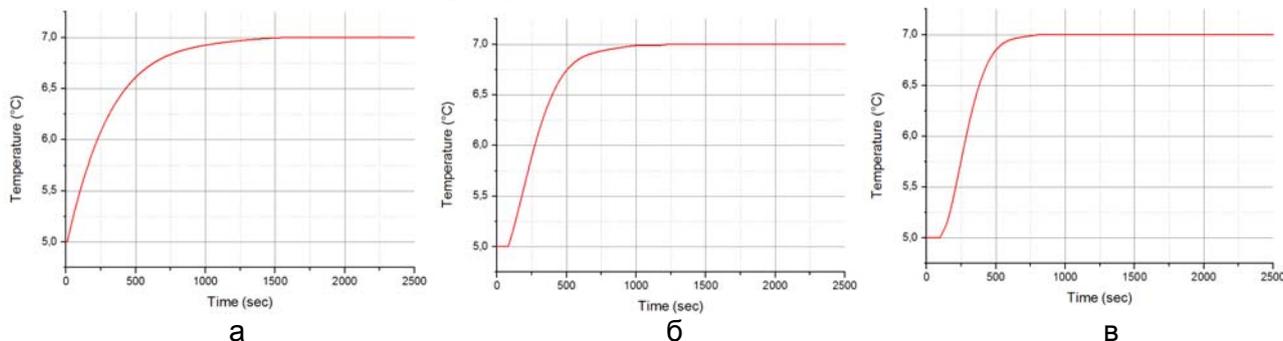


Рис. 2. Результаты расчета изменения температуры воды на выходе бака: бак без перегородки (а); бак с одной перегородкой (б); бак с тремя перегородками (в)

Из приведенных графиков видно, что изменение температуры быстрее происходит в баках с перегородками, что можно объяснить более упорядоченным течением воды в баках с перегородками по сравнению с баком без перегородки.

На рис. 3 приведены режимы течения в баке с перегородкой и без нее.

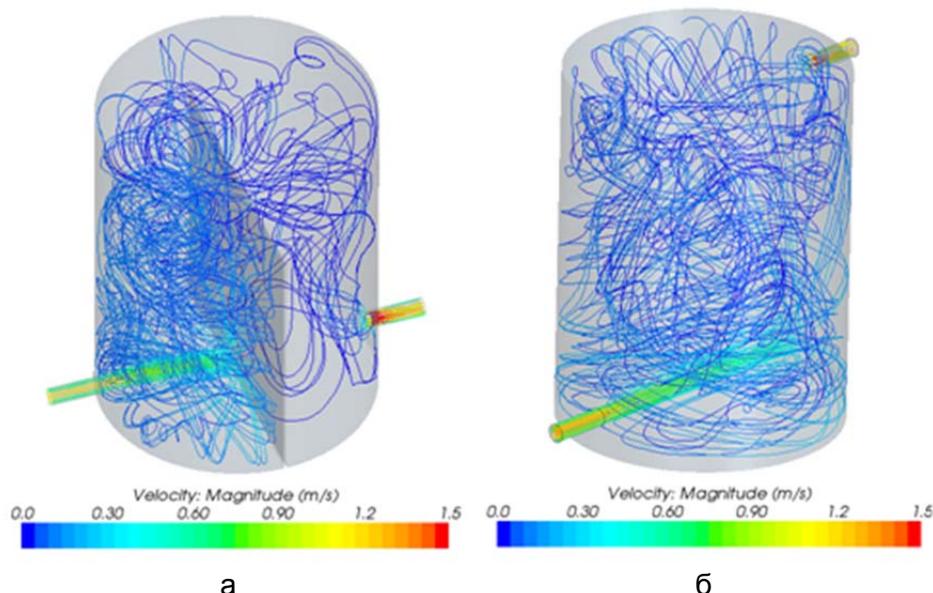


Рис. 3. Численное моделирование течения воды в буферном баке: бак с перегородкой (а); бак без перегородки (б)

Из этих иллюстраций видно, что в емкости и без перегородки, и с перегородкой происходит достаточно хорошее перемешивание воды и отсутствуют застойные зоны, однако в баке без перегородки происходят возвратные автоколебательные течения, связанные с «раскачиванием» затопленной струей объема воды.

#### Выводы:

1. как показало моделирование, теплопритоки через изоляцию практически не влияют на время передачи колебаний температуры с входа на выход бака, что объясняется небольшим вкладом естественной конвекции в циркуляцию воды;
2. при моделировании течения воды в буферном баке реальных размеров подтвердился вывод [2] о большей задержке передачи возмущений температуры емкостью без перегородки;
3. визуализация полей температур и скоростей позволяет сделать вывод о хорошем перемешивании хладоносителя в баках с диаметром, сопоставимым с длиной затопленной струи, вытекающей из входного патрубка;
4. представляет интерес дальнейшее моделирование изменения температуры в баках с диаметрами больше длины входящей затопленной струи и с различным взаимным размещением входного и выходного патрубков.

#### Литература

1. Бороздкин С.В., Тимофеевский А.Л., Сайфуллин Т.И. Проблемные аспекты конструирования буферной емкости системы холодоснабжения с промежуточным хладоносителем // Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО. – 2014. – С. 62–64.
2. Тимофеевский А.Л., Бороздкин С.В., Сайфуллин Т.И. Верификация численного моделирования течения хладоносителя в буферном баке системы холодоснабжения // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2014. – № 4. – С. 214–221.
3. Лебедев В.В. Методические указания к выполнению курсовой работы по курсу «Механика жидкости и газа» на тему: Осесимметричная затопленная струя. – Рыбинск: Рыбинская гос. авиационная технологич. академия им. П.А. Соловьева. – 2006. – 40 с.

**Борщевский Андрей Андреевич**

Год рождения: 1992

Факультет оптико-информационных систем и технологий,  
кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа № 5303

Направление подготовки: 12.04.02 – Оптехника

e-mail: thesuhod@gmail.com

УДК 681.786

**АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ТЕРМОКОМПЕНСАЦИИ  
В ЛИНЗОВОМ ОБЪЕКТИВЕ****А.А. Борщевский****Научный руководитель – к.т.н., доцент О.Н. Балаценко**

В работе рассмотрен анализ возможности осуществления термокомпенсации в инфракрасном линзовом объективе. Приведены основные выводы, полученные в результате расчетов, о возможности термокомпенсации за счет конструкторских решений. На основании проведенного анализа способов сохранения качества изображения при изменении температуры предложено использовать способ подвижки одного из элементов объектива.

**Ключевые слова:** оптическая система, линзовый объектив, инфракрасный линзовый объектив, оптический компонент.

В последнее время ко многим оптическим системам предъявляются требования термонерасстраиваемости в силу того, что они работают в условиях значительных перепадов температур, в большинстве случаев подобных систем от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ . Как известно, изменение температуры приводит к изменению положения плоскости изображения и появлению так называемых термоволновых аберраций и, как следствие, изменение качества изображения. Происходит это из-за изменения величин конструктивных параметров системы: радиусов, толщин, воздушных промежутков и показателей преломления материалов, из которых изготовлены оптические элементы. Восстановить качество изображения смещением плоскости установки не всегда представляется возможным, поэтому в свое время было разработано достаточно много конструктивных способов, позволяющих избежать влияния температуры на объектив. Принцип таких способов состоит в попытках изолировать систему от внешней среды, что приводит в итоге к существенному увеличению массы и габаритов конструкции объектива. Исходя из этого, целесообразно использовать другой способ сохранения качества изображения при изменении температуры: установка различных термокомпенсаторов, изменение материалов оправы, подвижки одного из элементов и др.

В данной работе систематизирован подход к термокомпенсации линзового объектива, также представлены результаты исследования и поиска решения проблемы обеспечения требуемого качества изображения при выбранном конструктивном способе.

За объект исследования был выбран инфракрасный линзовый объектив. К нему были предъявлены требования, указанные в таблице.

Таблица. Основные требования к линзовому объективу

Наименование параметра/ характеристики	Значение
Фокусное расстояние объектива	40 мм
Относительное отверстие	1–1,1
Угловое поле зрения	$12^{\circ} \times 18^{\circ}$
Рабочий спектральный диапазон	8–12 мкм
Рабочий диапазон температур	$-40^{\circ}\text{C} \dots +60^{\circ}\text{C}$
Общая длина объектива	не более 120 мм

Были произведены предварительные расчеты температурной расстраиваемости в программе Demos, в которой последовательно были указаны требуемые конструктивные данные и получены значения влияния компонентов при изменении температуры в указанном промежутке. В результате расчетов определено, что задний отрезок уходит на величину +0,25 мм и -0,16 мм при изменении температуры до -40°C и +60°C соответственно. Также в результате расчетов выявлено, что основной вклад в изменение характеристик вносит материал линз, однако изменение материала линз будет рассматриваться в последнюю очередь, так как в данной области спектра аналогов по оптическим характеристикам германию, используемому в качестве материала линз, нет. Переход на другие материалы, пропускающие необходимый спектральный диапазон, при сохранении расчетного качества изображения, неизбежно приведет к увеличению числа линз, так как показатель преломления этих материалов значительно меньше, чем у германия. Это приводит к увеличению массы и габаритов системы, что не желательно. Следовательно, стоит задача вернуть заднюю плоскость и качество изображения конструктивными методами.

Далее были проведены уточняющие расчеты в программах Demos и CAPO. Была проанализирована возможность термокомпенсации за счет конструкторских решений (изменения материала корпуса, изменения длины заднего отрезка подбором промежуточных колец из различных материалов, подвижка всего объектива, подвижка линзы).

В результате исследования температурных коэффициентов линейного расширения различных материалов корпуса объектива (сталь, титан, инвар, алюминий, латунь [1]), в качестве альтернативного материала был выбран алюминий. В результате расчета в программе Demos получены данные влияния компонентов и групп параметров при температурах -40°C и +60°C при выполнении корпуса из алюминия. Результаты расчетов показали, что возвращение плоскости изображения за счет изменения материала корпуса невозможно.

В результате анализа возможности возвращения плоскости изображения путем изменения длины заднего отрезка подбором промежуточных колец из различных материалов, выявлено, что данный вариант также невозможен, так как задний отрезок недостаточно большой.

В работе были проведены расчеты для трех случаев: исходная система при  $t=+60^\circ\text{C}$ , система при  $t=+60^\circ\text{C}$  с подвижкой объектива на - 0,16 мм и система при  $t=+60^\circ\text{C}$  с подвижкой объектива на - 0,18 мм. Расчеты были произведены для углов поля 0°, 7°, 10°, и 12° и трех сечений: меридионального, косого и сагиттального. Результаты расчетов показали, что вернуть качество изображения с помощью подвижки всего объектива не выходит, поэтому будет осуществлена подвижка одного из компонентов системы.

Для определения компонента оптической системы, который необходимо передвигать, в целях сохранения качества изображения и положения плоскости установки при изменении температуры, проанализирована сводка влияния воздушных промежутков на геометрические aberrации системы. Также исследовано влияние воздушных промежутков на астигматизм по полному зрачку. Это необходимо, так как в исходной системе имеет место «разбег» положения плоскости наилучшей установки в разных сечениях и на разных углах. В результате расчетов был найден оптический компонент, при перемещении которого, возможно устранение влияния изменения температуры, а именно – перемещение первой линзы на рассчитанную величину при температуре -40°C и +60°C. Был выполнен подробный расчет величины смещения первой линзы в зависимости от изменения температуры, необходимой для возвращения качества изображения.

Далее планируется выбор основных конструкторских способов подвижки первого компонента объектива.

## Литература

1. Справочник конструктора точных приборов / Под ред. И.Я. Левина. – М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1953. – 616 с.



**Булгакова Елена Владимировна**

Год рождения: 1982

Факультет информационных технологий и программирования,  
кафедра речевых информационных систем, аспирант

Специальность: 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение  
вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

e-mail: bulgakova@speechpro.com

УДК 621.391.037.372

## **ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКИХ И ЭКСПЕРТНЫХ МЕТОДОВ В РАМКАХ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДИКТОРА ПО ГОЛОСУ И РЕЧИ**

**Е.В. Булгакова**

**Научный руководитель – д.т.н., профессор Ю.Н. Матвеев**

Представлены результаты сравнительного анализа показателей надежности автоматических и экспертных методов исследования речевых сигналов. Также экспериментально установлено, что аудитивно-лингвистические экспертные методы являются наиболее надежными, однако только в сочетании с акустическими методами.

**Ключевые слова:** фоноскопическая экспертиза, распознавание диктора, полуавтоматические методы идентификации, автоматические методы идентификации.

**Цель работы** состояла в получении сравнительной оценки надежности автоматических и экспертных методов исследования речевых сигналов.

Задача идентификации дикторов заключается в установлении тождества личности по совокупности общих и частных признаков его голоса и речи.

Информация, содержащаяся в речевом сигнале, позволяет решать одну из наиболее актуальных проблем современных речевых технологий – задачу идентификации диктора. Данная задача заключается в установлении тождества личности по совокупности общих и частных признаков его голоса и речи [1].

В настоящее время для решения задачи идентификации диктора широко применяются как автоматические (объективные), так и экспертные (субъективные) методы. Использование экспертных методов в процессе проведения фоноскопических исследований с целью идентификации говорящего дает возможность уточнить и скорректировать работу автоматических средств анализа и сравнения речевых сигналов. Кроме того, экспертные методы идентификации диктора применяются в случаях, когда работа автоматических методов оказывается затрудненной. Например, в условиях сильной зашумленности фонограмм.

С целью сравнения показателей надежности автоматических и экспертных методов была проведена серия экспериментальных исследований с применением автоматических методов анализа и сравнения речевых сигналов, с привлечением «наивных» аудиторов и опытных специалистов. Эксперименты проводились на базе речевых записей, включающей 100 пар фонограмм, на русском, испанском, узбекском, тувинском языках, а также языках Республики Дагестан. Записи получены по разным каналам фиксации звуковой информации (телефонный канал, микрофонный канал, канал GSM). Устная речь, записанная на фонограммах, представлена различными типами речевого материала – чтение, квазиспонтанная, спонтанная (монологическая и диалогическая) речь.

Для наглядной демонстрации результатов сравнения 100 пар с использованием автоматических методов была построена DET-кривая [2], выражающая зависимость между значениями FR и FA (ошибками «пропуска цели» и «ложной тревоги»), полученными в результате сравнения фонограмм в составе 100 пар (рис. 1). Степень близости DET-кривой к

точке начала координат (обозначающей нулевую ошибку) определяет уровень надежности метода: чем ближе кривая к началу координат, там надежнее может считаться метод или система.

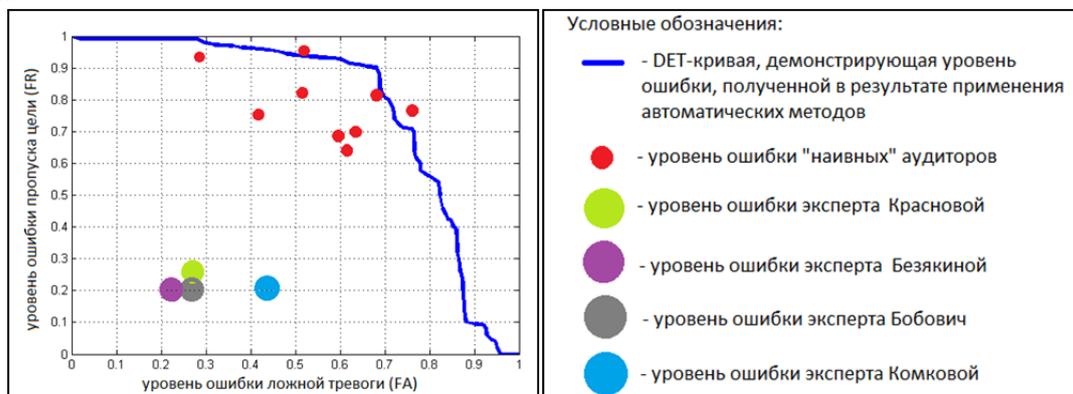


Рис. 1. Уровень ошибки автоматических средств сравнения речевых сигналов в сопоставлении с уровнем ошибки «наивных» аудиторов и подготовленных экспертов (на материале обобщенных решений по 100 парам фонограмм)

На рис. 1 цветными точками также обозначены результаты сравнения фонограмм в составе 100 пар «наивными» аудиторами и подготовленными экспертами (использованы значения ошибок FR и FA, полученные по данным об обобщенных решениях четырех экспертов).

Данные, представленные на рис. 1, позволяют сравнить уровень ошибки, полученной в результате применения автоматических методов, привлечения «наивных» аудиторов и экспертов для решения задачи идентификации диктора. Так, DET-кривая, значительно удаленная от точки начала координат, демонстрирует высокий уровень ошибки автоматических средств сравнения речевых сигналов (73%). Несколько ниже уровень ошибки «наивных» аудиторов (средний уровень ошибки составил 66%).

Уровень ошибки 4-х подготовленных экспертов значительно ниже по сравнению с результатами, полученными при решении идентификационных задач автоматическими средствами и «наивными» аудиторами (цветные точки, демонстрирующие уровень экспертных ошибок, расположены значительно ближе к точке начала координат в сравнении с DET-кривой и точками, демонстрирующими уровень ошибки «наивных» аудиторов).

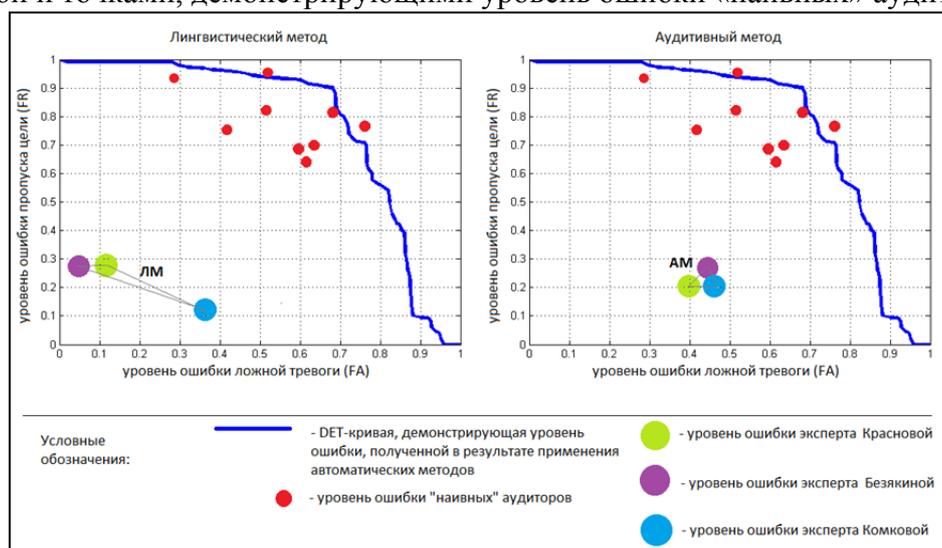


Рис. 2. Уровень ошибки экспертов, проводивших сравнения лингвистическим и аудитивным методами в сопоставлении с уровнем ошибки «наивных» аудиторов и автоматических средств сравнения (на материале 100 пар)

На рис. 2 и 3 приведены результаты сравнения фонограмм в составе 100 пар с использованием аудитивно-лингвистических и акустических экспертных методов.

Из данных, приведенных на рис. 2, следует, что наименьший уровень ошибки «ложной тревоги» отмечен в результате сравнения фонограмм лингвистическим методом экспертами Д.А. Безякиной (5,2%) и Е.В. Красновой (10,5%). Результаты эксперта-аудиала А.М. Комковой, напротив, демонстрируют высокий уровень ошибки «ложной тревоги» (35,8%) и относительно низкий уровень ошибки «пропуска цели» (13,8%).

Результаты, полученные тремя экспертами при сравнении фонограмм аудитивным методом, являются сопоставимыми и демонстрируют более высокий уровень ошибки «ложной тревоги» в сравнении с уровнем ошибки «пропуска цели».

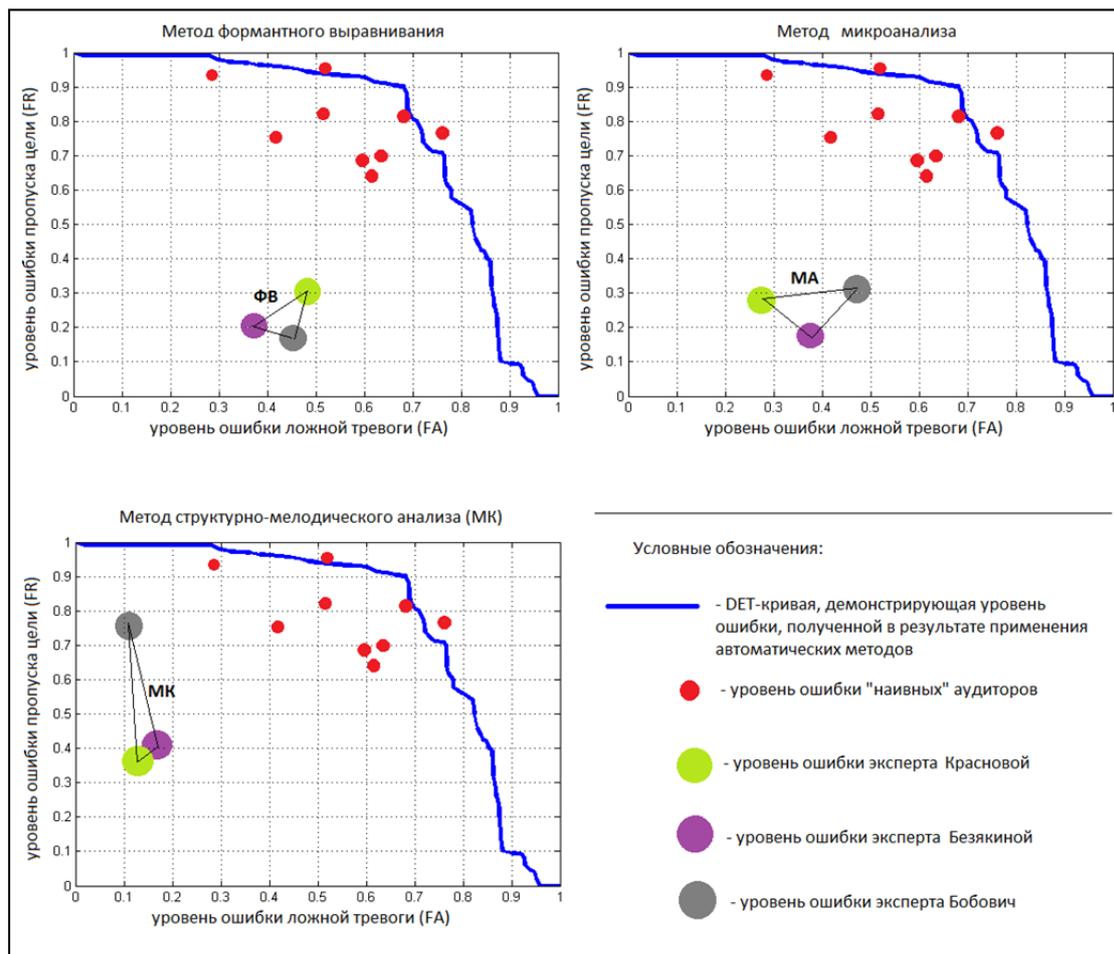


Рис. 3. Уровень ошибки экспертов, проводивших сравнения акустическими методами (ФВ, МА и МК) в сопоставлении с уровнем ошибки «наивных» аудиторов и автоматических средств сравнения (на материале 100 пар)

Согласно данным, представленным на рис. 3, наиболее низкий уровень ошибки «ложной тревоги» при сравнении фонограмм акустическими методами был получен по результатам проведения сравнений методом структурно-мелодического анализа экспертами «полного типа» Д.А. Безякиной (17,8%) и Е.В. Красновой (13,8%), а также экспертом-акустиком Ю.А. Бобович (10,7%). В то же время результаты проведения сравнений методом структурно-мелодического анализа экспертом Ю.А. Бобович демонстрируют наиболее высокий уровень ошибки «пропуска цели» (76,5%).

Результаты, полученные тремя экспертами при сравнении фонограмм методами формантного выравнивания и микроанализа спектров гласных, являются сопоставимыми, а также указывают на более высокий уровень ошибки «ложной тревоги» (FA) по сравнению с ошибкой «пропуска цели» (FR).

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что аудитивно-лингвистические экспертные методы являются наиболее надежными, однако только в сочетании с акустическими методами.

### Литература

1. Kozlov A., Kudashev O., Matveev Yu., Pekhovsky T., Simonchik K., Shulipa A. SVID Speaker Recognition System for NIST SRE 2012 // SPIIRAS Proceedings. – 2013. – № 25(2). – P. 350–370.
2. Adler A., Schuckers M.E. Calculation of a composite DET curve // Audio-and Video-Based Biometric Person Authentication. – Springer Berlin Heidelberg, 2005. – P. 860–868.



**Бураков Александр Всеволодович**

Год рождения: 1992

Факультет оптико-информационных систем и технологий,  
кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа № 5316

Направление подготовки: 27.04.05 – Инноватика

e-mail: burakov1992@mail.ru



**Сафин Артур Айратович**

Год рождения: 1994

Факультет оптико-информационных систем и технологий,  
кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа № 3310

Направление подготовки: 200400 – Оптехника

e-mail: teletonik@gmail.com

УДК 681.2.087

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ОРГАНИЗАЦИИ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА СООРУЖЕНИЙ ЗАЩИТЫ ОТ СКАЛЬНО-ОБВАЛЬНЫХ ЯВЛЕНИЙ

**А.В. Бураков, А.А. Сафин**

(Университет ИТМО)

**Научный руководитель – д.т.н., профессор В.М. Денисов** (Университет ИТМО)

**Научный консультант – А.В. Радилов** (Институт земного магнетизма, ионосферы  
и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН)

Рассмотрены результаты разработки и практического применения концептуально нового способа мониторинга защитными сооружениями от скально-обвальными явлениями. Суть разработок во внедрении беспроводных сенсорных сетей, в составе которых имеются разнородные датчики. В заключении обсуждаются типовые задачи и направления для дальнейшей работы по реализации проекта.

**Ключевые слова:** скально-обвальными явлениями, беспроводные сенсорные сети, датчики мониторинга.

**Введение.** В настоящее время существует проблема катастроф, связанных со скально-обвальными явлениями. На транспортных путях, проложенных в горных районах, очень часто происходят чрезвычайные происшествия, предотвращение которых становится реальным благодаря установке инженерных сооружений защиты. Однако угроза для объектов, находящихся в зоне риска, окончательно не исключена, поскольку обрыв защитных сооружений не контролируется. Одним из перспективных решений для предотвращения угроз является установка беспроводных сенсорных сетей, принципы

организации которых играют ключевую роль в системах наблюдения за сооружениями инженерной защиты.

**Цель работы.** Провести аналитический обзор существующих разработок по данному классу приборов и задать основные направления исследования для создания собственной сенсорной сети для мониторинга скально-обвальных явлений в России.

Беспроводные сенсорные сети (БСС) – это скопление устройств, так называемых мотов, в состав которых входят различные датчики в зависимости от цели их использования, например, наблюдения за жизнью диких животных в лесах, или наблюдения за вулканической активностью, контроль рабочего состояния машин и оборудования, пограничный контроль, наблюдение за фермерским хозяйством, теплицей, детским садом, пациентами – этот список можно очень долго продолжать.

Датчики, собрав данные в виде информационных сигналов, передают их на шлюз, а шлюз, в свою очередь, отправляет их дальше для обработки и принятия решений в ситуационный центр либо сервер. БСС обладают широким спектром преимуществ по сравнению с проводными сетями:

- низкая стоимость комплектующих, монтажа и технического обслуживания системы;
- отсутствие необходимости в прокладке кабелей для электропитания и передачи данных;
- быстрота и упрощенность развертывания сети;
- надежность и отказоустойчивость всей системы в целом при выходе из строя отдельных узлов или компонентов;
- возможность внедрения и модификации сети на любом объекте без вмешательства в процесс функционирования самого объектов;
- возможность быстрого и при необходимости скрытного монтажа всей системы в целом.

Принцип работы БСС в системе мониторинга скально-обвальных явлений строится следующим образом. Любое геометрическое изменение положения сетки будет зарегистрировано датчиками. Данные передаются по сети между ближайшими мотами, от одного к другому, с помощью радиоканала. В итоге с ближайшего мота пакет с данными передается на шлюз. Шлюз соединен с сервером. На сервере собранные данные обрабатываются, хранятся и могут быть доступны через WEB-оболочку широкому числу пользователей.

Каждый мот оснащен радиотрансивером или другим устройством беспроводной связи, небольшим микроконтроллером и источником энергии.

На плате размещаются микроконтроллер с памятью – флэш и оперативной, цифроаналоговыми и аналого-цифровыми преобразователями, радиочастотный приемопередатчик, источник питания и датчики.

Возвращаясь к БСС, надо помнить о том, что мот не имеет сторонних источников питания и обязан обходиться встроенной батареей, которой должно хватить на годы использования, поэтому моты используют только для сбора и передачи сенсорных данных от узла к узлу или на шлюз.

Для отладки и самоорганизации мотов в сеть используют аппаратное и программное обеспечение (ПО). Аппаратное обеспечение беспроводного узла и протоколы сетевого взаимодействия между узлами оптимизированы по энергопотреблению для обеспечения длительного срока эксплуатации системы при автономных источниках питания. В зависимости от режима работы время жизни узла может достигать нескольких лет.

Операционные системы для беспроводных сенсорных сетей менее сложны, чем универсальные операционные системы, в силу ограниченности ресурсов в аппаратном обеспечении сенсорной сети. Оборудование беспроводных сенсорных сетей не отличается от традиционных встраиваемых систем, и поэтому для сенсорных сетей можно использовать

встроенную операционную систему, одной из таких является TinyOS. Эта система изначально была предназначена для беспроводных сенсорных сетей.

Существует множество компаний, которые развиваются и работают в направлении мониторинга защитных сооружений, но одной из наиболее передовых является компания «Geobrugg». Данная компания занимается разработкой и установкой защитных систем в опасных районах, но их главным отличием от остальных является то, что они работают совместно с компанией «Impact Sentinel», которая внедряет БСС в их защитные сооружения.

Один из их совместных проектов реализован на подъезде к городу Хайлигенберг. Вдоль дороги установлены защитные сетки, мониторинг которых проводят 12 мотов, где в каждый мот встроены следующие датчики:

- датчик удара;
- датчик вибрации;
- акселерометр;
- датчик температуры.

Проект компании «Geobrugg» является отличным примером реализации БСС для систем мониторинга, однако можно выделить преимущества и недостатки. Главным их преимуществом является долгое время жизни мота за счет внедрения альтернативных источников питания. А минусами реализации проекта являются следующие:

- отсутствие видеонаблюдения за объектом;
- отсутствие предупреждающих на дороге сигналов во время опасности.

В ходе выполнения работы был проведен аналитический обзор существующих разработок по данному классу приборов, и заданы основные направления:

1. создание базового элемента БСС-мота;
2. выявление методик обработки информации с датчиков;
3. разработка прикладного ПО для БСС.

## Литература

1. Семенов Б.Ю. Микроконтроллеры MSP430: первое знакомство. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006. – 128 с.



### **Бутылкина Ксения Дмитриевна**

Факультет оптико-информационных систем и технологий,  
кафедра прикладной и компьютерной оптики, аспирант

Специальность: 05.11.07 – Оптические и оптико-электронные приборы  
и комплексы

e-mail: butylkinax@gmail.com

УДК 5202:535.1

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ЗЕРКАЛЬНЫХ ОБЗОРНЫХ ОБЪЕКТИВОВ БЕЗ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ**

**К.Д. Бутылкина**

**Научный руководитель – к.т.н., доцент Г.И. Цуканова**

В работе исследовалась возможность получения оптимальных конструктивных решений трехзеркальных систем без промежуточного изображения, подходящих для создания светосильных широкоугольных телескопов. Найдены системы с оптимальными, для создания светосильных широкоугольных телескопов, конструктивными параметрами и наилучшим качеством изображения.

**Ключевые слова:** зеркальные системы, трехзеркальные объективы, aberrации, экранирование в трехканальных системах.

Глубокий обзор неба может дать ответы на многие вопросы астрономии, вовремя обнаружить астероиды, пролетающие в опасной близости от Земли. Для решения таких задач создаются мощные телескопы, обладающие одновременно большой апертурой, широким полем зрения и высоким качеством изображения [1, 2]. По классификации астрономов таковыми являются обзорные телескопы [3, 4].

**Целью работы** являлось исследование и разработка крупногабаритного широкоугольного обзорного телескопа, позволяющего получить следующие оптические характеристики: угловое поле в пространстве предметов  $3^\circ$ , относительное отверстие 1:1,5–1:2 и диаметр входного зрачка 720 мм. Оптическая система должна обеспечивать контраст не менее 0,5 на частоте Найквиста при работе с приемником, имеющим размеры пикселей порядка 6–10 мкм.

Получившие наибольшее распространение в последние десятилетия телескопические системы Ричи–Кретьена без линзовых элементов не позволяют получить светосильные и широкоугольные телескопы, так как нет параметров, позволяющих исправить астигматизм. В связи с этим вполне естественным является переход к трехзеркальным системам. Из множества трехзеркальных систем наибольшее распространение получили два типа систем:

1. с промежуточным изображением после отражения от двух зеркал;
2. без промежуточного изображения.

В системах с промежуточным изображением после отражения от двух зеркал относительное отверстие главного зеркала в несколько раз выше относительного отверстия всей системы, поэтому они подходят только для несветосильных систем.

Для создания оптических систем обзорных телескопов могут быть применены трехзеркальные системы (рис. 1) без промежуточного изображения с исправленными сферической aberrацией, комой, астигматизмом и кривизной изображения. Радиусы и воздушные промежутки определяются из конструктивных соображений и условий устранения кривизны изображения.

$$\alpha_1 = 0$$

$$\alpha_4 = -1$$

$$f' = -1$$

$$h_1 = 1$$

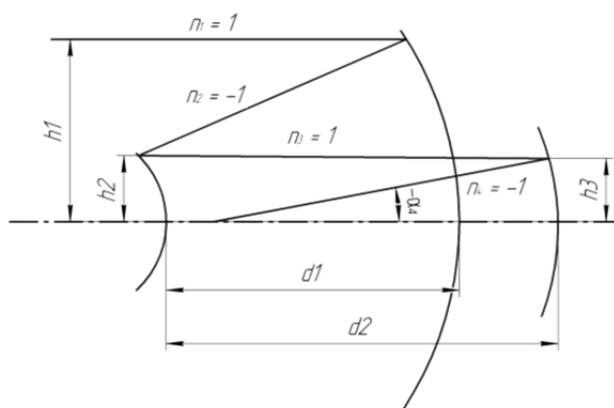


Рис. 1. Принципиальная оптическая схема исследуемого объектива

Условие устранения кривизны изображения:

$$\alpha_2 - \frac{\alpha_3 + \alpha_2}{h_2} + \frac{\alpha_4 + \alpha_3}{h_3} = 0,$$

где  $\alpha$  – углы нулевых лучей с оптической осью;  $h$  – высоты нулевых лучей на главных плоскостях.

Параметрами для исправления сферической aberrации, комы и астигматизма являются коэффициенты асферической деформации зеркал. Для выполнения расчета составляется

система уравнений из коэффициентов аберраций третьего порядка. Ее решение позволяет определить квадраты эксцентриситетов зеркал:

$$\sigma_1 = \frac{2S_2 + 2S_3 - 8a}{S_2 S_3 \alpha_2^3} - 1,$$

$$\sigma_2 = \frac{2S_3 - 8a}{h_2 S_2 (S_3 - S_2) (\alpha_3 + \alpha_2)^3} - \frac{(\alpha_3 - \alpha_2)^2}{(\alpha_3 + \alpha_2)^2},$$

$$\sigma_3 = \frac{2S_2 - 8a}{h_3 S_3 (S_3 - S_2) (\alpha_4 + \alpha_3)^3} - \frac{(\alpha_4 - \alpha_3)^2}{(\alpha_4 + \alpha_3)^2},$$

где  $S_2 = \frac{-d_1}{h_2}$ ,  $S_3 = \frac{d_2}{h_2 h_3}$ ,  $a = \frac{1}{2} [S_2 (\alpha_3^2 - \alpha_2^2) + S_3 (\alpha_4^2 - \alpha_3^2)]$ ;  $d_1$  – расстояние между первым и вторым зеркалами;  $d_2$  – расстояние между вторым и третьим зеркалами.

На основе полученных формул составлена программа в Microsoft Excel, позволяющая, исходя из начальных данных, получить конструктивные параметры систем и квадраты эксцентриситетов зеркал. С помощью полученной программы был рассчитан целый ряд исходных зеркальных систем (порядка 250 систем). На следующем этапе выполняется анализ систем, в результате которого были отобраны наиболее удачные конструктивные решения. Системы с большими межосевыми расстояниями громоздки и неудобны, более удачным решением будут системы, в которых расстояние между первым и вторым зеркалами и расстояние между вторым и третьим зеркалами приблизительно равны. Желательно также, чтобы изображение не находилось в промежутке между зеркалами, а было вынесено за вершину вторичного зеркала.

При разработке объективов мало добиться исправления аберраций, так как можно получить безаберрационные системы, в которых будет невозможно защитить плоскость изображения от постороннего света или они будут иметь большое экранирование [5].

Экранирование в трехзеркальных системах может быть двух видов: не зависящее от относительного отверстия и углового поля и зависящее от них.

Экранирование первого вида могут вызывать следующие элементы:

- второе зеркало ( $h_2$ );
- третье зеркало, если оно расположено между первым и вторым, коэффициент экранирования определяется по формуле:

$$\eta = \frac{d_1 h_2}{h_2 d_1 - (1 - h_2) d_2};$$

- отверстие в главном зеркале, если между вторым и третьим зеркалами расходящийся ход лучей, определяется по формуле:

$$\eta = h_2 + \frac{h_2 - h_3}{d_2} d_1;$$

- отверстие во втором зеркале, коэффициент экранирования определяется по формуле

$$\eta = \frac{-\delta}{h_2}.$$

Экранирование, зависящее от относительного отверстия и углового поля, определяется с учетом защиты от постороннего света.

На плоскость изображения может попасть следующий посторонний свет:

- отраженный только от третьего зеркала. Коэффициент экранирования, зависящий от относительного отверстия и углового поля, определяется по формуле:

$$\eta = \tan \omega \frac{2kd}{h_2} + h_2,$$

где  $k$  – диафрагменное число;  $d$  – расстояние от края бленды у второго зеркала до апертурной диафрагмы (АД);  $\omega$  – угловое поле системы;

- отраженный только от первого зеркала. Может быть срезан блендой, установленной у главного зеркала, длина защитной бленды ВВ':

$$L = \frac{h_1 - H}{\tan \alpha}.$$

С помощью полученных формул определены коэффициенты экранирования для отобранных ранее систем. Для дальнейшего исследования оставлены системы, у которых коэффициент экранирования по диаметру с учетом углового поля, диафрагменного числа и защиты плоскости изображения от постороннего света не превышает значения  $\eta \leq 0,55$ .

После анализа исходных систем по конструктивным данным проводился их абберационный расчет при одинаковых характеристиках. В системах данного типа входной зрачок не может быть расположен на главном зеркале, так как в этом случае невозможно обеспечить защиту от постороннего света (большой диаметр третьего зеркала). Апертурная диафрагма располагается на третьем зеркале, если оно находится в промежутке между первым и вторым зеркалами, или в отверстии первого зеркала, если третье находится вне этого промежутка. При дальнейшем исследовании систем были приняты эти условия.

Для светосильных систем (относительное отверстие более 1:2) использование только поверхностей второго порядка не дает хорошего качества изображения. В связи с этим поверхности первого и второго зеркал второго порядка заменены на асферические поверхности высшего порядка. Для двух систем приведены результаты расчета.

**Первая система** (табл. 1). Оптические характеристики (рис. 2):

- фокусное расстояние 1200 мм;
- относительное отверстие 1:1,4;
- угловое поле  $2\omega = 2^\circ$ .

Таблица 1. Конструктивные параметры первой системы

$N$	$r$	$d$	$h$
1	-1256,35*	-345,5	420,04
2	-565,36**	480,0	194,61
3	-1080,00***		198,619

Уравнения поверхностей:

$$*x^2 + y^2 = -2512,693848z + 0,408157z^2 - 0,0004235z^3;$$

$$**x^2 + y^2 = -1130,713867z + 0,85968z^2 - 0,0008608z^3;$$

$$***e_3^2 = -2160z - 0,191035z^2.$$

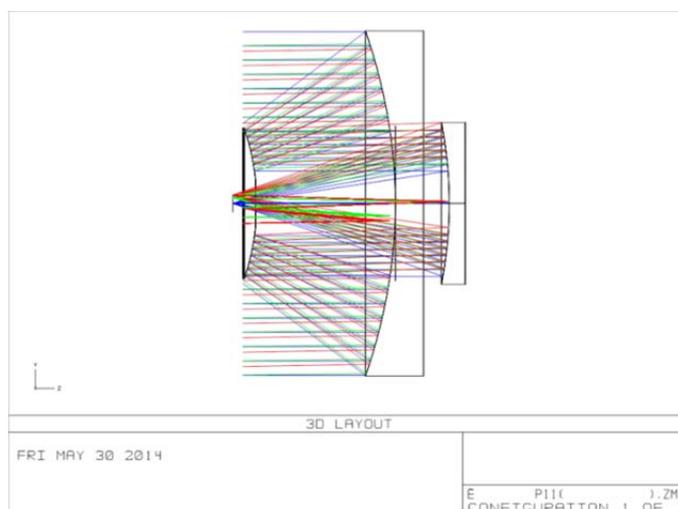


Рис. 2. Оптическая схема объектива с  $f=1200$  мм,  $2\omega = 2^\circ$ , относительное отверстие 1:1,4

Для этой системы возникают проблемы с коррекцией аберраций на краю поля, но можно получить хорошее качество изображения при большем относительном отверстии 1:1,4 и меньшем размере углового поля – 2°.

**Вторая система** (табл. 2). Оптические характеристики:

- фокусное расстояние 1200 мм;
- угловое поле  $2\omega = 3^\circ$ ;
- относительное отверстие 1:1,67.

Таблица 2. Конструктивные параметры второй системы

$N$	$r$	$d$	$h$
1	-1563,762*	-469,25	718,374
2	-587,372**	480,00	290,722
3	-960,000***		322,262

Уравнения поверхностей:

\*  $x^2 + y^2 = -3127,524414z + 0,385358z^2 - 0,00033344z^3$ ;

\*\*  $x^2 + y^2 = -1174,74485z + 0,419791z^2 - 0,0003039z^3$ ;

\*\*\*  $x^2 + y^2 = -1920z - 0,8044444z^2$ .

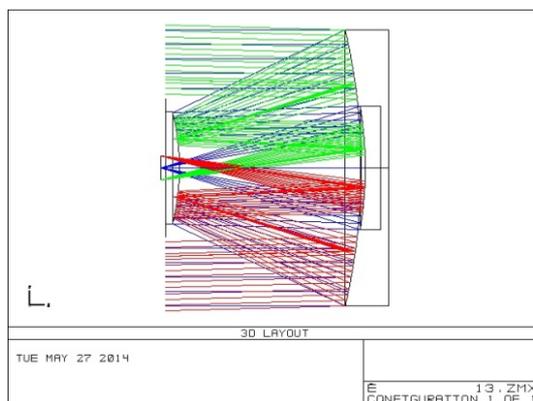


Рис. 3. Оптическая схема отобранной системы

Вторая система (рис. 3) больше подходит в качестве исходной для светосильного широкоугольного объектива телескопа. Для нее проведена оптимизация по среднеквадратичной деформации волнового фронта. Рассчитанная система удовлетворяет требованиям, предъявляемым в задании. Частотно-контрастная характеристика для частоты 100 лин/мм равна 0,5, на частоте 84 лин/мм – 0,56 (подходит для приемника, имеющего размер пикселя 6×6). Контраст 0,4 достигается на частоте 134 лин/мм. Таким образом, на частоте Найквиста обеспечивается контраст 0,5, следовательно, качество полученной системы можно считать хорошим.

**Заключение:**

- проведен аналитический обзор зеркальных систем телескопов, выбрана стартовая схема;
- получены формулы для расчета систем в области аберраций третьего порядка с устранением сферической аберрации, комы, астигматизма, кривизны изображения, на основании которых выполнено исследование зеркальных систем;
- выполнен анализ рассчитанных схем с точки зрения допустимого экранирования и защиты плоскости изображения от посторонних засветок, для наиболее перспективных вариантов проведен расчет защитных бленд;
- представлены примеры схем зеркальных обзорных телескопов, рассчитанных на основе предложенной методики, обладающих удовлетворительным качеством изображения.

**Литература**

1. Теребиж В.Ю. Современные оптические телескопы. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 80 с.
2. Денисенко С.А., Камус С.Ф., Пименов Ю.Д., Тергоев В.И., Папушев П.Г. Светосильный широкоугольный телескоп АЗТ-33ВМ // Оптический журнал. – 2009. – Т. 76. – № 10. – С. 48–51.
3. Цуканова Г.И. Классификация трехзеркальных объективов // 31 Internationales Wissenschaftliches Kolloquium. Technische Hochschule Ilmenau. – 1986. – № 3. – Р. 225.
4. Чуриловский В.Н. Теория хроматизма и aberrаций третьего порядка. – Л.: Машиностроение, 1968. – 312 с.
5. Цуканова Г.И. Исследование экранирования, виньетирования и aberrаций высших порядков в трехзеркальных плананастигматах // Оптико-механическая промышленность. – 1991. – № 3. – С. 37–40.

**Васильев Никита Алексеевич**

Год рождения: 1995

Факультет компьютерных технологий и управления,  
кафедра компьютерных образовательных технологий, группа № 2108  
Направление подготовки: 230400 – Автоматизация и управление  
в образовательных системах  
e-mail: dnfletter@gmail.com

**Копылов Дмитрий Сергеевич**

Год рождения: 1992

Факультет компьютерных технологий и управления,  
кафедра компьютерных образовательных технологий, аспирант  
Специальность: 05.13.06 – Автоматизация и управление  
технологическими процессами и производствами (образование)  
e-mail: dima@cde.ifmo.ru

**Иванюшин Дмитрий Александрович**

Год рождения: 1991

Факультет компьютерных технологий и управления,  
кафедра компьютерных образовательных технологий, группа № 6109  
Направление подготовки: 230400 – Автоматизация и управление  
в образовательных системах  
e-mail: d.ivanyushin@cde.ifmo.ru

УДК 004.42

**РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ АНАЛИЗА ДОСТИЖЕНИЙ ОБУЧЕНИЯ В СИСТЕМЕ  
ОТКРЫТОГО ОНЛАЙН-ОБУЧЕНИЯ «ITMOCOURSES»**

**Н.А. Васильев, Д.С. Копылов, Д.А. Иванюшин**  
**Научный руководитель – к.т.н., доцент А.В. Лямин**

Работа выполнена в рамках проекта развития электронного обучения, дистанционных образовательных технологий Университета ИТМО.

В работе приведены причины разработки, функциональные требования и описание модуля анализа достижений системы открытого обучения «ITMOCourses» Университета ИТМО. Данная система построена на базе свободно-распространяемой платформы Open edX. Использование данного модуля

позволит повысить качество электронного обучения на платформе Open edX за счет мониторинга и анализа успеваемости обучающихся.

**Ключевые слова:** электронное обучение, Open edX, мониторинг достижений обучающихся.

В настоящее время онлайн-курсы приобретают все большую популярность, количество площадок увеличивается. Онлайн-обучение позволяет удобно в любое время и в любом месте проходить обучающие программы. В Университете ИТМО также была создана подобная система – ИТМОcourses, основанная на открытом проекте Open edX [1], доступном на github.com.

Система разделена на два основных приложения lms и studio. lms – это приложение, используемое для прохождения курсов, а studio – для их создания.

Курсы в этой системе разделяются на недели, в каждой неделе есть задания, некоторые из них оцениваются, некоторые нет. Также оцениваемые задания разделяются по видам деятельности, т.е. можно выделить отдельно практические работы и отдельно тесты.

Система оценивания, предоставляемая платформой, позволяет выставить минимальный балл за каждый вид деятельности, минимальный балл за весь курс, а также крайний срок сдачи.

Но эта система недостаточно гибка, поскольку может возникнуть такая ситуация, что некоторые задания курса будет лучше оценивать по отдельности, выставляя минимальные баллы за каждое задание. Также при старом способе оценивания может получиться, что учащийся выполнит некоторые задания плохо, но при этом наберет минимальный процент и получит сертификат. Помимо этого в ИТМОcourses после окончания курса предоставляется дополнительная неделя, во время которой учащиеся могут дорешать невыполненные задания. Причем эта неделя добавляется при помощи изменения крайней даты сдачи в studio. И в результате некоторые учащиеся, которые выполнили задания на дополнительной неделе, также могут получить сертификат. Несмотря на то, что они не прошли курс вовремя.

Таким образом, поставлена следующая **цель**: создать модуль, включающий в себя статистику курса, для наглядного представления сводной информации по курсу, и предоставляющий возможность выставления требований получения сертификатов, для упрощения их дальнейшей выдачи. Модуль должен быть доступен только администраторам системы.

При создании модуля использовались следующие технологии:

1. Python [2];
2. фреймворк Django;
3. JavaScript;
4. библиотека jQuery;
5. язык разметки HTML;
6. язык стилей CSS.

В результате было создано две страницы с таблицами. На первой странице находится таблица оценивания, где выставляются критерии получения сертификатов. На второй – находится таблица статистики.

В таблице оценивания три столбца: в первом указывается название задания, во втором выставляются минимальные баллы за задания (при этом значения в этом столбце по умолчанию будут равны тем, которые были указаны в системе), в третьем столбце выставляются крайние даты сдачи заданий (по умолчанию крайняя дата равна дате, когда задание было открыто, сдвинутой на две недели вперед). Также на странице есть кнопка, позволяющая загрузить файл со списком учащихся, в котором указаны баллы за каждое задание, а также информация о том, сдал ли учащийся все задания вовремя, и набрал ли минимальные баллы.

Основной проблемой при создании таблицы статистики (представленной на рисунке ниже) было получение информации, так как в явном виде информация о том, посещалась ли страница с заданием, и пытался ли учащийся его выполнить, не храниться. Для решения этой проблемы пришлось анализировать код некоторых приложений edx-platform, в результате

анализа были найдены необходимые связи между данными, благодаря которым стало возможно получать статистику о посещаемости заданий, попытках решения, а также стало возможно определять студентов, которые сдали курс успешно. Информация на странице обновляется при первом просмотре или при нажатии кнопки refresh.

Section	Total	Tried	Over zero	Over min	Max	Zero	Well graded
Lab 01	71	31	24	24	24	7	0
Lab 02	47	18	17	17	17	1	17
Lab 03	46	16	5	5	5	11	5
Lab 04	33	9	9	9	9	0	9
Lab 05	32	7	6	6	6	1	6
Lab 06	11	0	0	0	0	0	0
Lab 07	10	0	0	0	0	0	0
Lab 08	9	0	0	0	0	0	0
Lab 09	4	0	0	0	0	0	0
Lab 10	4	0	0	0	0	0	0
Lab 11	0	0	0	0	0	0	0
Lab Avg	71	34	26	0	0	8	0
Midterm 01	66	33	33	20	10	0	12
Midterm 02	10	0	0	0	0	0	0
Midterm 03	4	0	0	0	0	0	0
Midterm Avg	66	33	33	0	0	0	0
Total	72	38	35	0	0	3	0

Рисунок. Страница статистики

Таким образом, результатом проведенной работы стало приложение для системы ITMOcourses, которое позволяет администраторам системы просматривать статистику по курсам, а также упрощает контроль выдачи сертификатов для учащихся.

## Литература

1. edX. Open edX is the open-source code that powers [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/edx/>, своб.
2. Лутц М. Программирование на Python. – М.: Символ-Плюс, 2011. – Т. 1. – 4-е изд. – 992 с.



### Вережинская Екатерина Аркадьевна

Год рождения: 1992

Факультет оптико-информационных систем и технологий,  
кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа № 5312

Направление подготовки: 12.04.02 – Опотехника

e-mail: [katrinever@yandex.ru](mailto:katrinever@yandex.ru)

УДК 681.786

## ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕЕЗДАХ

Е.А. Вережинская

Научный руководитель – к.т.н., доцент А.А. Горбачев

В работе рассмотрен способ построения системы, предназначенной для предотвращения аварийных ситуаций на железнодорожных переездах. На основании проведенного анализа предложено использовать оптико-электронную систему, рассмотрена структурная схема системы, исследована

возможность расположения основных блоков системы на железнодорожных переездах, проведено уточнение параметров оптической части, а также фотоприемных компонентов системы.

**Ключевые слова:** оптико-электронная система предотвращения аварийных ситуаций, железнодорожные переезды, блок регистрации, детектирование объектов, устройства безопасности на железнодорожных переездах.

Столкновение железнодорожного подвижного состава (ЖДПС) с автотранспортными средствами (АТС) на железнодорожных переездах (ЖДП) является серьезным видом дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Согласно требованиям нормативных актов [1] ЖДП – это объекты повышенной опасности, ЖДПС на ЖДП имеет преимущество в движении перед всеми остальными видами транспорта. Вследствие этого, ЖДП должны быть оборудованы необходимыми техническими устройствами, обеспечивающими безопасность движения как АТС, так и ЖДПС и улучшающими условия их пропуска через ЖДП. Совершенствование технических устройств безопасности, установленных в границах ЖДП и на подходах к ним, позволит снизить риск возникновения ДТП на ЖДП. Разрабатываемая система должна обеспечивать контроль положения АТС при их прохождении через ЖДП.

В ходе проведения патентного поиска были рассмотрены современные аналоги системы. К аналогам системы относятся комплексные системы предотвращения ДТП на ЖДП, описанные в патентных заявках: JP 10-341427 [2], RU 2295470 [3], RU 2519169 [4] и др. В ходе анализа принципов действия систем исследованы технологии, лежащие в основе каждой системы, выявлены их основные технические и эксплуатационные недостатки.

Разрабатываемая система отличается тем, что детектирование объектов будет обеспечиваться не видеопроцессорной системой (применяется в большинстве рассмотренных аналогов), использующей алгоритмы распознавания объекта по видеоизображению, а системой, основанной на счете количества объектов, т.е. системой с упрощенными алгоритмами детектирования. Обнаружение объекта на переезде будет происходить как до, так и во время срабатывания тревожной сигнализации (в режиме реального времени). Преждевременное оповещение об аварийной ситуации предоставит возможность для работников железной дороги более оперативно отреагировать на произошедшую аварийную ситуацию. Информация об аварийной ситуации, для более эффективного ее предотвращения или устранения, должна передаваться дежурному по станции.

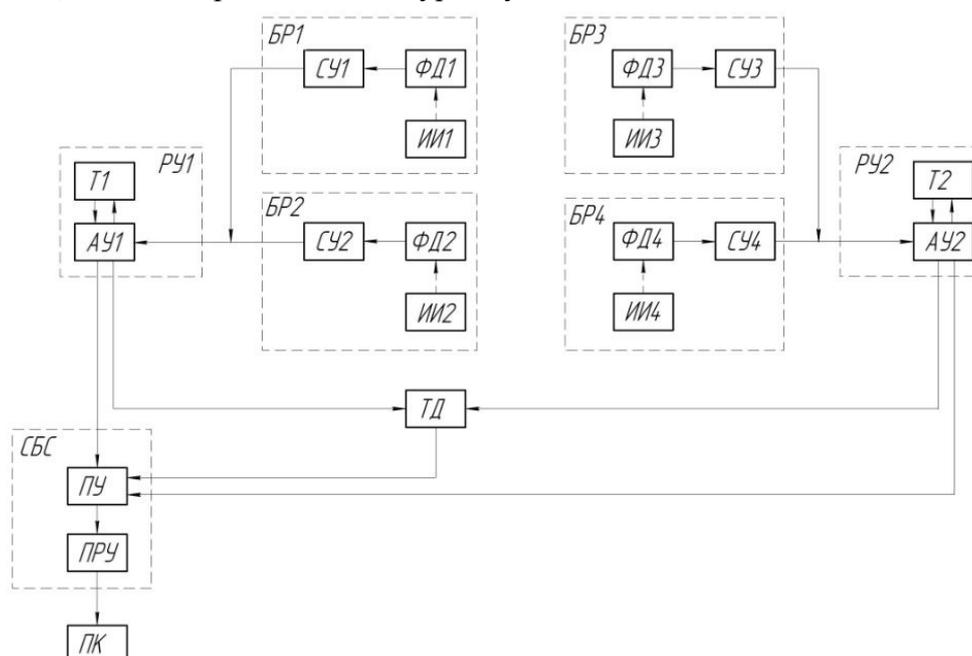


Рис. 1. Схема структурная разрабатываемой системы

Для выполнения условий предложено ввести в состав разрабатываемой оптоэлектронной системы, в общем случае, 4 блока регистрации (БР) (количество БР обусловлено шириной проезжей части на ЖДП), предназначенных для регистрации прохождения объекта через ЖДП. Принцип действия каждого блока соответствует принципу действия фотоэлектрических датчиков положения объектов. БР совместно с решающими устройствами (РУ), предназначенными для анализа информации с БР, устанавливаются на определенном расстоянии по обе стороны ЖДП. Блоки располагаются таким образом, чтобы АТС по направлению движения проходило два БР. Определенный набор сигналов с БР свидетельствует о том, что АТС находится в опасной зоне ЖДП. В этом случае система через некоторое время выдает команды тревоги и передачи информации о ситуации на ЖДП диспетчеру по станции. Передача информации диспетчеру по станции осуществляется с помощью системы беспроводной связи (СБС).

Разработанная структурная схема (рис. 1) поясняет существующие в системе функциональные связи.

Фотодетектор (ФД) формирует сигнал о нахождении объекта в зоне РУ посредством регистрации отраженного излучения от объекта, на который по оптическому каналу передается излучение источника излучения (ИИ). Сигналы с ФД1 о наличии объекта в зоне БР1 передаются по электрическому каналу на суммирующее устройство СУ1, где происходит

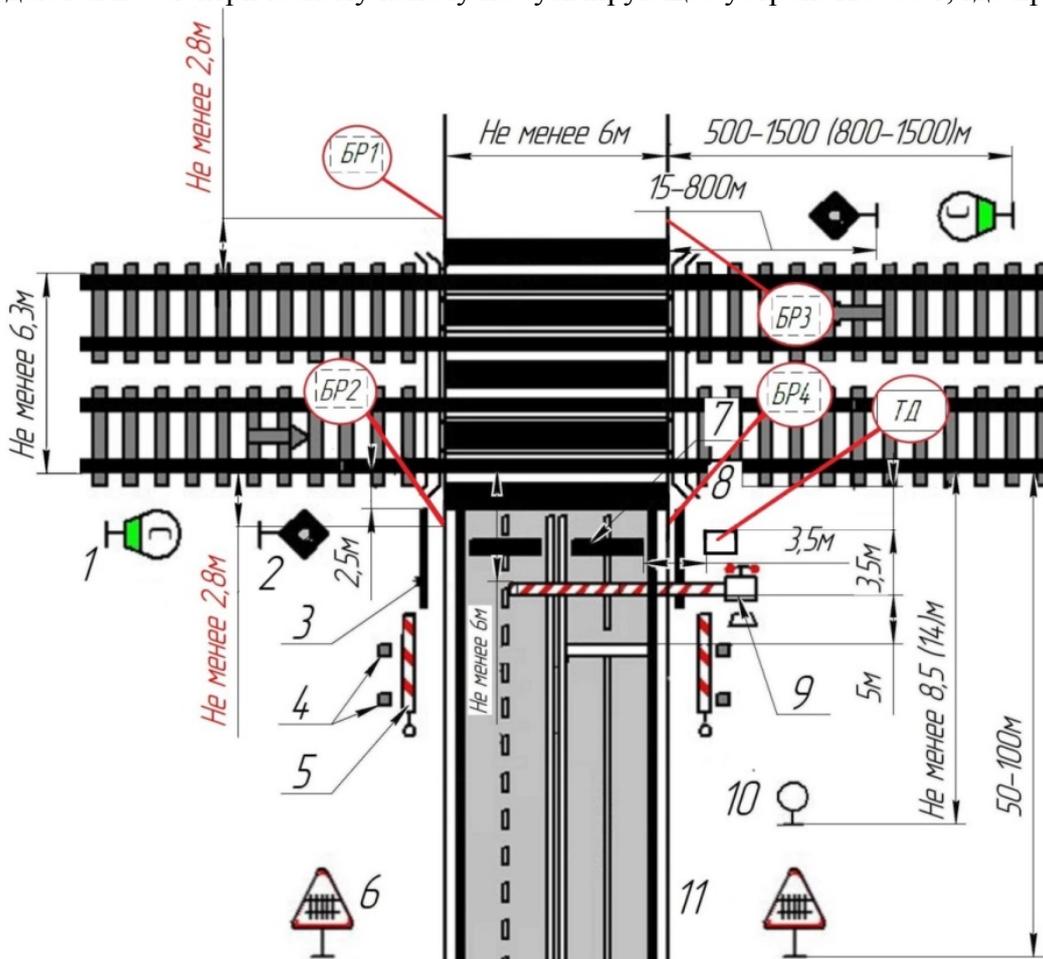


Рис. 2. ЖДП общего пользования с дежурным в населенных пунктах со шлагбаумами:

- 1 – сигнальный знак «С»;
- 2 – заградительный светофор;
- 3 – перила (ограда);
- 4 – направляющие столбики;
- 5 – запасные горизонтально-поворотные шлагбаумы;
- 6 – дорожный знак «Железнодорожный переезд со шлагбаумом»;
- 7 – устройство заграждения переезда;
- 8 – здание переездного поста;
- 9 – автоматический шлагбаум или электрошлагбаум со светофором;
- 10 – дорожный знак «ограничение высоты»;
- 11 – кромка проезжей части автомобильной дороги

подсчет количества полученных сигналов. Аналогичным образом передается сигнал для ФД2, ФД3 и ФД4. Полученная информация от СУ1 и СУ2 передается на анализирующее устройство АУ1, а от СУ3 и СУ4 – на АУ2, где происходит выполнение операций сравнения количества полученных сигналов от СУ1 с количеством сигналов с СУ2. После выполнения операции сравнения полученных данных АУ1 (АУ2) по управляющему каналу подает команду на включение таймера Т1 (Т2). Через некоторое время Т1 (Т2) останавливается и передает информацию АУ1 (АУ2). СУ1 (СУ2) производит подсчет и передачу данных АУ1 (АУ2) также и во время работы Т1 (Т2). Далее АУ1 (АУ2) обрабатывает полученную информацию и обрабатывает команды передачи информации о количестве сигналов от четырех БР по другим управляющим каналам в передающее устройство (ПУ). При выявлении потенциально опасной ситуации, которой соответствует определенная информация о количестве сигналов с СУ1 (СУ2) и их сравнении, АУ1 (АУ2) подает команды на включение телевизионного датчика (ТД) для передачи видеоизображения по радиоканалу через ПУ на приемное устройство (ПРУ). ПРУ установлено в помещении диспетчера по станции. Выход ПРУ соединен с персональным компьютером (ПК) автоматизированного рабочего места диспетчера, на дисплей которого выводится информация о количестве сигналов с АУ1 (АУ2) одновременно с видеоизображением от ТД.

Техническое оснащение устройствами ограждения и безопасности на ЖДП зависит от различных типов ЖДП [2]. В рамках исследования системы были предложены варианты размещения блоков системы для регулируемых и нерегулируемых типов ЖДП. В качестве примера приведем расположение блоков системы на регулируемом ЖДП (рис. 2).

Из рис. 2 видно, что регистрирующие блоки БР должны быть размещены в пределах кромки проезжей части 10, чтобы избежать перекрытия другими устройствами безопасности поля зрения каждого БР. Размеры до позиций 1–3, 8–11 указаны в соответствии с положениями нормативных актов [1, 5]. Основные размеры до основных блоков разрабатываемой системы рассчитаны и проанализированы исходя из наилучших вариантов функционирования системы.

На основе разработанной структурной схемы в ходе выполнения габаритно-энергетического расчета выбраны и получены параметры основных компонентов системы. Компоненты передающей оптической системы: инфракрасный излучающий диод (850 нм), коллиматорная линза. Компоненты приемной оптической системы: лавинный фотодиод, объектив DW3042,  $f'=3$  мм, 1:2, инфракрасный фильтр CWL 852 nm.

Следующим этапом разработки станет проведение практических исследований с выбранными оптическими компонентами системы, в том числе исследование влияния характеристик объекта на детектирование системы. Решение данных вопросов позволит создать макет опытного образца и сравнить теоретические исследования с экспериментальными данными.

## Литература

1. Инструкция по эксплуатации железнодорожных переездов МПС России: утв. МПС РФ от 29.06.98 № 288 ЦП-566. – М.: Транспорт, 1998. – 112 с.
2. Automatic alarm system / Abe Takayoshi, Fujita Hideto; пат. JP 10-341427; заявл. 05.06.97; опубл. 10.10.98.
3. Система для предотвращения аварий на железнодорожных путях / Косарев С.А., Харченко Г.А., Шептовецкий А.Ю.; пат. RU 2295470; заявл. 10.03.06; опубл. 20.03.07.
4. Система идентификации автотранспорта и оповещения водителя для предотвращения аварий на железнодорожном переезде / Калинин В.А., Ефимов В.В., Арбузников С.В., Скворцов А.Г., Дикарев В.И.; пат. RU 2519169; заявл. 09.01.13; опубл. 10.06.14.
5. Минтранс России // Правила эксплуатации железнодорожных переездов в Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.mintrans.ru/documents/detail.php?ELEMENT\\_ID=17454](http://www.mintrans.ru/documents/detail.php?ELEMENT_ID=17454), своб.

**Волкова Дарья Александровна**

Год рождения: 1992

Факультет оптико-информационных систем и технологий,  
кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа № 5312Направление подготовки: 12.04.02 – Оптико-электронные приборы  
и системы безопасности

e-mail: volkova.daria.alexandrovna@gmail.com

УДК 681.786

**ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ****Д.А. Волкова****Научный руководитель – к.т.н., доцент А.А. Горбачев**

В работе рассмотрен способ построения оптико-электронной системы распознавания дорожных знаков. На основании проведенного обзора были определены основные компоненты, рассмотрена структурная схема системы, проведено уточнение параметров оптической части, а также фотоприемных компонентов системы.

**Ключевые слова:** оптико-электронная система, распознавание дорожных знаков.

На сегодняшний день превышение скорости или несоответствие ее конкретной дорожной обстановке является одной из основных причин дорожно-транспортных происшествий, в результате которых ежегодно гибнут и получают травмы тысячи человек. При движении в незнакомой местности, в местах, где автомобили передвигаются на высокой скорости, в плотном городском потоке довольно часто дорожные знаки остаются без внимания водителей или непреднамеренно игнорируются, что является одной из причин нарушения скоростного режима. В связи с этим большое внимание уделяется автомобильным системам интеллектуальной обработки информации и принятия решений. Одной из последних является система распознавания дорожных знаков, которая предназначена для предупреждения водителя о необходимости соблюдения скоростного режима [1].

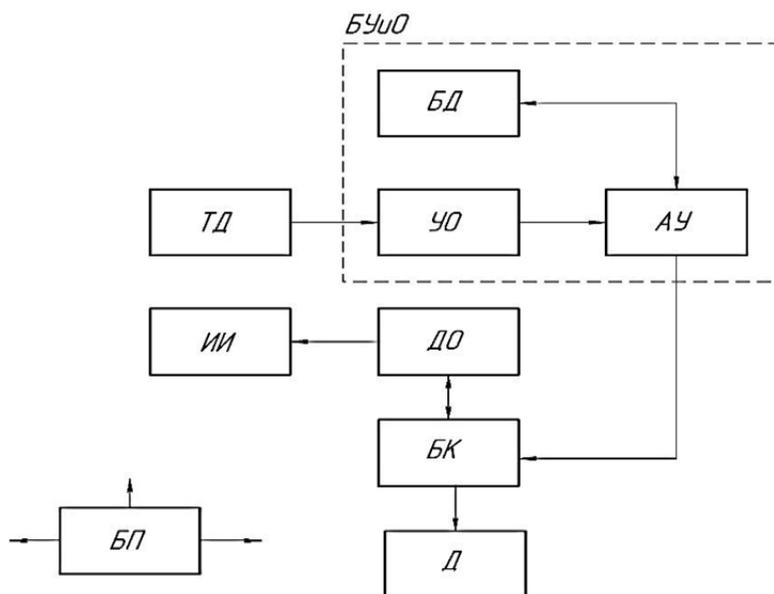


Рисунок. Структурная схема разрабатываемой оптико-электронной системы распознавания дорожных знаков

Проведенный аналитический обзор показал, что существующие оптико-электронные системы распознавания дорожных знаков имеют типовые конструкции, а главные их

различия заключаются в их аппаратной «начинке» и в дополнительном функционале, который она способна обеспечить [2], но аналоги, использующиеся на территории Российской Федерации, имеют низкую точность распознавания и небольшой набор распознаваемых знаков [3]. Также в результате аналитического обзора были выявлены следующие необходимые решения для разрабатываемой системы: система должна иметь широкий горизонтальный угол обзора, приемник излучения должен обладать высокой чувствительностью, высокой скоростью работы и низким энергопотреблением.

Был проведен предварительный выбор метода для этапа непосредственного распознавания дорожного знака. Предпочтительнее использовать метод распознавания изображений на основе нейронных сетей [4], так как в сравнении с другими он имеет ряд преимуществ: высокий процент распознавания объектов, низкий процент ложного распознавания. Среди недостатков можно выделить необходимость обучения сети под каждый тип задач, вычислительно большой этап обучения.

На основе аналитического обзора предложена структурная схема разрабатываемой оптико-электронной системы (рисунок).

Телевизионный датчик (ТД) снимает пространство перед автомобилем (справа и сверху по ходу движения) и передает изображение на устройство обработки (УО), где происходит обработка изображения. Далее изображение поступает на анализирующее устройство (АУ), где происходит сравнение полученного изображения с имеющейся базой данных (БД) эталонных изображений. При нахождении соответствия АУ отправляет полученные данные на бортовой компьютер (БК), который выводит их на дисплей. Также БК связан с датчиком освещенности (ДО), который предназначен для управления источником излучения (ИИ). Блок питания (БП) предназначен для питания имеющихся элементов.

Для разрабатываемой оптико-электронной системы распознавания дорожных знаков предлагается выбрать матричный приемник на основе КМОП [5], так как:

- обеспечивается параллельное считывание данных со всех пикселей, что повышает скорость работы, что, в свою очередь, играет немаловажную роль при динамической съемке;
- однокристалльное исполнение приводит к уменьшению общих размеров видеокамеры и снижению энергопотребления, что является актуальным для систем автомобиля.

На основе разработанной структурной схемы в ходе выполнения габаритного расчета [6] выбраны и получены следующие параметры основных компонентов: КМОП-матрица CMOSIS формата 2/3", объектив Kowa с фокусным расстоянием 16 мм, угловым полем зрения по горизонтали 30,5°.

Предложенная в работе оптико-электронная система позволяет существенно снизить информационную нагрузку на водителя. Использование подобранных основных компонентов системы с рассчитанными параметрами, указанными в работе, позволит увеличить точность распознавания знаков. Также на повышение точности распознавание знака окажет влияние выбранный метод для непосредственного распознавания дорожного знака.

### Литература

1. Суслинников А. Система распознавания дорожных знаков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.systemsauto.ru](http://www.systemsauto.ru), своб.
2. Система распознавания дорожных знаков: как она работает? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.slav-auto.ru](http://www.slav-auto.ru), своб.
3. Милешкин К., Сачков М. Проверяем системы распознавания знаков в деле [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.zr.ru](http://www.zr.ru), своб.
4. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
5. Суслинников А. Автомобильная видеокамера [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.systemsauto.ru](http://www.systemsauto.ru), своб.
6. Грязин Г.Н. Основы и системы прикладного телевидения: сборник домашних заданий. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2008. – 64 с.

**Воробьев Владимир Сергеевич**

Год рождения: 1991

Факультет компьютерных технологий и управления, кафедра систем управления и информатики, группа № 6147

Направление подготовки: 220100 – Интеллектуальные системы

управления техническими процессами

e-mail: vladimir.s.vorobev@gmail.com

**Томашевич Станислав Игоревич**

Год рождения: 1992

Факультет компьютерных технологий и управления, кафедра систем управления и информатики, группа № 6148

Направление подготовки: 220400 – Цифровое управление в современной технике

e-mail: tomashevich.stanislav@gmail.com

УДК 681.5.015

**ПОИСКОВОЕ ПОВЕДЕНИЕ АГЕНТА НА ОСНОВЕ ЛОГИСТИЧЕСКОГО  
ОТОБРАЖЕНИЯ****В.С. Воробьев, С.И. Томашевич****Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Б. Бушуев**

В работе описывается алгоритм поискового поведения агента, заданного логистическими отображениями, причем поисковое поведение рассматривается как циклический самовоспроизводящийся процесс. Целью поиска являлось нахождение области экстремума некоторой функции. Работа содержит математическое описание агента, а также результаты и анализ моделирования поискового поведения.

**Ключевые слова:** случайный поиск, логистическое отображение, поисковый агент.

Эвристика – наука о поиске. Понимание мышления в эвристики – как поиска в пространстве решений – вписывается в лабиринтную гипотезу мышления, развиваемую психологами [1]. С биологической точки зрения поисковое поведение – один из видов деятельности нервной системы.

Нервную систему обычно рассматривают как устройство обработки сигналов внешней среды и выработки адаптивного поведения, но в современных исследованиях по биологии развивается и другой подход [2]. Данный подход определяет активность нервной системы как некоторый рекурсивный, направленный на воспроизведение самого себя процесс. При этом адаптивное поведение является лишь следствием деятельности нервной системы. Поиск также представляет собой спонтанное самоупорядоченное, самовоспроизводимое действие. У простых биологических систем жизнедеятельность клеток обеспечивается связанными между собой химическими циклами. Прямолинейное движение бактерии *Escherichia coli* обусловлено минимумом концентрации некоторого вещества в клетке. Стремление к максимуму этого вещества приводит к прерыванию пробега и вращению на месте, т.е. выбору направления. Связь концентрации вещества с другими циклами вызывает адаптивное поведение, как сопутствующий эффект самовоспроизводящегося внутреннего процесса.

Рассматривается модель поисковой системы [3], осуществляющей поиск объекта, определяемого некоторой функцией  $S(x, y)$ . Поисковая модель состоит из двух логистических отображений, вырабатывающих тенденции к поворотам:

$$\begin{cases} R(i+1) = \lambda^R(i) \cdot R(i) \cdot [1 - R(i)] \\ L(i+1) = \lambda^L(i) \cdot L(i) \cdot [1 - L(i)]. \end{cases} \quad (1)$$

В формуле (1) вводятся ограничения на тенденции: от 0 до 1. С физической точки зрения это означает, что агент за один шаг не может повернуться на большие углы и исключает повороты вокруг своей оси. В системе (1):

$$\begin{cases} \lambda^R(i) = \mu + \sigma \xi^R(i) - L(i) + K \cdot \delta S(i) \\ \lambda^L(i) = \mu + \sigma \xi^L(i) - R(i) + K \cdot \delta S(i), \end{cases} \quad (2)$$

где  $\mu$  – константа;  $\xi^R(i)$  и  $\xi^L(i)$  – белый шум, отвечающий за ненаправленный поиск;  $\sigma$  – амплитуда шума;  $K$  – коэффициент влияния  $\delta S(i)$ ,  $\delta S(i)$  – относительное приращение функции запаха:

$$\delta S(i) = \frac{S(i) - S(i-1)}{S(i)}. \quad (3)$$

Выходом модели является угол поворота относительно текущего направления движения, определяемый разностью тенденций:

$$T(i) = R(i) - L(i). \quad (4)$$

При этом в системе координат направление агента имеет угол  $Q$ :

$$Q(i+1) = Q(i) + T(i). \quad (5)$$

Поисковый агент, передвигающийся в области функции запаха, является дискретной системой и осуществляет перемещение на условный шаг  $\psi$  после каждого определения разности тенденций. Система определения тенденций к поворотам является управлением по отношению к системе локомоции поискового агента:

$$\begin{cases} x(i+1) = x(i) + \psi \sin[Q(i)] \\ y(i+1) = y(i) + \psi \cos[Q(i)]. \end{cases} \quad (6)$$

В качестве функции запаха использовалась функция  $S = \exp(-x^2 - y^2)$ . Наибольшее значение  $S$  достигается в нуле, т.е. агент должен двигаться в направлении точки  $(0, 0)$ . Начальные значения  $R_0$  и  $L_0$  определяют начальную ориентацию агента, которая влияет на траекторию. На рисунке кривая  $C_1$  соответствует ситуации  $R_0 = 0,1$  и  $L_0 = 0,9$ , результирующая тенденция изначально направлена в сторону максимума функции запаха, поэтому агент, почти не меняя направления, движется к цели.

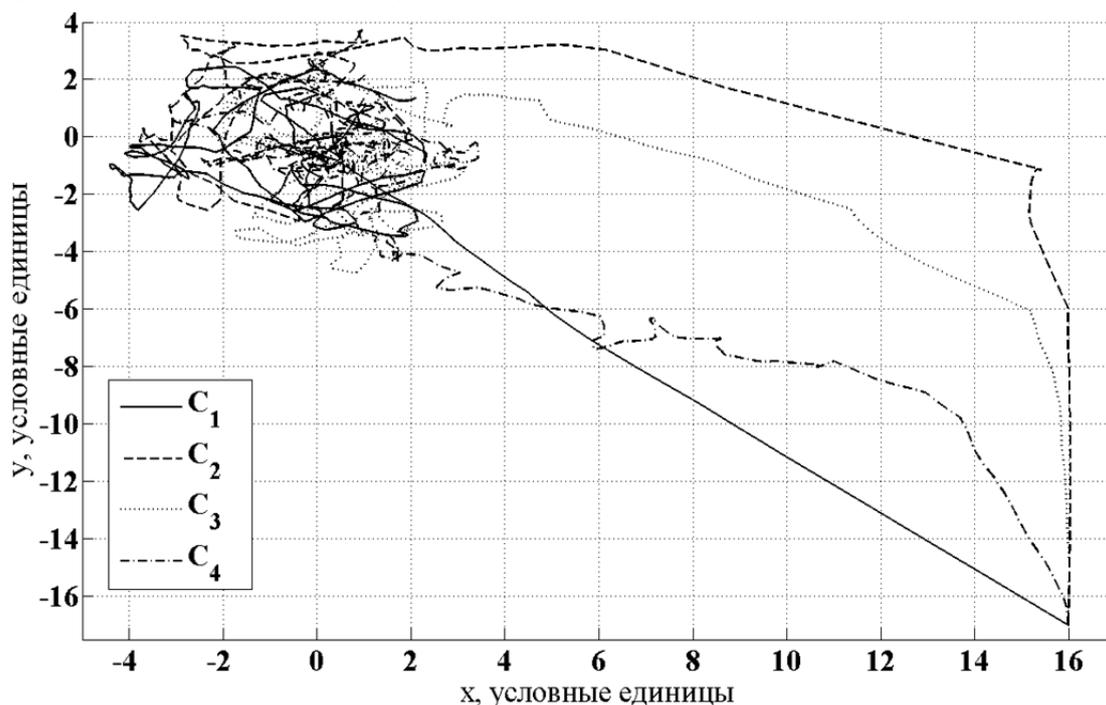


Рисунок. Кривые  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  и  $C_4$  движения поискового агента

Кривая С2 описывает движение поискового агента с начальными тенденциями  $R0 = 0,5$ ,  $L = 0,5$ , т.е. его изначальная результирующая тенденция направлена в сторону от цели, поэтому ему требуется некоторое время, чтобы найти нужное направление. Шум заставляет агента вращаться даже тогда, когда внешние раздражители сводятся к нулю, чтобы агент мог найти «запах» при его отсутствии и начать двигаться к нему. На рисунке кривая С3 описывает точно такую же ситуацию, как и в случае с кривой С2, однако агент имеет шум  $\xi^R(i)$  и  $\xi^L(i)$ , увеличенный в два раза. Это служит причиной учащенного вращения и более быстрого нахождения направления максимума. Кривая С4 показывает случай, когда шум увеличен в 10 раз больше исходного. Как можно видеть, движение агента становится менее равномерным, зато направление максимума функции запаха находится им существенно раньше.

В работе рассматривается поисковое поведение с технической и биологической точки зрения. В качестве примера приведена модель поисковой системы на основе логистических отображений с добавлением коэффициента влияния функции запаха. Моделирование системы производилось с проверкой влияния параметров, которые участвуют в формировании определения движений и тенденций. Ключевым параметром движения по результатам был выбран шум, так как величина используемого шума напрямую формирует поведение агента.

### Литература

1. Потапов А.С. Технологии искусственного интеллекта.– СПб.: СПбГУ ИТМО, 2010. – 218 с.
2. Непомнящих В.А. Как животные решают плохо формализуемые задачи поиска // Синергетика и психология: тексты. – Вып. 3.: Когнитивные процессы. – М.: Когито-Центр, 2004. – С. 197–209.
3. Непомнящих В.А., Подгорный К.А. Порождение правил поискового поведения динамической системой // IV-я Всероссийская научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2002». Сб. научных трудов. – 2012. – Ч. 1. – С. 110–116.



**Гавриленков Антон Александрович**

Год рождения: 1987

Факультет инфокоммуникационных технологий, кафедра программных систем, группа № 6957

Направление подготовки: 210700 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи

e-mail:antongavrilenko@gmail.com

УДК 004.428.4

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ SAAS-СИСТЕМЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ ОБУЧАЮЩИХ КУРСОВ

**А.А. Гавриленков**

**Научные руководители:**

**к.т.н., доцент Т.В. Зудилова; С.В. Одиночкина**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 914699 «Обеспечение информационной защиты данных в корпоративном учебном облаке».

В работе рассмотрены основные моменты проектирования систем для создания интерактивных курсов. Представлены исследования, которые позволят на основе полученных результатов разработать систему для создания интерактивных курсов.

**Ключевые слова:** SAAS, онлайн-обучение, создание интерактивных курсов.

SAAS-системы [1] приспособлены для удаленного доступа пользователей. Одним приложением пользуются несколько пользователей, модернизация и обновление происходит оперативно и прозрачно для пользователей, доступ к инструментарию проходит без установки на компьютер программного обеспечения.

Для построения SAAS-сервиса будет использоваться стек следующих технологий:

- Front-end: HTML, CSS, Javascript (jQuery);
- Backend: PHP (Phalcon Framework), MYSQL, NGINX, PHP-FPM.

Приложение работает в облаке. Доступ к нему происходит через Интернет-браузер (рис. 1).



Рис. 1. Иерархия классов системы

Создание интерактивного обучающего курса сводится к тому, что преподаватель заходит в личный кабинет и создает обучающий курс (рис. 2).

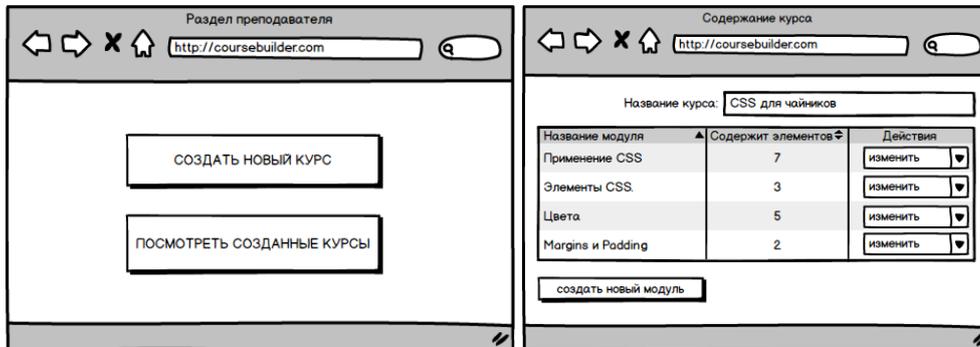


Рис. 2. Интерфейс создания нового обучающего курса

Далее в обучающий курс добавляются обучающие модули, они являются контейнерами для интерактивных элементов и логически разбивают обучающий курс на модули (рис. 3, а).

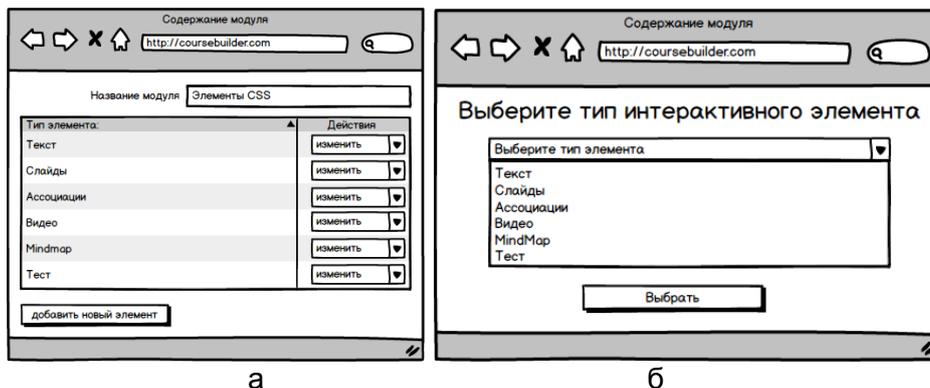


Рис. 3. Интерфейсы: создания нового модуля (а); выбора типа интерактивного элемента (б)

После создания модуля, автор добавляет в него различные типы интерактивных элементов. Сначала выбирает тип интерактивного элемента (рис. 3, б), затем, в зависимости от выбранного типа, заполняет необходимые поля и сохраняет элемент.

Типы интерактивных элементов.

- Текст. Позволяет вставлять в модуль текстовую информацию, картинки и html-элементы. Для ввода и форматирования текста используется wysiwyg-редактор.
- Слайды. На основе нескольких изображений видеотекста создается интерактивное слайд-шоу.
- Ассоциации. Специальный интерфейс позволяет автору курса создать с помощью текста или изображений последовательность ассоциаций. Студенту необходимо расставить элементы в правильном порядке (рис. 4).

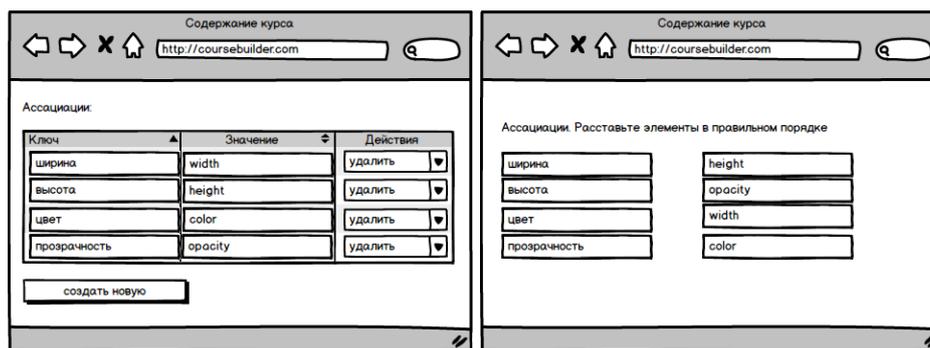


Рис. 4. Интерфейс создания и просмотра интерактивного элемента «Ассоциации»

- Видео. Дает возможность добавлять обучающее видео в модуль.
- MindMap. Специальный интерфейс позволяет автору курса создать с помощью текста или изображений MindMap [2]. Студенту при прохождении испытания нужно из отдельных MindMap повторить то, что было составлено преподавателем.
- Тест. Интерфейс, позволяющий добавлять в модуль курса интерактивный элемент в виде теста (рис. 5).

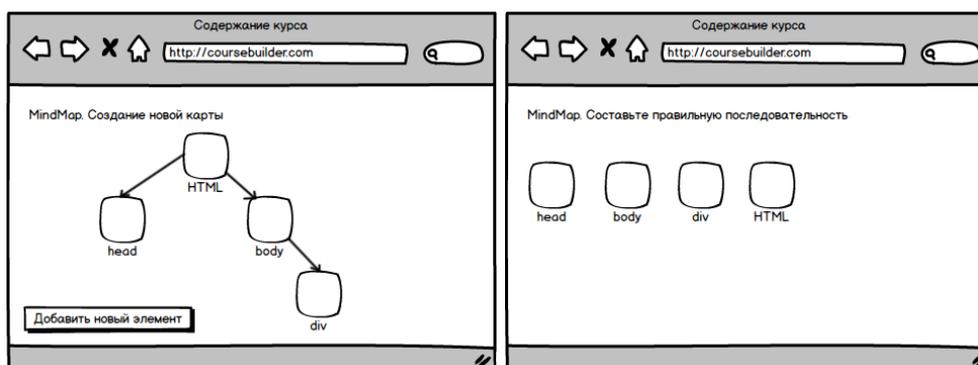


Рис. 5. Интерфейс создания и просмотра интерактивного элемента «MindMap»

В результате проделанной работы выбран стек технологий, спроектированы иерархии классов и пользовательский интерфейс основных элементов SAAS-сервиса по созданию обучающих интерактивных курсов. На основе данной работы планируется проектирование структуры базы данных, классов и методов всех элементов приложения.

### Литература

1. Architecting the Cloud: Design Decisions for Cloud Computing Service Models (SaaS, PaaS, and IaaS). – Wiley, 2014. – 199 p.
2. Wikipedia. Онлайн-энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/>, своб.



**Гарайс Вера Леонидовна**

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии молока и пищевых биотехнологий, группа № и5314

Специальность: 240902 – Пищевая биотехнология

e-mail: garais-0807@mail.ru



**Савченко Галина Анатольевна**

Год рождения: 1992

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии молока и пищевых биотехнологий, группа № и5314

Специальность: 240902 – Пищевая биотехнология

e-mail: gal4onka@bk.ru

УДК 637.146.1

## ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ АНАЛОГА АЛТАЙСКОГО КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА ЧЕГЕН

**В.Л. Гарайс, Г.А. Савченко**

**Научный руководитель – д.т.н., профессор Т.П. Арсеньева**

В работе отражены исследования видового и количественного состава заквасочной микрофлоры алтайского кисломолочного напитка чеген, органолептических и микробиологических показателей в сравнении с подобранными комбинациями чистых заквасочных культур для аналога чегеня.

**Ключевые слова:** чеген, аналог, алтайский кисломолочный продукт, смешанное брожение, традиционный.

В последние годы особый интерес вызывают традиционные напитки, которые чаще всего являются продуктами смешанного брожения. Разнообразие микрофлоры, специфические вкусовые характеристики, а также подтвержденные вековым опытом и современными исследованиями лечебно-диетические свойства делают эти продукты объектом множества исследований [1].

Большим спросом у населения Алтай-Саянского горного региона пользуются молочные продукты, выработанные из коровьего молока, которые обладают не только диетическими, но и лечебно-профилактическими свойствами. Чеген в числе других (кумыс, курунга) национальных молочных продуктов коренных народов Сибири рекомендован в 1952 году Советом главного курортного управления Минздрава РСФСР как ценное лечебно-профилактическое средство при закрытых и открытых формах туберкулеза, расстройствах секреторно-моторной функции, заболеваниях пищеварительного тракта и в период выздоровления [2].

Особенность большинства традиционных кисломолочных напитков – вековой симбиоз молочнокислых бактерий и дрожжей, определяющий специфические органолептические и функциональные свойства. Разнообразие микробного состава национальных продуктов, с одной стороны, усложняет адаптацию технологий в промышленных условиях, с другой – дает возможность моделировать новые [3].

**Целью работы** явилось исследование видового и количественного состава заквасочной микрофлоры алтайского национального кисломолочного напитка чеген, подбор комбинаций чистых заквасочных культур для аналога чегеня.

Известно, что культуры молочнокислых бактерий и дрожжей продуцируют антибиотические вещества. Выделены в чистом виде антибиотические вещества молочнокислых бактерий – диплококцин, низин, лактолин и в виде концентрата – антибиотик дрожжей.

Полученные антибиотические вещества отличаются между собой по химической структуре и антибактериальному спектру действия. Так, например, антибиотическое вещество дрожжей, сбраживающих лактозу, оказывает бактерицидное или бактериостатическое действие на стафилококков, возбудителей кишечных заболеваний (дизентерии) и туберкулезную палочку [4].

Алтайский национальный кисломолочный напиток – чеген, изучен недостаточно и до сих пор готовится примитивно в домашних условиях из сырого коровьего молока на естественной закваске, которую пересадочным путем передают из рук в руки.

Для промышленного производства аналога чегеня необходимым элементом процесса приготовления является использование специально подобранных заквасок. Причем, подбор этих заквасок и уход за ними составляет центральный пункт всего производства [2].

В связи с этим детальное изучение состава заквасочной микрофлоры и микробиологических процессов при созревании естественного чегеня представляет определенный теоретический и практический интерес. Только с познанием основных биологических особенностей микроорганизмов чегеня возможен научно-обоснованный подход к разработке технологии его приготовления на чистых культурах в промышленных условиях.

Промышленное производство чегеня на подобранных чистых культурах отвечает важной задаче повышения качества и ассортимента молочных продуктов и будет способствовать целям профилактики и охраны здоровья населения [2].

Видовой и количественный состав микрофлоры чегеня определяли в научно-исследовательской лаборатории Кемеровского технологического института пищевой промышленности, данные представлены в табл. 1.

Таблица 1. Видовой и количественный состав микрофлоры чегеня

№	Наименование микроорганизма	Количество
1	дрожжи	$44 \cdot 10^2$ КОЕ/г
2	бактерии р. <i>Lactobacillus</i>	$27 \cdot 10^5$ КОЕ/г
3	бактерии р. <i>Streptococcus cremoris</i>	$60 \cdot 10^2$ КОЕ/г
4	бактерии р. <i>Streptococcus lactis</i>	$75 \cdot 10^2$ КОЕ/г
5	бактерии р. <i>Streptococcus thermophilus</i>	$45 \cdot 10^3$ КОЕ/г
6	бактерии р. <i>Leuconostoc</i>	$13 \cdot 10^2$ КОЕ/г

Исследование, включающее подбор комбинаций чистых заквасочных культур для аналога чегеня с проведением специальной серии опытов, осуществлялось на кафедре ТМ и ПБТ Университета ИТМО.

На подготовительном этапе использовали молоко одной партии с массовой долей жира 2,5%, кислотностью 18°Т, пастеризовали при температуре 92°С с выдержкой 5 мин. Молоко охлаждали до (26±2)°С и вносили различные комбинации чистых заквасочных культур для получения кисломолочного напитка смешанного брожения, аналогичного чегеню. Продолжительность сквашивания 10–12 ч. В качестве контроля использовали заквасочную микрофлору, взятую из разных хозяйств Онгудайского района Республики Алтай, приготовленную традиционным методом в домашних условиях.

При разработке аналога чегеня было приготовлено 4 образца с различными комбинациями заквасочных культур.

Образец № 1: Вносили дрожжи (2%), ацидофильную закваску (1%) и кефирную закваску (2%).

Образец № 2: Вносили дрожжи (2%), закваску для сметаны в количестве 3%.

Образец № 3: Вносили дрожжи (2%), *L. cremoris* (1%), болгарскую палочку вязкую (1%), *L. lactis*, *L. diacetylactis*, термофильные стрептококки (1%).

Образец № 4: Вносили дрожжи (2%), *L. cremoris* (1%), *Lactobacillus casei* (2%).

Показатели качества опытных и контрольного образцов определили согласно общепринятым методикам для кисломолочных продуктов. Экспериментальные данные органолептического исследования представлены в табл. 2.

Таблица 2. Органолептические показатели заквасочной микрофлоры чегеня и аналога

Показатели	Аналог чегеня				Чеген
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	
Вкус и запах	Чистый кисломолочный, немного щиплющий, со слабо выраженным спиртовым запахом	Чистый кисломолочный, не достаточно выраженный	Выраженный кисломолочный, освежающий, щиплющий, со спиртовым запахом	Чистый кисломолочный, не достаточно выраженный	выраженный кисломолочный, освежающий, щиплющий, со спиртовым запахом
Консистенция	однородная в меру густая, с отдельными глазками	однородная в меру густая, с отдельными глазками	Газированная пенящаяся с мелкими частицами белка	однородная в меру густая, с отдельными глазками	Газированная пенящаяся с мелкими частицами белка
Цвет	молочно-белый	молочно-белый	молочно-белый	молочно-белый	молочно-белый
Кислотность	110°Т	100°Т	115°Т	105°Т	117°Т

Как видно из табл. 2, по органолептическим показателем наиболее близким к контролю является образец № 3.

Из исследуемых образцов были приготовлены микроскопические препараты, в которых оценивалось наличие микроорганизмов.

Контроль: обнаружено большое количество кокков, расположенных попарно и в цепочки, обнаружены дрожжи и неспорообразующие короткие и длинные палочки.

Образец 1: обнаружены дрожжи, короткие и длинные неспорообразующие палочки, кокки, имеющие овальную форму, располагающиеся попарно и в цепочках.

Образец 2: обнаружено небольшое количество дрожжей, кокки, располагающиеся попарно и в цепочках.

Образец 3: обнаружено большое количество кокков, расположенных попарно и в цепочки, обнаружены дрожжи и неспорообразующие короткие и длинные палочки.

Образец 4: обнаружены цепочки кокков, небольшое количество дрожжей и длинных палочек.

По видовому составу наиболее близким к контрольному образцу является также образец № 3.

В дальнейших исследованиях необходимо продолжить исследования по подбору заквасочной микрофлоры для аналога чегеня, и, с рекомендуемой закваской, выработать продукт, в котором определить показатели качества и установить сроки годности.

### Литература

1. Щетинин М.П., Ходырева З.Р., Томас А.В. Кисломолочные напитки смешанного брожения // Молочная промышленность. – 2013. – № 2. – С. 70–72.
2. Букачакова Л.Ч., Арсеньева Т.П. Алтайский кисломолочный напиток чеген // Молочная промышленность. – 2014. – № 3. – С. 68–69.
3. Куликова И.К., Евдокимов И.А., Гашева М.А. Кисломолочный напиток смешанного брожения // Молочная промышленность. – 2010. – № 7. – С. 53–54.

4. Арсеньева Т.П., Иванова Г.В. Пробиотический кисломолочный напиток // Молочная промышленность. – 2000. – № 9. – С. 8–9.



**Гаршин Алексей Сергеевич**

Год рождения: 1989

Факультет оптико-информационных систем и технологий,  
кафедра прикладной и компьютерной оптики, аспирант

Специальность: 05.11.07 – Оптические и оптико-электронные приборы  
и комплексы

e-mail: alitmo@yandex.ru

УДК 535.317.6

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОБЪЕКТИВОВ, РАБОТАЮЩИХ В ДВУХ СПЕКТРАЛЬНЫХ  
ДИАПАЗОНАХ**

**А.С. Гаршин**

**Научный руководитель – к.т.н., доцент Г.И. Цуканова**

В работе рассмотрены проблемы расчета объективов, работающих в двух спектральных диапазонах. Проведен анализ материалов, прозрачных в областях спектра 3–5 мкм и 8–12 мкм. Разработана методика расчета двухспектральных объективов и получены комбинации материалов, а также проведен анализ сложности их применения. Рассчитаны варианты объективов различной композиции и сформулированы рекомендации по выбору оптимальных решений.

**Ключевые слова:** инфракрасный диапазон, двухспектральные системы, оптические материалы.

Многоспектральные оптические системы и двухспектральные системы, в частности, представляют собой широкий класс систем, применяемых в большом количестве отраслей. Основной сферой применения двухспектральных оптических систем, несомненно является военное дело (системы слежения, обнаружения и распознавания целей). Также двухспектральные оптические системы находят применение в медицине, при диагностике различных заболеваний, в разнообразных видах контроля, охранных системах и т.д. [1].

При этом двухспектральные системы могут иметь разные схемы построения – в двух диапазонах может работать либо вся система, либо ее отдельные части. Основной сложностью при проектировании двухспектральных оптических систем является необходимость устранения хроматизма положения сразу в двух диапазонах длин волн.

**Целью работы** являлась разработка метода расчета ахроматических объективов, работающих в двух спектральных диапазонах, поиск сочетаний материалов в диапазонах 3–5 мкм и 8–12 мкм и их анализ.

Первым шагом работы является выбор материалов и уточнение их характеристик [2, 3], результаты которых были сведены в табл. 1.

Таблица 1. Материалы, прозрачные в диапазонах 3–5 мкм и 8–12 мкм

Материал	$n_{\text{средн}}$	$v_{11}$	$v_{12}$	$v_{11}/v_{12}$
Ge	4,00	103,58	968,00	0,107
ZnSe	2,42	192,42	58,04	3,315
ZnS	2,22	113,02	22,94	4,926
KPC5	2,37	232,80	164,90	1,411
GaAs	3,29	146,33	106,18	1,378
ИКС25	2,77	180,02	150,97	1,192

Материал	$n_{\text{средн}}$	$v_{11}$	$v_{12}$	$v_{11}/v_{12}$
ИКС28	2,69	175,26	105,27	1,664
ИКС29	2,60	189,54	121,67	1,557
ИКС32	2,98	134,98	111,88	1,206
ИКС34	2,60	198,28	130,04	1,524
IRG26	2,78	169,42	159,96	1,059

Следующий шаг – это составление системы уравнений для габаритного расчета. Сюда входят уравнение масштаба и два уравнения ахроматизации в двух рабочих спектральных диапазонах [4].

$$\Phi_1 + \Phi_2 + \dots + \Phi_n = 1, \quad (1)$$

$$\frac{\Phi_1}{v_{11}} + \frac{\Phi_2}{v_{21}} + \dots + \frac{\Phi_n}{v_{n1}} = 0, \quad (2)$$

$$\frac{\Phi_1}{v_{12}} + \frac{\Phi_2}{v_{22}} + \dots + \frac{\Phi_n}{v_{n2}} = 0. \quad (3)$$

Решение такой системы возможно с использованием всего двух материалов, но при определенных условиях. Два материала должны иметь заметную разницу чисел Аббе, и у обоих числа Аббе должны быть практически равными в двух диапазонах. Такое решение может быть получено лишь в очень близких и узких спектральных диапазонах, поскольку числа Аббе у большинства материалов изменяются достаточно сильно.

Второй вариант – числа Аббе двух материалов не только имеют необходимую разницу, но и пропорционально изменяются при переходе к другому диапазону. Возможные решения приведены в табл. 2.

Таблица 2. Двухспектральные ахроматические сочетания из двух материалов

№	Материал		$v_{11}/v_{12}$		$\Phi_1$	$\Phi_2$	$C_{1(3-5)}$	$C_{1(8-12)}$	$dC_1$
1	KPC5	GaAs	1,41	1,37	2,766	-1,766	$-1,872 \cdot 10^{-4}$	$1,417 \cdot 10^{-4}$	-1,321
2	KPC5	ИКС32	1,41	1,20	2,716	-1,716	$-1,046 \cdot 10^{-3}$	$1,133 \cdot 10^{-3}$	-0,923
3	KPC5	ZnSe	1,41	3,31	1,570	-0,570	$3,782 \cdot 10^{-3}$	$-2,999 \cdot 10^{-4}$	-12,610
4	ZnSe	ZnS	3,31	4,92	1,668	-0,668	$2,758 \cdot 10^{-3}$	$-3,806 \cdot 10^{-4}$	-7,246

Здесь стоит отметить, что поскольку в системе больше уравнений чем неизвестных, а отношения чисел Аббе равны лишь приблизительно, мы получаем не точное решение, т.е. коэффициенты хроматизма положения не равны нулю, но их отношение ( $dC_1$ ) близко к единице (№ 1 и № 2). В табл. 2 также приведены комбинации с непропорциональным изменением чисел Аббе (№ 3 и № 4), как следствие, имеющие большую разницу величин коэффициентов хроматизма.

Расчет для трех компонентов аналогичен расчету объектива из двух линз, за исключением того, что в этом случае мы получаем строгое решение, т.е. на этапе габаритного расчета оба хроматизма равны нулю. Соответственно, сам расчет состоит из решения системы уравнений (1)–(3). Поскольку для полученного решения значение коэффициента кривизны изображения  $S_4$  определяется однозначно, его можно использовать для оценки решений.

Для обеспечения высокого разрешения инфракрасные объективы должны иметь высокую светосилу. Полученные решения зачастую содержали компоненты, силы которых значительно превосходили силу всей системы. Исходя из этого, были отобраны решения, удовлетворяющие двум требованиям: максимальная относительная сила отдельного компонента не должна превышать 4 (по модулю), при этом силы остальных компонентов не

должны быть больше 2 (также по модулю). С такими ограничениями мы можем разбить наиболее сильный компонент на два, а остальные могут оставаться однолинзовыми даже при высоких значениях относительного отверстия системы. Решения, удовлетворяющие данным требованиям, представлены в табл. 3.

Таблица 3. Комбинации материалов для диапазонов 3–5 мкм и 8–12 мкм

№	Материал			$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$S_4$
1	ZnSe	ZnS	IRG26	3,442	-1,179	-1,263	0,437
2	ZnSe	ZnS	ИКС32	2,753	-0,917	-0,837	0,444
3	Ge	ZnSe	ZnS	-0,419	2,331	-0,911	0,448
4	Ge	ZnS	ИКС25	-1,080	-0,342	2,422	0,450
5	Ge	ZnS	ИКС28	-1,021	-0,532	2,554	0,454
6	Ge	ZnS	IRG26	-1,299	-0,349	2,648	0,471
7	Ge	ZnS	ИКС29	-0,871	-0,409	2,280	0,475
8	ZnSe	ZnS	GaAs	2,994	-0,960	-1,034	0,490
9	KRS5	ИКС32	IRG26	1,597	-2,216	1,619	0,513
10	Ge	ZnS	KRS5	-0,596	-0,242	1,838	0,518
11	ZnS	KRS5	ИКС32	-0,063	2,351	-1,288	0,531
12	Ge	KRS5	ИКС32	0,210	2,532	-1,742	0,536
13	ZnSe	KRS5	ИКС32	-0,203	2,524	-1,321	0,538
14	Ge	ZnSe	KRS5	-0,660	-0,841	2,501	0,543
15	KRS5	ИКС28	ИКС32	2,918	-0,984	-0,934	0,552
16	ZnS	KRS5	GaAs	-0,012	2,682	-1,670	0,619
17	ZnSe	KRS5	GaAs	-0,039	2,717	-1,678	0,620
18	Ge	KRS5	GaAs	0,032	2,728	-1,760	0,624

Варианты решений отсортированы по величине коэффициента кривизны. При выборе комбинации для самостоятельной системы, естественно, стоит обратить внимание на комбинации с наименьшим значением коэффициента. Однако, если рассчитываемый объектив является частью сложной системы, правильный выбор комбинации позволит скомпенсировать кривизной изображения объектива кривизну остальной системы.

На выбор комбинации также влияют технологические свойства материалов. Например, материал КРС-5 (соединение бромистого и йодистого таллия) крайне токсичен при обработке, что ограничивает использование комбинаций, содержащих КРС-5. Стекла марок ИКС также токсичны, но гораздо в меньшей степени, чем КРС-5. Комбинации, содержащие данные материалы, могут быть отнесены к технологичным, но с некоторыми оговорками. Другим важным критерием является доступность материала и освоенность в производстве. Например, производство стекол ИКС на данный момент остановлено. Стекло IRG26 (близкий аналог ИКС25) производится, но только за рубежом.

Наиболее перспективной видится комбинация № 3, поскольку все материалы широкоизготавливаются в нашей стране и за рубежом, а также хорошо освоены в производстве. В связи с этим именно для этой комбинации были рассчитаны все возможные варианты композиции схемы. В данном случае, элемент из селенида цинка следует разбить на два из-за его большой относительной оптической силы. Исходными данными для расчета являются: диаметр входного зрачка 50 мм, относительное отверстие 1:2, угловое поле 1°. На рисунке показаны варианты композиции объектива со значениями волновых aberrаций. Качество изображения рассчитанных объективов оценивалось по критерию Рэля ( $0,25\lambda$ ). Как видно из рисунка, варианты № 3, 6, 11 и 12 не удовлетворяют данному критерию, остальные же варианты имеют практически одинаковое качество изображения. Исходя из этого, финальным шагом будет оценка технологичности изготовления близких по качеству вариантов.

Ge-ZnSe-ZnS-ZnSe		Ge-ZnSe-ZnSe-ZnS		Ge-ZnS-ZnSe-ZnSe		ZnS-ZnSe-Ge-ZnSe		ZnS-ZnSe-ZnSe-Ge		ZnS-Ge-ZnSe-ZnSe	
<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>5</b>		<b>6</b>	
$W_{3-5}$	<b>0.08<math>\lambda</math></b>	$W_{3-5}$	<b>0.11<math>\lambda</math></b>	$W_{3-5}$	<b>0.63<math>\lambda</math></b>	$W_{3-5}$	<b>0.06<math>\lambda</math></b>	$W_{3-5}$	<b>0.15<math>\lambda</math></b>	$W_{3-5}$	<b>0.29<math>\lambda</math></b>
$W_{8-12}$	<b>0.15<math>\lambda</math></b>	$W_{8-12}$	<b>0.17<math>\lambda</math></b>	$W_{8-12}$	<b>0.69<math>\lambda</math></b>	$W_{8-12}$	<b>0.14<math>\lambda</math></b>	$W_{8-12}$	<b>0.18<math>\lambda</math></b>	$W_{8-12}$	<b>0.23<math>\lambda</math></b>
ZnSe-Ge-ZnS-ZnSe		ZnSe-Ge-ZnSe-ZnS		ZnSe-ZnS-Ge-ZnSe		ZnSe-ZnS-ZnSe-Ge		ZnSe-ZnSe-Ge-ZnS		ZnSe-ZnSe-ZnS-Ge	
<b>7</b>		<b>8</b>		<b>9</b>		<b>10</b>		<b>11</b>		<b>12</b>	
$W_{3-5}$	<b>0.11<math>\lambda</math></b>	$W_{3-5}$	<b>0.21<math>\lambda</math></b>	$W_{3-5}$	<b>0.12<math>\lambda</math></b>	$W_{3-5}$	<b>0.13<math>\lambda</math></b>	$W_{3-5}$	<b>1.84<math>\lambda</math></b>	$W_{3-5}$	<b>1.28<math>\lambda</math></b>
$W_{8-12}$	<b>0.16<math>\lambda</math></b>	$W_{8-12}$	<b>0.2<math>\lambda</math></b>	$W_{8-12}$	<b>0.16<math>\lambda</math></b>	$W_{8-12}$	<b>0.16<math>\lambda</math></b>	$W_{8-12}$	<b>0.3<math>\lambda</math></b>	$W_{8-12}$	<b>0.39<math>\lambda</math></b>

Рисунок. Варианты композиции двухспектрального объектива

В табл. 4 приведены относительные силы компонентов вариантов объектива с высоким качеством изображения. Основное внимание стоит обратить на компоненты из селенида цинка, а точнее, на то, с каким соотношением сил один компонент был разбит на два.

Таблица 4. Относительные силы компонентов рассчитанных объективов

№	$\Phi_{Ge}$	$\Phi_{ZnS}$	$\Phi_{ZnSe(1)}$	$\Phi_{ZnSe(2)}$	$d \Phi_{ZnSe}$	$W_{3-5}$	$W_{8-12}$
1	-0,52	-1,13	1,78	0,87	2,05	0,08	0,15
2	-0,57	-1,59	2,04	0,97	2,10	0,11	0,17
4	-0,52	-1,06	1,79	0,80	2,21	0,06	0,14
5	-0,57	-1,07	1,47	1,11	1,32	0,15	0,18
7	-0,52	-1,19	1,40	1,29	1,08	0,11	0,16
8	-0,58	-1,50	1,61	1,28	1,25	0,21	0,20
9	-0,58	-1,13	1,65	1,03	1,60	0,12	0,13
10	-0,74	-1,22	1,62	1,18	1,38	0,13	0,16

При отношении, близком к единице, мы получим сбалансированность оптических сил, и как следствие, равное влияние погрешностей изготовления. И наоборот, если один компонент имеет очень большую оптическую силу, он потребует очень жестких допусков. Из приведенной табл. 4 относительной силы компонентов вариантов объектива видно, что наилучшими соотношениями обладают комбинации № 5, 7 и 10. Для подтверждения этого тезиса был проведен анализ изменения качества изображения вариантов № 4 и № 7 при одинаковых допусках на изготовление. Расчетное качество одинаково (среднеквадратическое отклонение волновой аберрации 0,19 $\lambda$ ), при этом вариант № 4 показал изменения в 0,117 $\lambda$ , а вариант № 7 в 0,042 $\lambda$ .

Таким образом, разработана методика расчета ахроматических объективов, работающих в двух спектральных диапазонах. Отобраны оптимальные комбинации материалов для диапазонов 3–5 мкм и 8–12 мкм и произведена их оценка. Также рассчитаны возможные варианты объективов для оптимальной комбинации материалов (германий – селенид цинка – сульфид цинка), проведен анализ технологичности и осуществлен выбор оптимальных решений.

## Литература

1. Тарасов В.В., Якушенков Ю.Г. Современные проблемы инфракрасной техники. – М.: Изд-во МИИГАиК, 2011. – 84 с.
2. Зверев В.А., Кривоустова Е.В., Точилина Т.В. Оптические материалы. Часть 2. Учебное пособие для конструкторов оптических систем и приборов. – СПб.: НИУ ИТМО, 2013. – 248 с.
3. ОСТ 3-3441-83. Стекло оптическое бескислородное. Технические условия.
4. Чуриловский В.Н. Теория оптических приборов. – СПб.: СПбГИТМО (ТУ), 2001. – 274 с.



### Гольденберг Раиса Борисовна

Год рождения: 1973

Академия ЛИМГУ, кафедра предпринимательства и коммерческой деятельности, группа № 6403

Направление подготовки: 27.04.02 – Компьютерные системы управления качеством

e-mail: raisag@mail.ru

УДК 004.01

## КРИТЕРИИ КАЧЕСТВА ТРЕБОВАНИЙ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ

**Р.Б. Гольденберг**

**Научный руководитель – д.т.н., профессор В.И. Погорелов**

В работе исследованы два набора критериев качества требований к программному обеспечению, предложенные известными учеными, и на их основе сформулирован оптимальный, на взгляд автора, набор критериев качества. Также автором была рассмотрена связь между требованиями и успешностью разрабатываемых по ним проектов.

**Ключевые слова:** требования, качество, программное обеспечение, успешность проектов, автоматизированная информационная система.

По результатам ежегодного отчета международной исследовательской организации The Standish Group «Chaos Manifesto 2013» в 2012 году успешными, т.е. достигшими поставленных целей в рамках указанных в планах срока и бюджета, было признано только 39% информационно-технологических (ИТ)-проектов. В то же время провальными проектами, т.е. остановленными без получения результата, признали 43% разработок [1]. Оставшиеся 18% проектов – это так называемые тяжелые проекты, т.е. разработки, которые были выполнены с большим превышением бюджета, срока или частично достигшие своих целей (рис. 1).

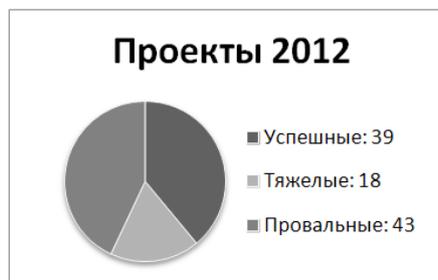


Рис. 1. Статистика успешности ИТ-проектов

Приведенная в этом же отчете отдельная статистика успешности больших и малых (стоимостью до 1 млн долларов) проектов выглядят еще более удручающей. Так, число успешных малых проектов равно 76%, тогда как крупных – всего 10% (рис. 2).



Рис. 2. Статистика успешности малых IT-проектов (а) и крупных IT-проектов (б)

По данным того же исследования, установлено, что наибольшее число ошибок совершается на этапе формирования требований к программному обеспечению (ПО), т.е., в самом начале проекта.

При этом известно, что стоимость исправления ошибок, упущенных на начальном этапе разработки, будет в 100 раз выше, если устранять их на этапе эксплуатации [2].

Резюмируя сказанное выше, можно сделать вывод, что одной из основных причин неудач крупных IT-проектов, является низкое качество требований.

В соответствии с глоссарием терминов программной инженерии IEEE, являющимся общепринятым международным стандартом, требование это:

1. условия или возможности, необходимые пользователю для решения проблем или достижения целей;
2. условия или возможности, которыми должна обладать система или системные компоненты, чтобы выполнить контракт или удовлетворять стандартам, спецификациям или другим формальным документам;
3. документированное представление условий или возможностей [3].

В стандарте IEEE 830 выделено восемь критериев качества набора требований: полнота, корректность, недвусмысленность, упорядоченность по приоритету и стабильности, непротиворечивость, модифицируемость, трассируемость и проверяемость. Д. Леффингуэлл в своих работах дополняет этот список критерием понимаемости [4]. К. Вигерс считает его неполным без характеристик осуществимости и необходимости [5].

В результате выполненного анализа, установлено, что характеристика понимаемости является частным случаем критерия недвусмысленности, а необходимости – корректности. На основании этого мы считаем, что достаточно будет дополнить имеющийся набор характеристик осуществимости, и что превосходный набор требований к автоматизированной информационной системе (АИС) должен быть корректным, недвусмысленным, полным, упорядоченным по приоритету и стабильности, непротиворечивым, проверяемым, модифицируемым, трассируемым и осуществимым.

- Корректные требования. Каждое сформулированное в документации требование должно соответствовать какой-либо потребности пользователя. Таким образом, если у нас есть множество потребностей пользователей и множество записанных требований, именно пересечение этих двух множеств даст нам множество корректных требований (рис. 3).

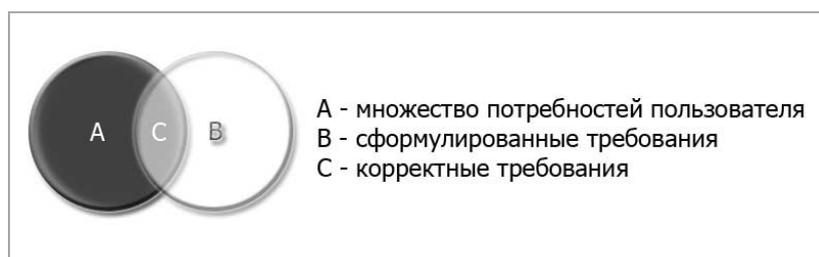


Рис. 3. Множество корректных требований

Излишние данные появляются, когда разработчики начинают добавлять функционал, который, по их мнению, может понадобиться пользователю, пожелания о котором пользователь никогда не озвучивал.

- Недвусмысленные (понимаемые) требования. Только однозначно понимаемое требование можно считать недвусмысленным. Двусмысленность возникает в ситуациях, когда участники проекта плохо понимают друг друга. Люди, относящиеся к разным профессиональным группам, используя одинаковые термины, могут воспринимать их по-разному. Чтобы иметь однозначно интерпретированные требования, необходимо всю специальную терминологию занести в словарь, а сами требования документировать на естественном языке точно и кратко.
- Полнота набора требований. В требованиях должна содержаться вся информация, необходимая разработчику для реализации функциональности продукта, описаны все потребности пользователя, некорректные и нетривиальные ситуации, ограничения, налагаемые возможностями системы, внешними интерфейсами и правовыми нормами.
- Нельзя забывать, что труднее всего исправить ошибку в тех требованиях, которых нет.
- Непротиворечивость набора требований. Очевидно, что требования не должны конфликтовать между собой. Для реализации этого критерия потребуются контроль требований. В противном случае, возникают документы, в которых указывается необходимость выполнения разных действий в одинаковых ситуациях.
- Упорядочение требований по их важности и стабильности. Назначение приоритетов необходимо, чтобы планировать наполняемость каждой версии продукта и последовательность разработки. Без этих данных менеджеру будет затруднительно контролировать управление проектом.
- Проверяемые требования. Данный критерий означает, что требования должны быть сформулированы так, чтобы в дальнейшем существовала возможность с помощью тестирования проверить их выполнение.
- Модифицируемый набор требований. Требования в процессе разработки меняются. Из этого следует, что пакет требований должен быть организован так, чтобы любое его изменение производилось просто.
- Трассируемые требования. Трассировка позволяет отслеживать происхождение требований, их взаимное влияние, определять избыточные и неучтенные требования.
- Осуществимые требования. Разрабатывая требования, необходимо убедиться в возможности их реализации. Для этого, еще на этапе извлечения требований, обеспечивается взаимодействие аналитиков с разработчиками.

Таким образом, можно сделать вывод, что, используя при разработке сформулированный выше список критериев качества требований к АИС, можно получить превосходные требования, что позволит оградить проект от значительной части ошибок, не допустить увеличения сроков и избежать дополнительных расходов.

### Литература

1. Chaos // The Standish Group Report, 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://versionone.com/assets/img/files/ChaosManifesto2013.pdf>, своб.
2. Boehm V. and Basili V. Software Defect Reduction Top 10 List // IEEE Computer Society. – 2001. – V. 34. – № 1. – P. 135–137.
3. IEEE standard glossary of software engineering terminology. – ANSI/IEEE Std, 1990. – 83 p.
4. Леффингуэлл Д., Уидриг Д. Принципы работы с требованиями к программному обеспечению. Унифицированный подход / Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2002. – 448 с.

5. Вигерс К., Битти Д. Разработка требований к программному обеспечению / Пер. с англ. – М.: Русская редакция, 2014. – 736 с.



**Гречишникова Анастасия Сергеевна**

Год рождения: 1992

Факультет пищевой инженерии и автоматизации,  
кафедра автоматизации биотехнологических и теплофизических  
процессов, группа № и4201

Направление подготовки: 220700 – Автоматизация технологических  
процессов и производств

e-mail: nasta165921@mail.ru

УДК 534-8: 65.011.56: 663.126

**ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРОЦЕСС  
УПРАВЛЕНИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ДРОЖЖЕЙ**

**А.С. Гречишникова**

**Научный руководитель – В.В. Назарова**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 610460 «Биоконверсия растительного сырья в производстве продуктов питания».

Выращивание дрожжей является одним из основных этапов в производстве хлебопекарных дрожжей. Предлагается использовать ультразвук для совершенствования управления процесса производства хлебопекарных дрожжей.

Внедряемые автоматические системы регулирования должны обеспечивать как местное, так и дистанционное управление и наблюдение за работой аппаратов.

**Ключевые слова:** ультразвук, хлебопекарные дрожжи, автоматизация.

Дрожжи хлебопекарные являются одним из основных используемых компонентов в производстве хлебобулочных изделий.

Технологическая и функциональная роль дрожжей заключается в биологическом разрыхлении теста диоксидом углерода, выделяющимся в процессе спиртового брожения, придании тесту определенных реологических свойств, а также образовании этанола и других продуктов реакции, участвующих в формировании вкуса и аромата хлебобулочных изделий [1, 2].

Выращивание дрожжей является одним из основных этапов в производстве хлебопекарных дрожжей. Выращиванием дрожжей называют процесс размножения клеток дрожжей, когда из небольшого количества засеваемых в питательную среду клеток постепенно получают большое количество дрожжей [3].

Основными параметрами, требующими местного и дистанционного контроля, а также автоматического регулирования, является температура, кислотность.

Практическое применение ультразвука развивается в двух направлениях: первое – применение волн малой интенсивности для контроля, измерений, исследований внутренней структуры материалов и изделий (уровнемеры, расходомеры, анализаторы состава газов, жидкости и твердых веществ, дефектоскопы) [4]. Второе – применение высокоэнергетических колебаний – волн высокой интенсивности – для активного воздействия на вещества и изменения их структуры и свойств [5].

Известно, что обработанные ультразвуком пищевые растворы, эмульсии, суспензии и отвары в течение некоторого времени после обработки остаются стерильными [6].

Предлагается использовать ультразвук для совершенствования управления процесса производства хлебопекарных дрожжей.

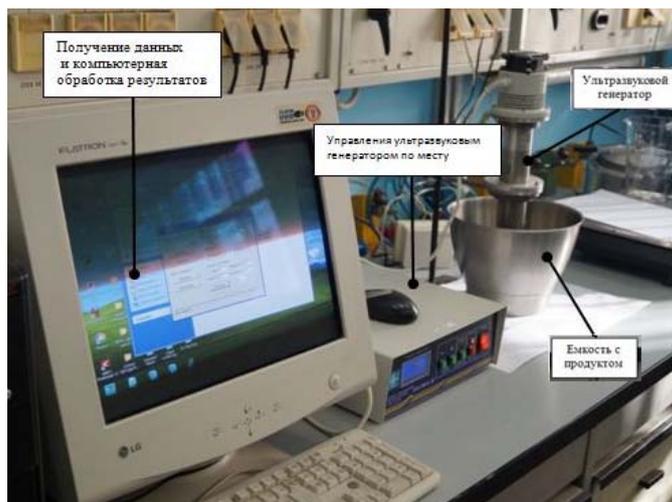


Рисунок. Внешний вид экспериментальной установки для исследования влияния ультразвука на процесс культивирования хлебопекарных дрожжей

Дрожжевую суспензию готовят из дрожжей хлебопекарных прессованных, сахара и воды, взятых в определенных пропорциях. В лабораторную установку с ультразвуковым устройством марки «Волна-М», разработанную авторами, помещают подготовленную дрожжевую суспензию и обрабатывают ее в установке с плотностью звуковой энергии  $15 \cdot 10^3 - 20 \cdot 10^3$  кДж/м<sup>3</sup>, разными частотами от  $30 \pm 1,0$  до  $50 \pm 1,0$  кГц в течение 30 с. После обработки дрожжевую суспензию используют в приготовлении теста (рисунок).

Таблица. Результаты эксперимента

Показатели	Контроль	Эксперимент 1	Эксперимент 2	Эксперимент 3
Частота ультразвуковых колебаний, кГц	–	$22 \pm 1,65$	$22 \pm 1,65$	$22 \pm 1,65$
Мощность, Вт	–	30	40	50
Интенсивность ультразвукового воздействия, Вт/см <sup>2</sup> , не менее	–	10	10	10
Время обработки, с	–	30	30	30
Время всплывания шарика, мин	14	8	21	36
Количество CO <sub>2</sub> , г за 24 ч	0,89	1,01	0,64	0,26

Как видно из таблицы, наиболее эффективной является обработка ультразвуком в установке с плотностью звуковой энергии  $15 \cdot 10^3 - 20 \cdot 10^3$  кДж/м<sup>3</sup>, частотой  $30 \pm 1,0$  кГц в течение 30 с.

Предложенный способ обработки суспензии прессованных дрожжей позволяет регулировать: технологический процесс производства хлебопекарных дрожжей; время разведения дрожжей; количество производимых дрожжевых клеток; сократить возможные техногенные риски при производстве.

### Литература

1. Новаковская С.С., Шишацкий Ю.И. Производство хлебопекарных дрожжей. Справочник. – М.: Агропром-издат, 1990. – 335 с.
2. Новаковская С.С., Шишацкий Ю.И. Справочник по производству хлебопекарных дрожжей. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 375 с.
3. Фараджиева Е.Д., Болотова Н.А. Производство хлебопекарных дрожжей. Практическое руководство. – СПб.: Профессия, 2002. – 167 с.
4. Балдаев Р., Раджен-дран В. Применения ультразвука. – М.: Техносфера, Паланичами, 2006. – 576 с.

5. Новицкий Б.Г. Применение акустических колебаний в химико-технологических процессах (Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии). – М.: Химия, 1983. – 192 с.
6. Бебнева Г.Е., Петрунина А.Д. Новые технологии в дрожжевой промышленности // АгроНИИТЭИпищепрома. Спиртовая, дрожжевая и ликероводочная промышленность, 1994. – № 2. – 24 с.



**Гринченко Игорь Вячеславович**

Год рождения: 1992

Факультет холодильной, криогенной техники и кондиционирования,  
кафедра кондиционирования воздуха, группа № и6452

Направление подготовки: 141200 – Системы жизнеобеспечения

e-mail: igori-spb92@mail.ru



**Патрушева Ольга Валерьевна**

Год рождения: 1991

Факультет холодильной, криогенной техники и кондиционирования,  
кафедра кондиционирования воздуха, группа № и6452

Направление подготовки: 141200 – Системы жизнеобеспечения

e-mail: patrushewaolia@yandex.ru

УДК 697.921.47

**ОБОСНОВАНИЕ МИНИМАЛЬНОГО РАСХОДА ВОЗДУХА В ЗАЩИТНОМ  
УКРЫТИИ**

**И.В. Гринченко, О.В. Патрушева**

**Научный руководитель – д.т.н., профессор А.Б. Сулин**

В работе приведены результаты вычислительных экспериментов по моделированию процессов массопереноса в рабочем объеме вытяжного шкафа. Проанализированы поля скоростей потока воздуха и поля концентраций вредных веществ при различных расходах удаляемого воздуха.

**Ключевые слова:** местная вентиляция, концентрация вредных веществ, воздухообмен.

Защитные укрытия полуоткрытого типа (вытяжные шкафы) широко применяются на предприятиях с вредными и (или) опасными условиями труда для локализации вредных, в том числе радиоактивных веществ, выделяющихся при проведении технологических процессов и при лабораторных исследованиях.

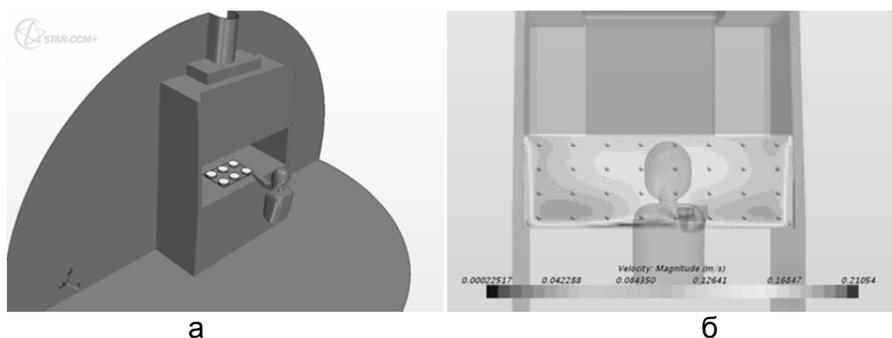


Рис. 1. Геометрическая модель рабочего места (а) и точки измерения скоростей в проеме шкафа (б)

В работе приведены результаты математического моделирования процессов переноса вредных веществ (пары соляной и азотной кислоты), выделяющихся при выполнении технологических операций в лаборатории Новосибирского завода химических концентратов. Имитационная модель разработана на базе пакета вычислительной газогидродинамики «STAR-CCM+» и верифицирована по данным натурального эксперимента на производстве. Геометрическая модель включает корпус вытяжного шкафа серийного исполнения, воздухозаборный патрубок, нагревающее технологическое оборудование с выделением вредных и опасных веществ, а также манекен, имитирующий оператора на рабочем месте в положении сидя (рис. 1).

При физическом моделировании учтены следующие характеристики процесса и граничные условия:

- массовая скорость выделения вредных веществ 0,4 мг/с (пары соляной и азотной кислоты) от шести чашек, установленных на нагревательной платформе;
- конвективный теплообмен от нагревательной платформы с температурой 92°C;
- массовый расход воздуха 600 кг/с в воздухозаборном патрубке;
- воздушная среда в расчетной области моделируется как идеальный газ;
- в качестве модели турбулентности использована модель « $k-\epsilon$ »;
- границы расчетной области определены как полубесконечное пространство, ограниченное полом и стеной помещения.

Результаты вычислительного эксперимента в виде поля скоростей воздуха в осевом сечении шкафа приведены на рис. 2.

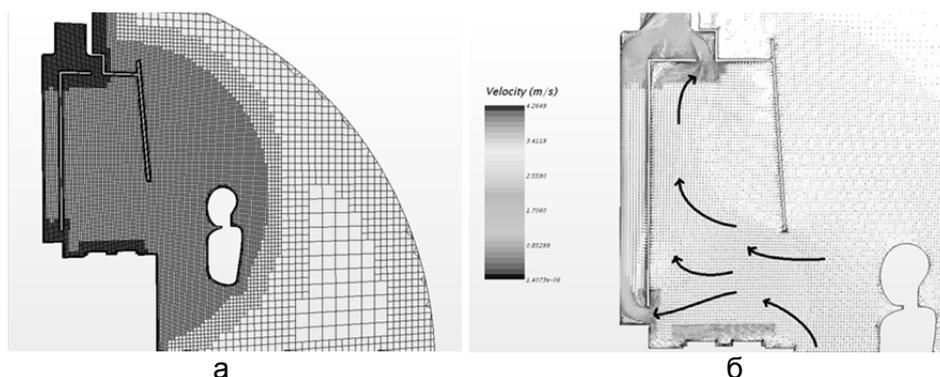


Рис. 2. Расчетная сетка (а) и поле скоростей потока воздуха (б) в осевом сечении шкафа

На рис. 3 приведены расчетные поля концентраций паров соляной и азотной кислоты в осевом сечении шкафа при его штатной работе с массовым расходом воздуха 600 кг/ч. Анализ полноцветной магнитуды поля концентраций (на рисунках в работе магнитуда приведена в оттенках серого цвета) показывает, что вредные вещества эффективно удаляются, и их выброса в рабочую зону не происходит.

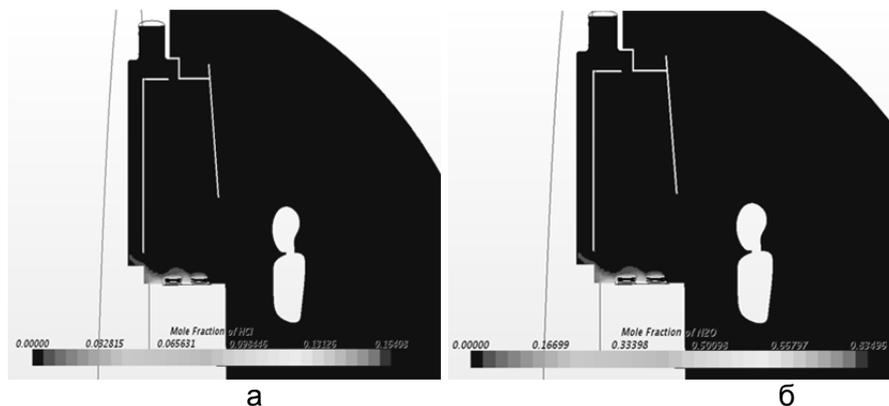


Рис. 3. Поля концентраций вредных веществ в осевом сечении шкафа: HCL (а) и N<sub>2</sub>O (б)

Для определения минимально необходимой производительности системы вентиляции методикой вычислительного эксперимента предусмотрено моделирование процессов переноса паров HCl и N<sub>2</sub>O в объеме вытяжного шкафа и в рабочей зоне при изменении массового расхода воздуха, удаляемого из укрытия, от 50 кг/ч до 150 кг/ч. На рис. 4–6 приведены результаты расчетов концентраций в осевом сечении вытяжного шкафа и в сечении рабочего окна.

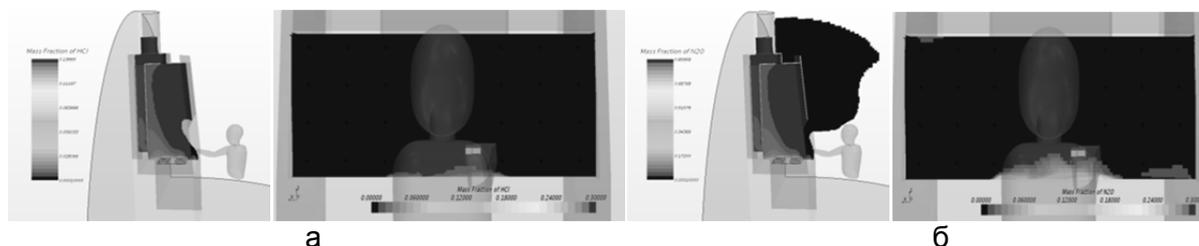


Рис. 4. Поля концентраций вредных веществ при расходе воздуха 50 кг/ч: HCL (а) и N<sub>2</sub>O (б)

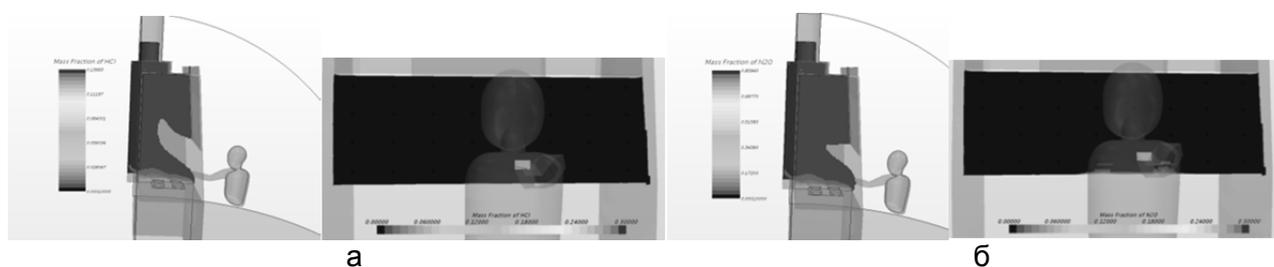


Рис. 5. Поля концентраций вредных веществ при расходе воздуха 100 кг/ч: HCL (а) и N<sub>2</sub>O (б)

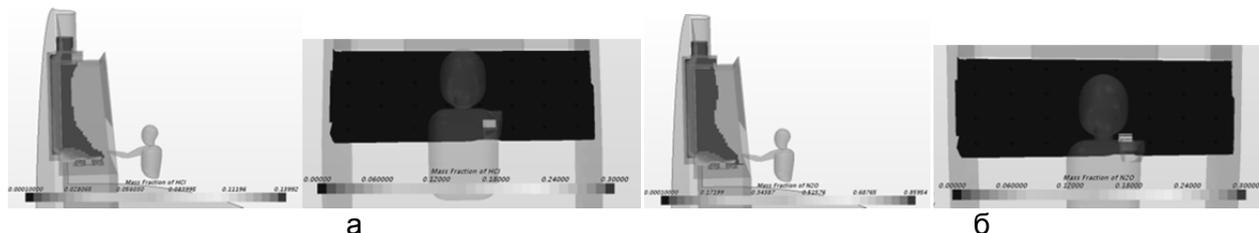


Рис. 6. Поля концентраций вредных веществ при расходе воздуха 150 кг/ч: HCL (а) и N<sub>2</sub>O (б)

Анализ полноцветной магнитуды полей концентраций показывает, что при массовом расходе воздуха, удаляемого из укрытия, 50 кг/ч (рис. 4) наблюдается вынос паров вредных веществ в рабочую зону из открытого проема вытяжного шкафа. Анализ результатов расчетов, приведенных на рис. 5, показывает, что при массовом расходе удаляемого воздуха 100 кг/ч сохраняется вероятность выноса в рабочую зону паров N<sub>2</sub>O. Повышение массового расхода удаляемого из укрытия воздуха до 150 кг/ч приводит, как видно из рис. 6, к полному отсутствию выноса вредных веществ в рабочую зону. Этот вывод может быть сделан на основании того, что расчетная концентрация вредных веществ в сечении рабочего окна равна нулю.

Результаты выполненных расчетов являются основанием для проведения серии дополнительных теоретических и экспериментальных исследований в направлении обоснования путей повышения энергоэффективности систем промышленной вентиляции.

## Литература

1. Эльтеман В.М. Вентиляция химических производств. – М.: Химия, 1980. – 285 с.

**Гришина Наталья Юрьевна**

Год рождения: 1989

Факультет оптико-информационных систем и технологий,  
кафедра прикладной и компьютерной оптики, аспирантСпециальность: 05.11.07 – Оптические и оптико-электронные  
приборы и комплексы

e-mail: nataly-g@bk.ru

УДК 535.3

**АНАЛИЗ ПАРАЗИТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В СОСТАВНЫХ ПРИЗМЕННЫХ  
СТРУКТУРАХ****Н.Ю. Гришина****Научные руководители:****к.т.н., доцент А.В. Бахолдин; к.т.н., доцент Г.Э. Романова**

Виртуальные дисплеи представляют собой не перекрывающие обзор просветные экраны, на которых отображается основная рабочая информация. За совмещение двух изображений – окружающей реальности и генерируемой картины – отвечает комбинер. Призматический комбинер, рассматриваемый в данной работе, увеличивает зрачковую зону, что позволяет строить компактные оптические системы. В работе представлены результаты расчетов, позволяющие оценить его изображающие свойства.

**Ключевые слова:** призматический составной комбинер, виртуальный дисплей, мультипликатор зрачков.

Системы дополненной реальности, также называемые виртуальные дисплеи, нашли свое применение не только в авиации, но и в повседневной жизни. Основным их преимуществом является возможность для наблюдателя одновременно считывать необходимую информацию, при этом контролируя окружающее пространство. Конструкции виртуальных дисплеев разнообразны, они могут как стационарно устанавливаться перед наблюдателем, так и фиксироваться у него прямо перед глазами, на шлеме или в специальной оправе.

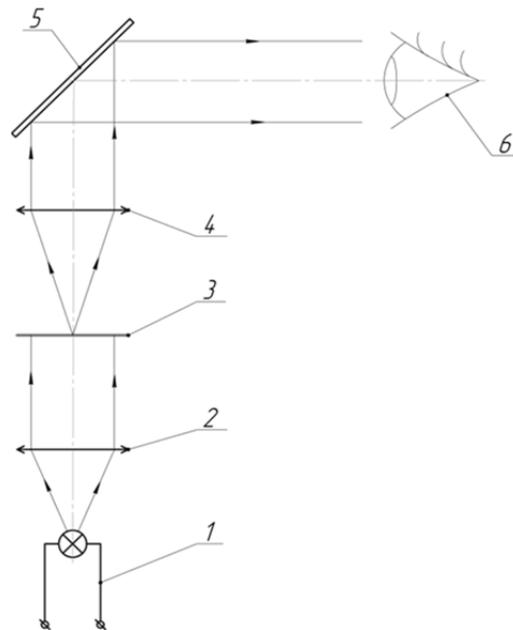


Рис. 1. Принципиальная схема системы индикации информации: 1 – источник света; 2 – конденсор; 3 – микродисплей; 4 – коллиматорный объектив; 5 – комбинер; 6 – глаз наблюдателя

Принципиальная схема виртуального дисплея представлена на рис. 1. Коллиматорный объектив формирует изображение генератора символов на бесконечно большом расстоянии. Специфика работы генератора символов может потребовать использования дополнительного осветительного блока. Световой пучок из коллиматорного объектива попадает на комбинер, основной функцией которого является совмещение спроецированного объективом изображения и картины окружающего пространства [1–3].

Глаз наблюдателя постоянно находится в движении, поэтому необходимо обеспечить достаточные размеры зоны за комбинером, в пределах которой будет наблюдаться изображение. Решить эту задачу можно различными способами, например, увеличивая диаметр выходного зрачка коллиматорного объектива или используя последовательность полупрозрачных зеркал [4]. Наиболее подходящим представляется вариант построения системы виртуального дисплея с использованием принципа мультиплицирования зрачков в структуре призматических элементов, поскольку этот способ позволяет уменьшить габаритные размеры системы.

Составной призмный комбинер представляет собой световодную структуру, в которой излучение распространяется только за счет полного внутреннего отражения. Пучок лучей вводится через параллельную грань прямоугольной призмы. На наклонные грани последующих призм наносится светоделительное покрытие, проходя которое, часть лучей отражается и выходит наружу, а часть – продолжает распространяться внутри комбинера. Угол наклона светоделительных граней комбинера следует выбирать в определенных пределах, связанных с выполнением условия полного внутреннего отражения.

В работе рассматривался наиболее простой вариант призмной структуры, с углом наклона слоев  $45^\circ$ . Поскольку диаметр рабочего параллельного пучка будет ограничен только размерами передней грани прямоугольной призмы, слепые зоны, в которых изображение частично исчезает, будут минимальны. Для пучков лучей, выходящих из внеосевых точек предмета, будет происходить перенакладывание частей изображения друг на друга, что приведет к появлению нежелательных артефактов.

Для анализа структуры изображения в зрачковой зоне было проведено моделирование работы призмной структуры в программном обеспечении ZEMAX. Источник с углом излучения  $11,5^\circ$  расположен перед предметом, находящимся в передней фокальной плоскости параксиального компонента с фокусным расстоянием  $f'=25$  мм, выполняющего роль коллиматорного объектива; толщина комбинера 8 мм, шаг призмной структуры 8 мм. При анализе свойств структуры были рассмотрены два варианта покрытий на наклонных светоделительных гранях комбинера – профилированное, для которого коэффициент отражения зависит от угла падения луча, и непрофилированное.

На рис. 2 показана трехмерная модель призмного комбинера и зоны, в пределах которых наблюдаются паразитные изображения, а также трехмерная модель предмета, использованного при моделировании, и пример изображения с артефактом в верхней части.

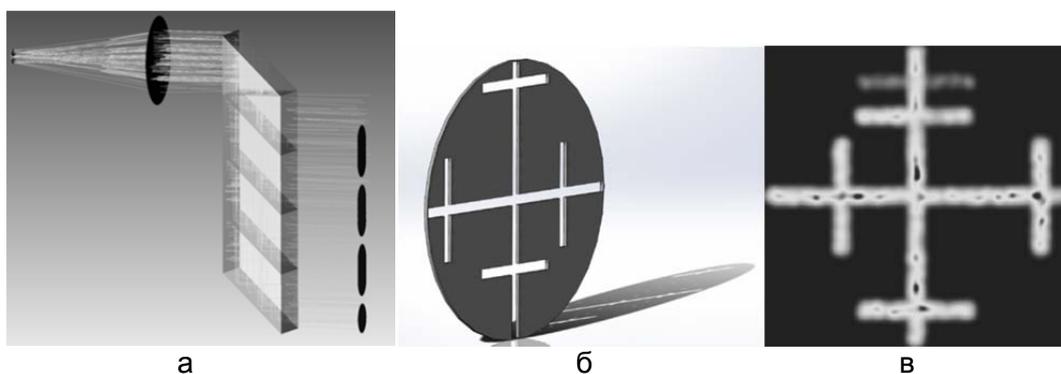


Рис. 2. Модели одномерного призмного комбинера (а), предмета (б) и полученное изображение (в)

В ходе работы выполнен анализ и определено соотношение  $K$  освещенностей артефактов и основного изображения, которое для призмной структуры с непрофилированным покрытием составило  $K=0,02-0,24$  в зависимости от зоны наблюдения, а с профилированным  $K=0,01-0,20$ , причем наиболее яркие артефакты наблюдаются в крайних зонах. В результате можно сделать вывод, что артефакты практически не будут оказывать влияния на восприятие основного изображения при работе в центральной области зрачковой зоны.

При увеличении шага призмной структуры, т.е. расстояния между светоделительными слоями, заметного уменьшения яркости паразитных изображений не наблюдалось, однако при этом уже начинают появляться слепые зоны, в которых изображение частично отсутствует.

Очевидно, что глаз наблюдателя перемещается не только в вертикальном, но и в горизонтальном направлении, поэтому комбинер в большинстве случаев представляет собой двумерную структуру. По итогам моделирования двумерного случая можно сделать вывод, что в центральной зоне паразитные изображения практически отсутствуют.

Использование составного комбинера из призматических элементов позволяет получить увеличенный размер зрачковой зоны в системах виртуальных дисплеев. В результате анализа изображения, формируемого одномерной и двумерной призмными структурами с углом наклона светоделительных граней  $45^\circ$ , установлено, что для центральной рабочей зоны паразитные изображения незначительны.

### Литература

1. Rolland J., Hua H. Head-Mounted Display Systems // Encyclopedia of Optical Engineering, Taylor & Francis. – 2005 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://3dvis.optics.arizona.edu/publications/pdf/EOE\\_HMDsystem\\_Rolland\\_Hua\\_05.pdf](http://3dvis.optics.arizona.edu/publications/pdf/EOE_HMDsystem_Rolland_Hua_05.pdf), своб.
2. Кучерявый А.А. Бортовые информационные системы. Курс лекций / Под ред. В.А. Мишина и Г.И. Ключева. – 2004. – 2-е изд. перераб. и доп. – Ульяновск: УлГТУ. – 504 с.
3. Бахолдин А.В., Васильев В.Н., Grimm В.А., Романова Г.Э., Смирнов С.А. Оптические устройства виртуальных дисплеев // Оптический журнал. – 2013. – Т. 80. – № 5. – С. 17–24.
4. Бахолдин А.В., Васильев В.Н., Grimm В.А., Романова Г.Э., Смирнов С.А. Использование призмных элементов для построения плоских волноводных экранов // Оптический журнал. – 2013. – Т. 80. – № 5. – С. 25–29.



**Гусаров Вадим Федорович**

Год рождения: 1990

Факультет оптико-информационных систем и технологий,  
кафедра оптико-электронных приборов и систем, аспирант

Специальность: 05.11.07 – Оптические и оптико-электронные  
приборы и комплексы

e-mail: hoarfrost.vg@gmail.com

УДК.681.786

## ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ОТОБРАЖЕНИЙ РАВНОСИГНАЛЬНОЙ ЗОНЫ ПРИ УДАЛЕННОМ КОНТРОЛЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН В.Ф. Гусаров

Научный руководитель – к.т.н., ст.н.с. А.Н. Тимофеев

В таких областях, как тоннелестроение, дорожное и железнодорожное строительство, существует тенденция повышения сложности работ, требований к их качеству и к точности связанных с ними измерений. Это ведет к росту инструментальных затрат и, соответственно, стоимости проводимых работ. Особенностью также является необходимость обеспечивать высокую чувствительность к

перемещениям удаленного объекта на большой измерительной дистанции. Перспективными с этой точки зрения являются оптико-электронные системы с цифровой обработкой отображений оптической равносигнальной зоны.

**Ключевые слова:** равносигнальная зона, цифровая обработка, позиционирование.

При строительстве дорог, путепроводов, тоннелей и мостов точность определяет качество проводимых работ, поэтому системы контроля позиционирования рабочих органов строительных и землеройных машин играют важную роль при решении таких задач. Анализ применяемых в современном дорожном строительстве систем контроля смещений показал, что для достижения высокой точности позиционирования требуются серьезные инструментальные затраты, что неизбежно ведет к повышению стоимости и сложности проводимых измерений. А менее сложные методы и системы имеют ряд недостатков, связанных с малым диапазоном контроля, слабой защищенностью от воздействия внешних сил [1].

В связи с этим ведется работа над развитием оптико-электронных систем (ОЭС) позиционирования, позволяющих обеспечить высокую энергетическую чувствительность к смещениям при меньших инструментальных затратах. В разрабатываемой ОЭС предлагается применять метод оптической равносигнальной зоны (ОРСЗ).

Равносигнальную зону можно определить как область пересечения двух и более электромагнитных полей, в которой основные информативные параметры этих полей, используемые для количественной оценки измерительной информации, равны, а дополнительные, необходимые для векторной оценки (знака), различаются. Информативными могут служить параметры различных типов модуляции: амплитуда, частота, фаза, скважность, длительность импульсов [2]. Оптическая равносигнальная зона формируется при использовании электромагнитных полей оптического диапазона.

Схема формирования ОРСЗ двумя полупроводниковыми излучающими диодами (ПИД), входящими в состав задатчика базового направления (ЗБН) и модулированными током питания разной частоты  $f_1$  и  $f_2$ , показана на рис. 1. В этом случае основным информативным параметром являются величины потоков  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$  и регистрируемых приемной частью (ПЧ). На приемнике, создаются поля облученности  $E_1$  и  $E_2$ . При равенстве потоков приемная часть находится симметрично относительно равносигнальной плоскости, и это положение является базовым.

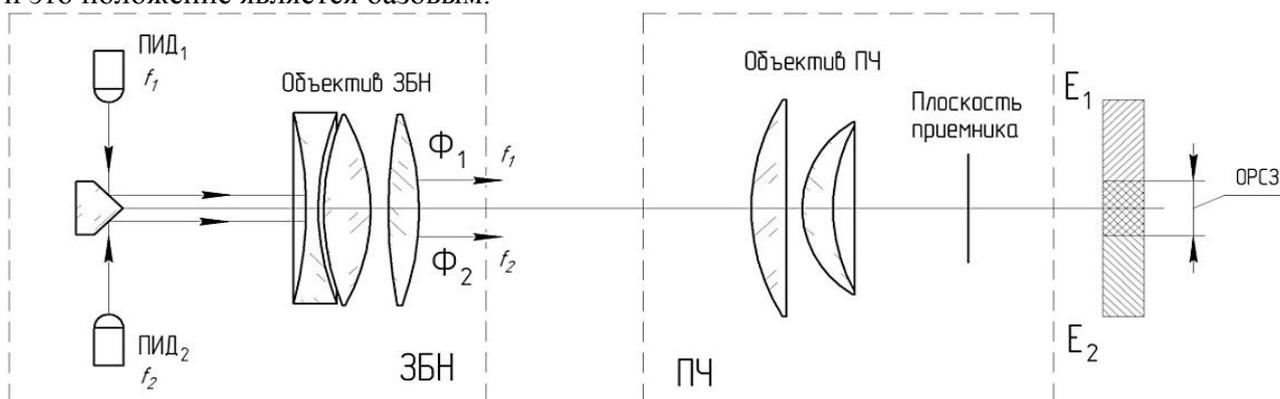


Рис. 1. Схема формирования ОРСЗ

Достоинствами систем с ОРСЗ являются: малое энергопотребление, большая зона управления по горизонту и вертикали, устойчивость по отношению к воздействиям среды, по сравнению с лазерными аналогами меньше подвержены расстраиванию в процессе эксплуатации.

Основными задачами данной работы было создание схемы для отображения ОРСЗ на фотоприемной матрице, а также формирование базового алгоритма ее регистрации и обработки. Для решения данных задач была построена схема, где для проецирования ОРСЗ в

плоскость приемника применялся ЗБН системы ПУЛ-Н, установленный на теодолит Т30 (рис. 2, а). В качестве приемника использовалась двухмегапиксельная КМОП-матрица видеокамеры Defender С-2525HD, совмещенная с объективом приемной части системы ПУЛ-Н (рис. 2, б). Управление работой источников излучения, которыми являются инфракрасные ПИД, входящие в состав ЗБН, осуществлялось с ПК1, а регистрация и запись отображений ОРСЗ производилась на ПК2 с применением пакета «National Instruments Lab VIEW».

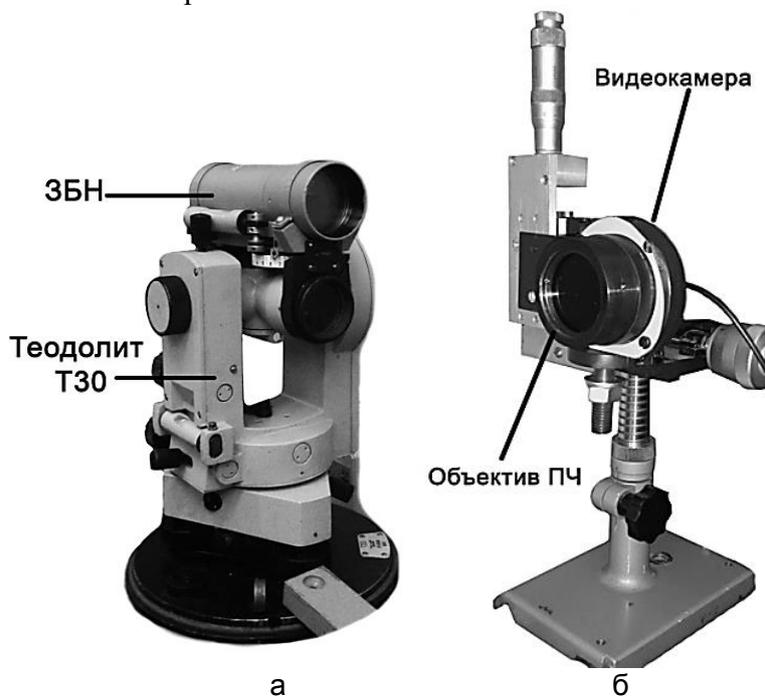


Рис. 2. Внешний вид элементов экспериментальной установки

В ходе работы было получено изображение выходного зрачка ЗБН в плоскости фотоприемной матрицы (рис. 3, а). Положение приемника, при котором получено данное изображение, было выбрано в качестве начала отсчета. Затем приемник последовательно смещался по оси  $Oy$  в диапазоне от  $-5$  мм до  $+5$  мм шагом 1 мм, и производилась регистрация излучения от каждого из диодов.

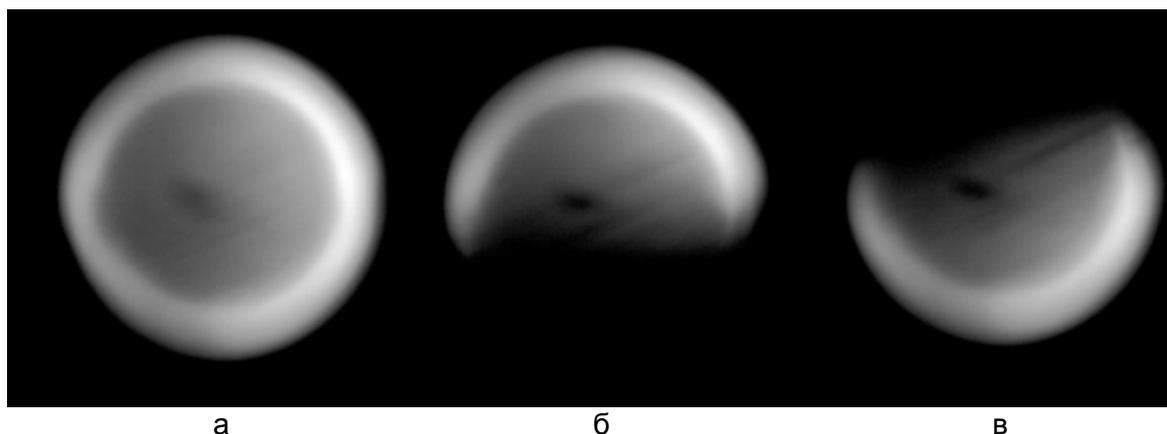


Рис. 3. Изображения выходного зрачка ЗБН на фотоприемной матрице

Таким образом, были получены пары изображений излучения ПИД для каждого из отсчетов (рис. 3, б, в). Далее вычислялась разность энергетических освещенностей  $\Delta E$ . Для этого производилось интегрирование по полю освещенности в каждом из изображений и вычисление их разностей для каждого отсчета. Результаты представлены на рис. 4, где показана зависимость величины разности потоков энергии от координаты по оси  $Oy$ .

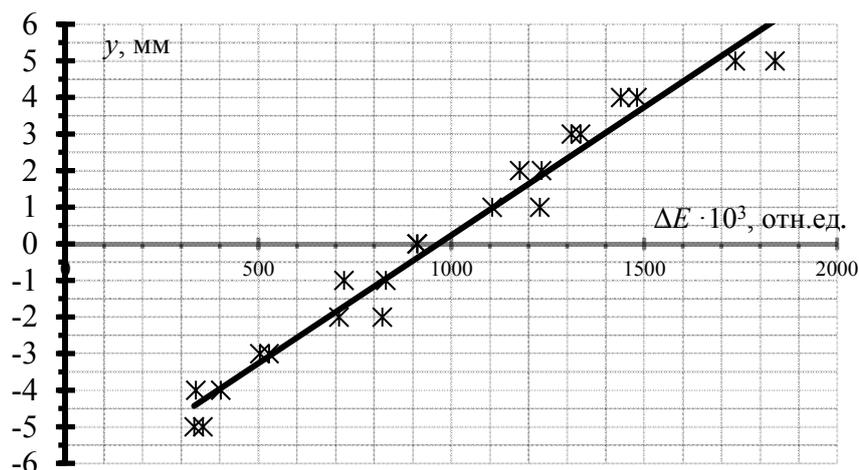


Рис. 4. Зависимость величины равносигнальной зоны от координаты поперечного смещения

Отдельно была проведена серия измерений в нулевом положении приемника с целью оценить среднеквадратическое отклонение (СКО). Результаты представлены на рис. 5, где показан разброс значений  $\Delta E$ , вызванный влиянием внешних факторов и собственными шумами фотоприемника.

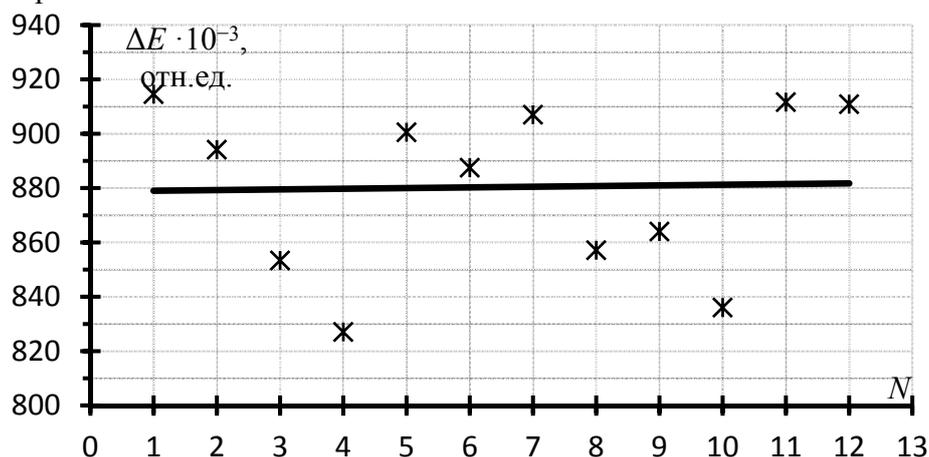


Рис. 5. Разброс значений разностей освещенности в нулевом положении приемника

Было рассчитано значение СКО, равное  $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 29,9$  отн.ед. [3].

Применение цифровых методов в формировании и обработке сигналов ОЭС с ОРСЗ при определенных преобразованиях намного превосходит аналоговые по точности и гибкости и дает возможность реализации адаптивных систем, поскольку цифровые методы обработки по сравнению с аналоговыми имеют ряд преимуществ [4]:

- имеют программное обеспечение, которое делает их гибкими в настройке и проверке;
- требуют только арифметических действий умножения и сложения-вычитания, что может повышать быстродействие;
- устойчивы к внешним воздействиям (температура, влажность).

#### Выводы

Таким образом, в результате проведенных экспериментов были выбраны следующие направления исследований:

- модернизация схемы с целью увеличения измерительной базы и реализации измерений в режиме реального времени;

- доработка алгоритма регистрации и обработки отображений ОРСЗ на фотоприемной матрице;
- сравнительный анализ результатов измерений при работе с разными приемниками излучения;
- оценка погрешностей работы системы.

### Литература

1. Гусаров В.Ф., Тимофеев А.Н. Особенности применения оптико-электронных систем позиционирования в дорожном строительстве // XI Международная конференция «Прикладная оптика-2014». Сб. трудов. – Т. 1. – 2014. – С. 116–119.
2. Джабиев А.Н., Мусяков В.Л., Панков Э.Д., Тимофеев А.Н. Оптико-электронные приборы и системы с оптической равносигнальной зоной. – СПб.: ИТМО, 1998. – 238 с.
3. Коротаев В.В., Краснящих А.В. Измерительные оптико-электронные приборы / Методические указания по выполнению лабораторных работ. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2011. – 77 с.
4. Коняхин И.А., Мараев А.А., Тимофеев А.Н., Гусаров В.Ф. Контроль смещений в оптико-электронных системах с оптической равносигнальной зоной // Изв. вузов. Приборостроение. – 2015. – Т. 58. – № 1. – С. 38–44.



#### Дебрянская Елена Анатольевна

Год рождения: 1991

Факультет технологического менеджмента и инноваций,  
кафедра экономики и стратегического менеджмента, группа № 4060

Направление подготовки: 38.04.01 – Экономика

e-mail: fekla199@mail.ru



#### Янова Елена Алексеевна

Год рождения: 1977

Факультет технологического менеджмента и инноваций,  
кафедра экономики и стратегического менеджмента,

к.э.н., доцент

e-mail: yanova.ea@gmail.com

УДК 338.012

## СТРАТЕГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ПРЕДПРИЯТИЙ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ РОССИИ

Е.А. Дебрянская

Научный руководитель – к.э.н., доцент Е.А. Янова

Работа посвящена изучению роли отрасли атомной энергетики в народном хозяйстве страны. Рассматриваются задачи и условия развития отрасли. Дается характеристика законодательному обеспечению атомной энергетики в современной России.

**Ключевые слова:** атомная электроэнергетика, электроэнергетический комплекс, АЭС, Росатом.

Российская атомная электроэнергетика является одной из самых развитых по уровню научно-технических разработок в области проектирования реакторов, ядерного топлива, опыту эксплуатации атомных станций, квалификации персонала, а также одним из важнейших секторов экономики России. Динамичное развитие отрасли – одно из основных условий обеспечения энергонеависимости и стабильного роста экономики страны.

Электроэнергетика – это базовая отрасль экономики, обеспечивающая население и народное хозяйство тепловой и электрической энергией, а также осуществляющая экспорт электроэнергии в страны СНГ и ближнего зарубежья. В электроэнергетический комплекс России входит около 700 электростанций, общая установленная мощность которых на конец 2013 года составила 226470,18 МВт [1]. Структура мощности действующих электростанций представлена на рис. 1.

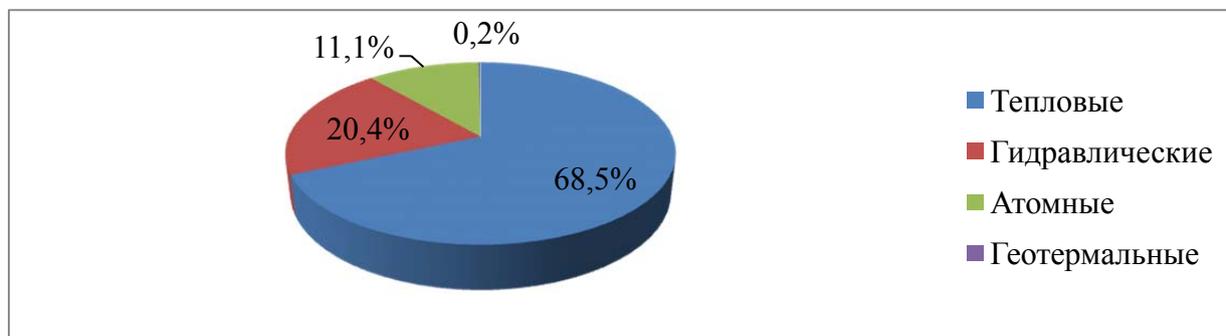


Рис. 1. Структура мощностей действующих электростанций в Российской Федерации  
**Примечание.** Составлено на основе данных [2].

На рис. 1 видно, что наибольшая мощность электроэнергии вырабатывается на тепловых электростанциях, что также обусловлено исторически сложившейся закономерностью развития российской энергетики. На втором месте по структуре мощности находятся гидравлические электростанции, особенно перспективной развитие отрасли происходит благодаря освоению потенциала рек Северного Кавказа. На атомные электростанции приходится относительно небольшой процент мощностей, что связано с тем, что для их функционирования необходима добыча урановых руд, а также с тем, что только к XX веку атомные электростанции стали достаточно безопасными для окружающей среды. Развитие геотермальной электроэнергетики сильно затруднено из-за сложности разведывания источников потенциальных термальных вод.

В настоящее время в России эксплуатируются 10 атомных электростанций (АЭС), вырабатывающих около 17% всего производимого электричества. Строятся еще пять атомных станций. По указу Президента России в декабре 2007 года была создана государственная корпорация по атомной энергии «Росатом», управляющая ядерными активами страны. На рис. 2 представлены данные о выработке электроэнергии атомных станций за последние четыре года.

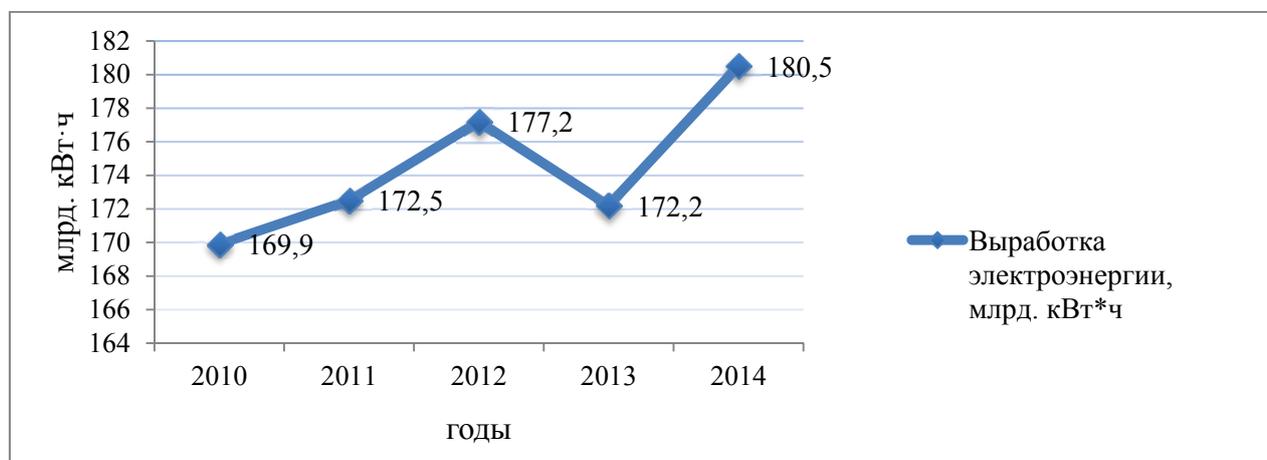


Рис. 2. Выработка электроэнергии атомных электростанций Российской Федерации в период с 2010 по 2014 годы

**Примечание.** Составлено на основе данных: 2010–2013 – [3]; 2014 – [4].

Одной из главных задач функционирования АЭС является повышение коэффициента использования установленной мощности при снижении их безопасности эксплуатации. Они также способствуют борьбе с глобальным потеплением, ежегодно предотвращая выброс в атмосферу 210 млн тонн углекислого газа [3].

Важным условием развития атомной энергетики является совершенствование законодательной базы данной отрасли. В 2011 году были разработаны проекты Федеральных Законов «Об обращении с радиоактивными отходами», «О ядерных установках военного назначения», «Об обращении с отработавшим ядерным топливом», «О регулировании безопасности при использовании атомной энергии». Также осуществляется информационное, аналитическое и техническое обеспечение выполнения международных обязательств Российской Федерации в ядерной сфере.

В 2003 году Правительством Российской Федерации была утверждена Энергетическая стратегия до 2020 года, ставшая одним из первых стратегических документов страны в новом столетии, большинство положений которой способствовали функционированию и развитию отрасли, несмотря на частое изменение внутренних и внешних факторов [5].

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 года была утверждена «Энергетическая стратегия России на период до 2030 года», послужившая значимым этапом в истории формирования долгосрочной энергетической политики России [5]. Она формирует новые стратегические ориентиры развития отрасли в связи с переходом экономики России на инновационный путь развития. На первом этапе развития стратегии (до 2010 года) главным направлением ее осуществления стало развитие рыночной структуры энергетики, осуществлялось повышение цен на газ и минимизация последствий роста цен на энергоресурсы.

В отрасли атомной энергетики в 2000 году была принята «Стратегия развития атомной энергетики до 2050 года», опубликованные показатели которой в настоящее время не достигаются в полной мере. В частности, данная стратегия предусматривала выход размера коэффициента используемой установленной мощности по России на среднемировой уровень к 2007 году, что не было достигнуто (в 2007 году данный показатель был на 10% меньше среднемирового). Также в стратегии планировалась достройка 5 энергоблоков до 2008 года, но запущены в эксплуатацию к этому периоду были лишь два новых энергоблока.

На сегодняшний момент одной из главных задач развития атомной энергетики является разработка целостной институциональной системы государственного регулирования развития топливно-энергетического комплекса, способной к гибкой адаптации к меняющимся условиям на основе установленных базовых принципов.

## Литература

1. Системный оператор единой энергетической системы / Отчет о функционировании ЕЭС в 2013 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://so-ups.ru/fileadmin/files/company/reports/disclosure/2014/ups\\_rep2013.pdf](http://so-ups.ru/fileadmin/files/company/reports/disclosure/2014/ups_rep2013.pdf), своб.
2. Министерство энергетики Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minenergo.gov.ru/activity/powerindustry/powersector/structure/>, своб.
3. Системный оператор единой энергетической системы / Новости / Пресс-релизы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.so-ups.ru/index.php?id=press\\_release\\_view&tx\\_ttnews%5Btt\\_news%5D=5299](http://www.so-ups.ru/index.php?id=press_release_view&tx_ttnews%5Btt_news%5D=5299), своб.
4. Яновский А.Б., Барон Ю.Л. Энергетика России: взгляд в будущее (Обосновывающие материалы к Энергетической стратегии России на период до 2030 года). – М.: Энергия, 2010. – 616 с.
5. Корпоративный сайт агентства «Проатом» / Главная / Все темы сайта / Атомная энергетика России. Время упущенных возможностей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=1334>, своб.



**Куцакова Валентина Еремеевна**

Год рождения: 1936

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом, д.т.н., профессор  
e-mail: vekprof@mail.ru



**Кременевская Марианна Игоревна**

Год рождения: 1961

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом, к.т.н., доцент  
e-mail: Marianna.Kremenevskaya@mail.ru



**Добрягин Руслан Вячеславович**

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом, группа № и4306  
Направление подготовки: 05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств  
e-mail: DobrRV93@yandex.ru



**Калинина Ольга Андреевна**

Год рождения: 1993

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом, группа № и4306  
Направление подготовки: 05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств  
e-mail: olgin445@yandex.ru

УДК 664.9.03; 631.811.98

**ПЕРЕРАБОТКА ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ МЯСНОЙ ОТРАСЛИ  
ДЛЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ КОРМОВЫХ УГОДИЙ**

**Р.В. Добрягин, О.А. Калинина**

**Научные руководители:**

**д.т.н., профессор В.Е. Куцакова; к.т.н., доцент М.И. Кременевская**

Для решения одной из главных задач развития мясного скотоводства – рационального использования залежных земель, природных и сеяных пастбищ, необходима разработка и внедрение в производство новых отечественных белоксодержащих стимуляторов роста и развития растений. В работе рассмотрено применение белковых стимуляторов роста и развития растений из побочных продуктов мясопереработки в условиях полевого опыта. Для решения проблемы обеспечения кормовой базы средне- и крупнорогатого скота в условиях рискованного земледелия Северо-Западного региона была апробирована технология обработки белковыми гидролизатами (стимуляторами роста «Биостим») при выращивании трав луговых в Лужском районе Ленинградской области. Проведение агротехнических, многофакторных экспериментов осуществлялось на специально выделенных участках с хорошо известной историей и преимущественным произрастанием клевера, люцерны и тимофеевки. Результаты применения гидролизатов подтверждают целесообразность данной обработки, поскольку отмечено увеличение урожая и улучшение химического состава кормовых угодий.

**Ключевые слова:** белковые стимуляторы, рост и развитие растений, побочные продукты мясопереработки.

В процессе изыскания и внедрения в производство новых высокоэффективных приемов и способов повышения урожайности сельскохозяйственных культур одно из первых мест принадлежит правильному и современному применению системы минеральных удобрений, стимуляторов роста растений, разработке комплексных мероприятий по защите их от сельскохозяйственных вредителей.

В мировой сельскохозяйственной практике для оптимизации продуктивного процесса у растений, наряду с удобрениями, биологическими и химическими средствами защиты растений (ХСЗР), весьма успешно применяются регуляторы роста. Регуляторы роста и развития растений (РРР), как природные, так и синтетические, используются для повышения продуктивности растений (повышение урожайности, улучшение качества), для защиты растений от нежелательных экстремальных проявлений внешней среды. Они обеспечивают оптимизацию гормональной регуляции в растении, трансформируют морфогенез (как правило, в положительную для практики сторону), регулируют плодоношение, структуру онтогенеза, повышают устойчивость стебля к полеганию, засухе, низким температурам.

Применение физиологически активных препаратов, регулирующих рост и развитие растений на используемых природных и сеяных пастбищах, позволит увеличить не только кормовые ресурсы, но и рационально использовать естественные кормовые угодья, в том числе при освоении залежных земель.

Разработанные нами технологии обработки сельскохозяйственных культур стимулятором роста и развития растений «Белкозин» [1–7] были внедрены в производства сельскохозяйственных предприятий Северо-Западного региона. Стимулятор имеет разрешение на использование при производстве сельскохозяйственной продукции и внесен в «Список» биопрепаратов и регуляторов роста растений Госхимкомиссии от 04.04.96 № 11-6/29-115. Однако в связи с реконструкцией предприятия «Белкозин» производство препарата было остановлено. Это обстоятельство явилось отправной точкой для создания нового биологического стимулятора «Биостим», полученного методом химического гидролиза [8].

Для разработки стимулятора роста и развития растений «Биостим», основным сырьем для производства которого является спилкок гольевой говязий, необходимо было провести анализ энергии связи в структурах коллагена, а также корреляцию между молекулярной массой гидролизата спилка и его технологическими характеристиками [9]. Анализ функций распределения молекулярных масс гидролизатов, определенных методом гель-хроматографии, позволил выявить диапазон концентраций химического катализатора и температур гидролиза, обеспечивающих значения молекулярных масс конечного продукта с заданными свойствами. Основным действующим веществом в препарате, оказывающем стимулирующее действие, является аминокислота глицин (1,20 микромоль/мг) в составе других аминокислот: пролин (0,63 микромоль/мг), аланин (0,58 микромоль/мг), глутаминовая кислота (0,41 микромоль/мг), аспарагиновая кислота (0,155 микромоль/мг) и др.

Впервые разработка технологии обработки новым стимулятором роста проводилась в условиях гидропоники при выращивании салата листового сорта «Афициоз» и открытого грунта при выращивании зеленных культур [10–13]. По всем исследованным параметрам салатные овощи и зеленные культуры, выращенные с применением нового препарата, превышают качественные показатели контрольных растений.

Для решения проблемы обеспечения кормовой базы средне- и крупнорогатого скота в условиях рискованного земледелия Северо-Западного региона на мощностях ОАО «Рассвет» был проведен ряд исследований, связанных с разработкой технологии обработки трав луговых в Лужском районе. Климат этого района является уникальным для Ленинградской области, так как безморозный период длится около 150 дней, тогда как на остальной территории области он не превышает 110.

Проведение первого агротехнического, многофакторного опыта осуществлялось в мае 2014 года на специально выделенных четырех участках с хорошо известной историей,

площадью  $S=100 \text{ м}^2$  каждый, с преимущественным произрастанием клевера и тимофеевкилуговых третьего года посева. Почва делянок – среднесуглинистая, однородная на всей территории, pH – 5,5, содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 140 мг на 1 кг почвы,  $\text{K}_2\text{O}$  – 140 мг на 1 кг почвы. Для соблюдения обязательных условий полевого опыта учитывалась совокупность почвенных, климатических и агротехнических факторов.

Земельные участки обладали следующими свойствами:

1. типичность;
2. однородность почвенного покрова;
3. история опытного участка известна более 3 лет.

Однократная обработка многолетних трав на экспериментальном участке №1 проводилась стимулятором роста «Биостим», выработанным в мае 2014 года, №2 – в октябре 2013 года, №3 – стимулятором роста «Белкозин-А» в период с 10 по 14 день после появления всходов. Концентрация водных растворов стимуляторов составляла 0,195 г/л. Агротехнические работы по внесению стимуляторов роста выполнялись одновременно. Участок №4 являлся контрольным. В ходе проведения мероприятий установлено положительное взаимодействие всех учитываемых факторов эксперимента.

Учет урожая луговых трав проводили сплошным методом. Покос всех участков производился в первую половину цветения растений. После скашивания трав зеленую массу с учетной площади делянки взвешивали сразу.

Результаты фактической оценки урожайности сельскохозяйственных культур представлены в табл. 1.

Таблица 1. Урожайность трав луговых (Эксперимент № 1)

№ участка, наименование стимулятора, дата выработки	Урожайность с участков, кг	Объем дополнительно полученной продукции при обработке стимуляторами роста, кг
1. «Биостим», 05.2014	600	200
2. «Биостим», 10.2013	450	50
3. «Белкозин-А»	450	50
4. Контроль	400	0

Для проведения второго эксперимента (июль) были выбраны два опытных участка общей площадью 4 га. Обработка луговых трав с преимущественным произрастанием тимофеевки, клевера и люцерны первого года посева производилась после первого покоса стимулятором роста «Биостим», произведенным в мае 2014 года. Характеристика земельных участков, соблюдение обязательных условий проведения опыта и концентрация водного раствора стимулятора второго эксперимента были идентичны первому. Обработка трав производилась через распылительную форсунку опрыскивателя со штангами «AMAZONE» с навигационной системой в солнечную погоду. Контрольный покос участков проводился через 30 дней. Данные об урожайности травяных культур представлены в табл. 2.

Таблица 2. Урожайность трав луговых (Эксперимент № 2)

Урожайность, т	Экспериментальный участок	Контрольный участок
	7,26	4,44

Также было исследовано влияние белкового стимулятора роста «Биостим» на корневую систему луговых трав на участке №1 и контрольном участке в эксперименте №1, результаты которого представлены в табл. 3.

Таблица 3. Характеристика корневых систем растений

Образец	Длина корневой системы, м		
	Контроль	«Биостим» 05.2014	Выход, %
Клевер	0,85	0,98	15
Люцерна	0,6	0,72	20
Тимофеевка	1,0	1,2	20

Кроме того, нами был изучен химический состав трав луговых (эксперимент № 2), который представлен в табл. 4. Экстракцию пигментов проводили 80% ацетоном. Определение концентрации хлорофиллов и каротиноидов – стандартным спектрометрическим методом.

Таблица 4. Химический состав клевера, люцерны и тимофеевки луговых

Образец	Сумма хлорофиллов <i>a</i> и <i>b</i> , мг/г сырой массы		Каротиноиды мг/г сырой массы	
	Контроль	«Биостим»	Контроль	«Биостим»
Клевер	3,1	4,2	0,84	1,10
Люцерна	2,4	2,7	0,63	0,92
Тимофеевка	1,2	1,8	0,55	0,98

Как видно из представленных в табл. 1 данных, обработка стимуляторами роста и развития растений приводит к увеличению урожайности. Наилучший результат по отношению к контролю (50%) был достигнут при обработке стимулятором «Биостим», полученным непосредственно перед проведением эксперимента. Министерством сельского хозяйства допускается хранение белковых стимуляторов роста в порошкообразной форме в течение 6 месяцев. Применение стимулятора, срок хранения которого выше указанного, приводит к увеличению урожайности лишь на 12,5%. Из представленных результатов в табл. 3 видно, что при росте растений в одинаковых условиях на опытном участке наблюдалось увеличение длины корневой системы на 15–20%, что по всей вероятности, также приводит к увеличению урожайности.

Во втором эксперименте (табл. 2) увеличение урожайности по отношению к контролю достигает 63,5%. Это связано, по всей вероятности, еще и с погодными условиями, поскольку в июле – августе среднесуточная температура была выше, чем в мае – июне, при наличии дождей.

Из данных, представленных в табл. 4 видно, что во всех образцах трав луговых, обработанных стимулятором «Биостим», наблюдается увеличение содержания пигментов. Так по отношению к контрольным образцам содержание  $\beta$ -каротина в опытных образцах выше в клевере на 31%, в тимофеевке и люцерне на 46%; содержание хлорофилла в клевере на 13,5%, в люцерне на 12, в тимофеевке на 50%. Увеличение содержания пигментов в травах луговых указывает на интенсивность действия фотосинтетического аппарата, что отразилось на активизации физиологических процессов растений.

Таким образом, обработка трав луговых стимулятором роста и развития растений «Биостим» приводит не только к значительному увеличению кормовых угодий, но и к улучшению их химического состава.

Изучение процесса формирования ассортимента регуляторов роста растений (а именно адаптантов, ретардантов и корнестимуляторов), определение степени его соответствия нуждам сельского хозяйства, анализ состояния производств ХСЗР весьма актуальны для выбора перспективных путей развития производства отечественных стимуляторов роста и развития растений и для восстановления этой отрасли химического производства.

### Литература

1. Куцакова В.Е., Яковлева М.И., Кононов А.Н. Получение экологически чистых продуктов растительного происхождения повышенной питательной ценности // Тезисы докладов международной научно-технической конференции «Ресурсосберегающие технологии пищевых производств». – 1999. – С. 188.
2. Кременевская М.И., Куцакова В.Е. Влияние стимуляции и режимов замораживания на качество ягод черной смородины и малины // Прогрессивные технологии и оборудование пищевых производств: Тезисы докладов Всерос. науч.-техн. конф. – 1999. – С. 58–59.
3. Кременевская М.И. Разработка интенсивных технологий быстрого замораживания лесных и садовых ягод: дис. ... канд. техн. наук. – СПб., 2000. – 146 с.
4. Кременевская М.И., Куцакова В.Е. Влияние стимулятора роста БКА на изменения в плодово-ягодном сырье // Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке: материалы международной научн.-техн. конф. – 2001. – С. 383.
5. Куцакова В.Е., Кременевская М.И., Филиппян А.В. Об интенсивной технологии выращивания и тепловой переработке плодов томатов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 2. – С. 29–31.
6. Куцакова В.Е., Кременевская М.И., Марченко В.И. Хранение и переработка косточковых плодов, выращенных с использованием белкового стимулятора роста типа БКА // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. – № 5. – С. 47–49.
7. Куцакова В.Е., Кременевская М.И., Агафонов К. и др. Использование побочных продуктов переработки животноводства для стимуляции роста и развития растений // Материалы VIII Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 89–93.
8. Патент РФ. Способ получения белкового стимулятора роста и развития растений / Куцакова В.Е., Фролов С.В., Кременевская М.И. – № 2533037; опубл. 20.11.14, БИ 1432.
9. Куцакова В.Е., Фролов С.А., Кременевская М.И. и др. Зависимость технологических свойств гидролизатов коллагена от концентрации катализатора // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 12. – С. 20–22.
10. Куцакова В.Е., Кременевская М.И., Марченко В.И. Влияние белковых стимуляторов из побочных продуктов переработки крупного рогатого скота на рост и развитие растений // Изв. СПбГАУ. – 2013. – С. 27–31.
11. Куцакова В.Е., Кременевская М.И., Яровой А. и др. Использование стимулятора роста и развития растений, выработанного на основе коллагенсодержащего сырья, в условиях открытого грунта // Сб. научных трудов «Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования». – 2014. – Т. II. – С. 441–443.
12. Куцакова В.Е., Кременевская М.И., Лаврентьев А. и др. Технология получения стимулятора роста и развития растений из спилка гольевого говяжьего // Сб. научных трудов «Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования». – 2014. – Т. II. – С. 412–414.
13. Куцакова В.Е., Кременевская М.И., Яровой А. и др. Новое о белковых стимуляторах роста и развития растений в условиях гидропоники и открытого грунта // Материалы XII Международной научно-практической конференции «Теория и практика современной науки». – 2014. – Т. I. – С. 292–299.

**Рущенко Нина Геннадиевна**

Факультет точной механики и технологий, кафедра инженерной и компьютерной графики, к.т.н., доцент  
e-mail: rushchenko@mail.ru

**Домнин Виктор Геннадьевич**

Год рождения: 1991  
Факультет точной механики и технологий, кафедра инженерной и компьютерной графики, группа № 5644  
Направление подготовки: 09.04.02 – Информационные системы и технологии  
e-mail: domnin.viktor@gmail.com

**Бурлов Дмитрий Игоревич**

Год рождения: 1988  
Факультет точной механики и технологий, кафедра инженерной и компьютерной графики, аспирант  
Специальность: 05.13.12 – Системы автоматизации проектирования (приборостроение)  
e-mail: burloff@mail.ru

УДК 004.4'27

**ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ КОРОТКОМЕТРАЖНОГО ВИДЕОКОНТЕНТА,  
РАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ЧЕРЕЗ СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ****В.Г. Домнин, Д.И. Бурлов****Научный руководитель – к.т.н., доцент Н.Г. Рущенко**

Объектом исследования данной работы являлись короткометражные видеоролики, распространяемые через Интернет (вирусные видеоролики). **Цель исследования** состояла в изучении принципов создания вирусных видео и создании русскоязычного руководства, содержащего основную информацию о вирусных видеороликах. Задачи исследования: изучение методов по созданию вирусных видеороликов; сравнение социальных сетей, в которых происходит основное распространение; выявление схожих параметров у видеороликов; изучение и выявление классификации видеороликов; изучение эмоционального влияния видеороликов на пользователей; создание примера вирусного видео.

**Ключевые слова:** вирусное видео, видео в социальных сетях, короткометражные ролики, распространение видеороликов.

Короткометражный видеоконтент – основная составляющая современных социальных сетей. Такие видеоролики быстро набирают популярность посредством размещения на своих страницах, ресурсах, а также посредством функции «поделиться с другом».

Интерес пользовательской аудитории к видеоконтенту растет год от года. Если год назад 25% пользовательской активности по распространению видео в «соцмедиа» наблюдалось в первые 3 дня после публикации видеоконтента в сети, то сегодня этот показатель вырос до 42%. Средний дневной показатель активности распространения видеоконтента в социальных медиа за минувшие 12 месяцев в целом возрос с 10% до 18% и практически удвоился. Процент пользовательской активности по распространению видео в «соцмедиа» в первую неделю после публикации за год увеличился с 37% до 65% [1].

Короткометражный видеоконтент легко воспринимается потребителем и может нести рекламный или развлекательный характер в своем большинстве.

**Целью работы** было изучение феномена короткометражного видеоконтента, изучение предпочтений пользователей, которые пользуются социальными сетями и просматривают видео. В социальных сетях – 82,4% «репостов» видео приходится на 17,6% пользователей, т.е. видеоконтентом делится каждый пятый пользователь по всему миру [2]. Получается своеобразный вирусный закон Парето – также как и в экономическом правиле: 80% всей работы делают 20% людей. Эти 20% зрителей – «супер-распределители»: именно они являются главной движущей силой.

В рамках данной работы для анализа был выбран сайт youtube.com. Известный ресурс среди российских пользователей. Изучались характеристики среди видеороликов с наибольшим числом просмотров, взятые из топ-20 популярных видеороликов за год.

Во время исследования анализировались следующие параметры: название, время просмотра, наличие юмористической составляющей, элемент неожиданности, ирония, музыкальная составляющая, присутствие детей на видео, показ талантов. При исследовании был проанализирован общий процент ответов «да», «нет» и «короткий», «длинный», в каждой категории. Таким образом, это помогло определить, является ли данный элемент достаточно важным [3].

Использовались следующие критерии.

- Короткое название. Если название видео состоит из трех или менее слов.
- Время видеоролика. Если видео было около двух минут, оно считается коротким.
- Юмор. Если кто-то смеялся первые 30 сек, оно отмечено положительно.
- Ирония. Отмечено положительно, если в видео представлены моменты, противоречащие социальным ожиданиям.
- Музыка. Отмечено положительно, если в видео присутствует музыкальный элемент.
- Дети. Если в видеоролике присутствуют дети или младенцы, отмечено положительно.
- Таланты. Отмечено положительно, если в видео присутствуют неординарные навыки, умения.

Таблица 1. Результаты оценки видеороликов пользователями сети

№	Название (кол-во слов)	Время (минуты и сек)	Юмор	Неожидан- ность	Ирония	Музыка	Дети	Таланты
1	L(4)	S, 00:56	+	+	+	–	+	–
2	S(3)	L, 06:00	+	+	+	+	–	+
3	S(3)	S, 01:59	+	–	+	–	+	–
4	L(4)	L, 03:05	–	–	+	+	–	+
5	S(1)	L, 03:32	–	–	–	+	–	+
6	S(3)	L, 04:36	–	+	+	+	–	+
7	S(3)	S, 02:12	–	–	+	+	+	–
8	L(4)	S, 02,23	–	+	+	–	–	–
9	S(2)	S, 00:54	–	–	+	+	–	+
10	S(2)	S, 00:05	–	+	+	+	–	–
11	S(2)	L, 04:00	–	+	+	–	–	+
12	S(3)	S, 02:02	–	–	+	+	–	+
13	L(4)	S, 01:31	–	–	+	–	+	+

№	Название (кол-во слов)	Время (минуты и сек)	Юмор	Неожидан- ность	Ирония	Музыка	Дети	Таланты
14	S(3)	S, 02:37	–	–	–	+	–	+
15	L(5)	L, 05:09	–	+	+	+	–	+
16	S(2)	S, 00:16	–	+	+	–	–	–
17	S(3)	S, 01:41	+	+	+	–	–	–
18	S(3)	L, 05:33	–	+	+	+	+	+
19	S(2)	L, 04:00	–	+	+	+	+	+
20	S(2)	S, 01:40	+	–	+	–	+	–
	L=25%	L=40%	+30%	+50%	+90%	+60%	+35%	+60%
	S=75%	S=60%	–70%	–50%	–10%	–40%	–65%	–40%
	~2,76	~2,42						

Обозначения: *S* – короткое, *L* – длинное

Результаты данного исследования, извлеченные из анализа отдельных параметров видео позволяют предположить, что для того чтобы стать вирусным, видео должно обладать широким разнообразием параметров. Большая часть видеороликов имеет в название меньше трех слов, а их продолжительность составляет менее трех минут и имеет фоновую музыку. Эта информация отражает то, что люди обращают больше внимания на тот контент, который легко усваивается [4].

В результате только 30% видеороликов содержит юмор, а это означает, что только 6 из 20 видео смешные. Было выявлено несколько ограничений в результате исследования – параметры – ирония и талант, являются относительными, так как эти элементы являются особым элементом восприятия просмотревшего ролик [5].

Целесообразно продолжить работу в данном направлении для выяснения отдельных типов видеороликов, рассмотрения путей распространения через социальные сети, выявление (создание) критериев оценки эффективности видеороликов, создания подробного описания процесса создания видеоролика.

#### **Выводы:**

- проанализированы основные принципы, используемые при создании короткометражного видео;
- проведен сравнительный анализ параметров, встречающихся в разных видеороликах на youtube;
- выбраны ресурсы для дальнейшего анализа, популярные у российских пользователей (ООО «В Контакте»; vimeo).

#### **Литература**

1. Unruly [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://unruly.co/news/article/2014/11/13/17-9-internet-users-account-80-video-shares-says-unruly/>, своб.
2. Rosenberg B. What I Learned from YouTube. The Chronicle of Higher Education [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://chronicle.com/article/What-I-Learned-From-YouTube/65141/>, своб.
3. Меметический подход к изучению принципов распространения информации в социальных сетях и социальных медиа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [vak2.ed.gov.ru/idcUploadAutoref/renderFile/132520](http://vak2.ed.gov.ru/idcUploadAutoref/renderFile/132520), своб.

4. Бурлов Д.И., Меженин А.В., Немолочнов О.Ф., Поляков В.И. Автоматизация выбора метода сжатия цифрового видео в интеллектуальных системах железнодорожного транспорта // Вестник РГУПС. – 2014. – № 1(53). – С. 35–40.
5. Меженин А.В., Бурлов Д.И. Автоматизация выбора метода сжатия цифрового видео // Труды XX Всероссийской научно-методической конференции «Телематика'2013». – 2013. – С. 311–312.



**Дроздов Егор Анатольевич**

Год рождения: 1992

Факультет инфокоммуникационных технологий, кафедра программных систем, группа № 5957

Направление подготовки: 11.04.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи

e-mail: drozdov.e1@yandex.ru

УДК 004.514

## **ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ GUI-ИНТЕРФЕЙСА, ОРИЕНТИРОВАННОГО НА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ**

**Е.А. Дроздов**

**Научный руководитель – к.т.н., доцент Н.А. Осипов**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 914699 «Обеспечение информационной защиты данных в корпоративном учебном облаке».

Рассмотрены основные принципы построения GUI-интерфейсов для электронного ресурса или программного обеспечения. Особое внимание уделяется на расположение элементов форм и их влияние на пользователя. Также сравнивается тестирование с помощью пользователей и специальных программных сервисов.

**Ключевые слова:** usability, GUI-интерфейс, юзабилити-тестирование.

В настоящее время существует огромное разнообразие вычислительной техники, для большинства из которой разработано программное обеспечение или электронные ресурсы со своим интерфейсом, позволяющие рядовому пользователю визуализировать общение с машинным кодом.

Пользователи часто судят о качестве системы в целом, исходя из качества ее интерфейса. Более того, от качества интерфейса зависит результативность использования системы. Разработка программного интерфейса всегда являлась трудоемкой работой, отнимающей много времени у разработчиков. В данный момент разработка интерфейса входит в состав такой дисциплины, как usability.

Usability – это научно-прикладная дисциплина, занимающаяся увеличением эффективности, продуктивности и удобства пользования инструментами системы.

Usability продукта определяется следующими факторами:

- наличие требуемой пользователем функциональности и ее работоспособность;
- простота использования продукта и скорость обучения.

Сам процесс проектирования графического интерфейса пользователя (GUI – Graphical User Interface) представляет собой междисциплинарную деятельность. Отдел разработки интерфейса, как правило, состоит из графического дизайнера, аналитика требований, специалиста в области социальной психологии, системного проектировщика, программиста,

а также других специалистов, в зависимости от характера и направления создаваемого программного продукта [1].

Существует ряд общих принципов для оптимизации usability приложения или сайта: какие элементы интерфейса создать, какой у них должен быть дизайн, где их правильно размещать и как они должны себя вести.

- Один из самых важных, без него о usability принципиально нельзя говорить – интерфейс должен быть интуитивно понятным. Таким, чтобы пользователю не требовалось объяснять, как им пользоваться. Иначе в тот момент, когда пользователь увидит беспорядочный интерфейс, он сделает соответствующие выводы и, скорее всего, больше никогда не будет пользоваться данной системой.
- Для упрощения процесса изучения необходима справка.
- Следуйте правилу «существительное – глагол». Например, «Файл – Открыть». Это позволяет оптимизировать огромное меню. Обычно создают ленту вверху с главными сущностями, и уже в эти сущности можно добавить подсущности или глагол.
- К разработке интерфейса обычно приступают после установления задачи или набора задач, для которых продукт предназначен. Только после фиксирования намеченных задач начинается построение меню и разметка окна.
- Разрабатывайте интерфейс исходя из принципа наименьшего возможного количества действий со стороны пользователя.
- Сначала дизайн, потом сетка элементов. После идеи и черновых эскизов, чтобы зафиксировать ключевые моменты, можно приступить к дизайну.
- Предсказуемость результата. Это еще одно фундаментальное правило – более высокая предсказуемость, фактически, означает удобнее.

Тестирование usability является последним этапом разработки интерфейса программного обеспечения, но от этого не является менее важным. Чтобы узнать, насколько удобен сайт или другой программный продукт для пользователей, следует спросить об этом у них самих. Основные пункты, по которым собираются данные при пользовательском тестировании:

- речь модератора и участника;
- выражение лица участника (снимается на видеокамеру);
- изображение экрана компьютера, с которым работает участник;
- перемещение курсора и нажатия на клавиши мыши;
- использование клавиатуры;
- переходы между экранами (браузера или другой программы).

Но считается, что тестирование «на живых людях» отнимает много сил и времени у разработчика и владельца ресурса. В этом случае существуют online-инструменты для usability-тестирования. С их помощью можно узнать, как продукт отвечает ожидаемым требованиям пользователей, и в то же время, сэкономить время и средства на проведение исследований. Некоторый перечень online-сервиса можно посмотреть в работе [2].

В завершение следует отметить, что графический интерфейс пользователя – это обширная тема, тесно переплетенная с психологией, занимающая умы ученых и сотни страниц книг и исследований. Соблюдение базовых принципов позволит строить интерфейсы более дружелюбные к пользователю, а также упростить сам процесс проектирования.

## Литература

1. Купер А. Психбольница в руках пациентов. Почему высокие технологии сводят нас с ума и как восстановить душевное равновесие. – Символ-Плюс, 2004. – 336 с.

2. 10 эффективных инструментов для юзабилити-тестирования: обзор и сравнение / Хабрахабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/company/eurostudio/blog/109010/>, своб.
3. 5 секретов хорошего интерфейса. Личный опыт / Хабрахабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/171819/>, своб.
4. Проектирование графического интерфейса пользователя / Хабрахабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/208966/>, своб.



**Дубицкая Елизавета Андреевна**

Год рождения: 1993

Факультет технологического менеджмента и инноваций,  
кафедра экономики и стратегического менеджмента, группа № 5072

Направление подготовки: 38.04.01 – Экономика

e-mail: [dubitskaya.elizaveta@gmail.com](mailto:dubitskaya.elizaveta@gmail.com)



**Цуканова Ольга Анатольевна**

Год рождения: 1980

Факультет технологического менеджмента и инноваций,  
кафедра экономики и стратегического менеджмента, д.э.н., профессор

e-mail: [zoa2008@list.ru](mailto:zoa2008@list.ru)

УДК 338.4

**ПОНЯТИЕ И СУЩНОСТЬ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Е.А. Дубицкая, О.А. Цуканова**

**Научный руководитель – д.э.н., профессор О.А. Цуканова**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 610749 «Проектирование и экономическое обоснование оптических систем для фундаментальных и прикладных исследований».

В работе уточнены понятия и сущность процесса коммерциализации результатов научной деятельности, трендовые направления политики Российской Федерации в области науки и технологий. Авторы определяют основные этапы процесса коммерциализации, реализация которых способствует эффективному выводу научно-технической продукции на рынок.

**Ключевые слова:** коммерциализация, результаты научной деятельности, научно-технические разработки, опытно-конструкторские разработки.

В современном мире экономика страны может считаться эффективной при условии осуществления постоянной инновационной деятельности по приоритетным направлениям научно-технического развития. Создание конкурентоспособного сектора исследований и разработок, обеспечение его ведущей роли в процессах технологической модернизации может позволить государству занять лидирующие позиции на мировом рынке.

Использование результатов научной деятельности в различных отраслях является основой мировой экономики и ее динамичного развития. При этом коммерциализации как процессу разработки и реализации ряда мероприятий, с помощью которых результаты научных исследований и опытно-конструкторских разработок можно предложить на

рынках товаров и услуг с коммерческими целями, следует уделять значительное внимание на всех этапах создания научно-технической продукции [1].

В российской практике существует множество примеров того, как в научных организациях осуществлялись научно-технические разработки, которые не были внедрены на рынок, следовательно, не принесли коммерческого результата. В связи с этим становится актуальной проблема разработки грамотного комплекса мер по коммерциализации результатов научно-технических разработок и опытно-конструкторских работ.

Под результатом научной деятельности следует понимать продукт научной деятельности, содержащий новые знания или решения.

В научной и правовой литературе понятие «коммерциализация результатов научной деятельности» определяется как:

- деятельность по вовлечению в экономический оборот научных и (или) научно-технических результатов [2];
- процесс превращения объекта собственности (инновации) в прибыль средствами торговли [3];
- получение дохода от продажи инновации или использования в собственном производстве [4];
- процесс, с помощью которого результаты научных исследований и опытно-конструкторских разработок (НИОКР) своевременно трансформируются в продукты и услуги на рынке [5];
- форма технологического трансфера, при которой потребитель приобретает права на использование знаний и выплачивает их владельцу (разработчику технологий) в той или иной форме вознаграждения в рамках, определяемых условиями лицензионного договора между ними [6].

Таким образом, сущность коммерциализации результатов научной деятельности заключается во внедрении результатов научной деятельности, передачи интеллектуальных прав собственности коммерческим организациям для производства на ее основе инновационной продукции или оказания услуг, направленных на удовлетворение спроса и получение прибыли.

Коммерциализация результатов научной деятельности неразрывно связана с инновационным процессом, в ходе которых научный результат реализуется с получением коммерческого эффекта.

Политика Российской Федерации в области науки и технологий направлена на развитие фундаментальной и прикладной науки, обеспечение ее глобальной конкурентоспособности, использование результатов научной деятельности с коммерческими целями. В настоящее время ведется работа по развитию научной инфраструктуры в России. Наиболее ярким примером является строящийся в Москве инновационный центр «Сколково» – комплекс по разработке и коммерциализации новых технологий. Целью создания комплекса является разработка новейших технологий с их последующим внедрением во все сферы жизнедеятельности человека, в том числе модернизация добывающей и перерабатывающей промышленности, разработка концептуальных решений в сфере энергосбережения и энергопотребления, внедрение новейших технологий в отечественное машиностроение и так далее.

На сегодняшний день к коммерческим формам передачи технологий следует отнести: лицензионные соглашения на передачу прав на использование технической документации; предоставление прав на использование объектов интеллектуальной собственности; субконтракты на проведение совместных НИОКР; передачу научно-технических данных, программного обеспечения; инвестиционные соглашения.

Процесс коммерциализации результатов научной деятельности последовательно разрабатывается на протяжении нескольких стадий, направленных на трансформацию научных достижений в новые товары и услуги на рынке.

1. Этап создания проекта коммерциализации. Автор научного исследования предлагает решение, потенциально востребованное на рынке, что предполагает либо продолжение научных исследований, поиск решений для получения наилучших научно-технических результатов, либо вовлечение готового результата научной деятельности в коммерческий оборот. После формирования идеи, разработки технического проекта, поиска инвесторов необходимо наглядно обосновать, что идея результативна и может стать основой будущего устойчивого бизнеса. Для этого следует продемонстрировать результаты изучения рынка, выделить возможности и угрозы внешней среды, обосновать преимущества и недостатки технологии перед продуктами-конкурентами, создать эскизный проект и разработать рабочую конструкторскую документацию на изготовление опытного образца. Идея приобретает вид технологий и завершающим этапом стадии является создание лабораторного образца.
2. Этап демонстрации прообраза рыночного предложения, на котором происходят испытания опытного образца. Демонстрация опытного образца потенциальному потребителю позволит практически оценить предложение с точки зрения потребностей и предпочтений, установить обратную связь с покупателем. Успешное прохождение стадии демонстрации позволяет перейти к организации серийного производства.
3. Этап постоянного продвижения и поддержки товара на рынке, в рамках которого необходимо проводить стимулирующие мероприятия (организация рекламы и публикаций в профильных журналах, создание учебных подразделений). Анализ состояния рынка во время разработки продукта не может включать в себя прогноз реакции потребителей на выход нового продукта. Построенный на инновациях бизнес должен быть гибким к изменениям внешней и внутренней среды, и в первую очередь к потребностям и запросам потребителей.

После прохождения очередной стадии (этапа) происходит увеличение стоимости научно-исследовательской разработки. Процесс коммерциализации предполагает последовательные и четкие решения, направленные на достижение определенного коммерческого результата. На каждой стадии процесса коммерциализации решаются различные специфические задачи. По мере продвижения по перечисленным стадиям коммерциализации растут вложения капитала в проект, увеличивается количество человеческих ресурсов, вовлеченных в проект, снижаются риски.

Результативность коммерциализации результатов научной деятельности определяется: увеличением объема продаж товаров и услуг; повышением качественных параметров товаров-разработок; снижением цены и себестоимости продукции; возвратом инвестиций в научные исследования, продолжением финансирования научно-исследовательских проектов, что позволяет создавать новые научно-технические и опытно-конструкторские разработки.

**Заключение.** В работе проведен анализ существующих определений понятия «коммерциализация результатов научной деятельности», определена сущность процесса, его основные этапы, успешная реализация которых призвана способствовать получению высоких социально-экономических и финансовых результатов хозяйственной деятельности. Исходя из проведенного анализа, можно сделать вывод о том, что коммерциализация результатов научной деятельности является сложным многоуровневым процессом. Сущность коммерциализации результатов научной деятельности заключается в реализации комплекса мер, направленных на получение коммерческого результата от использования научно-технических и опытно-конструкторских разработок.

## Литература

1. Цуканова О.А., Шашкова Е.В. Особенности коммерциализации научно-технической продукции в России // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/pdf/2013/2/448.pdf>, своб.
2. Мухопад В.И. Сущность, средства и проблемы коммерциализации интеллектуальной собственности в российской экономике // Материалы секционного заседания Третьего Всероссийского форума «Интеллектуальная собственность – XXI век». – 2010. – 96 с.
3. Монастырский Е.А., Грик Я.Н. Ресурсный подход к построению бизнес-процессов и коммерциализации разработок // Инновации. – 2004. – № 7. – С. 85–87.
4. Козметский Дж. Вызов технологических инноваций на пороге новой эры общемировой конкуренции // Трансфер технологии и эффективная реализация инноваций. – 1999. – С. 11.
5. Антонец В.Л., Нечаева Н.В., Хомкин К.А., Шведова В.В. Инновационный бизнес: формирование моделей коммерциализации перспективных разработок. Учебное пособие. – М.: Дело АНХ, 2009. – 320 с.
6. Федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике» (с изм. и доп., вступающими в силу с 01.01.2014) от 23.08.1996 № 127-ФЗ (ред. от 02.11.2013).



### Евсеев Михаил Сергеевич

Год рождения: 1991

Факультет криогенной техники и кондиционирования,  
кафедра криогенной техники, группа № и5451

Направление подготовки: 141200 – Системы ожижения и разделения  
газов и их транспортирование

e-mail: m.c.e@list.ru

УДК 536.24

## АНАЛИЗ И РАСЧЕТ ТЕПЛОПРИТОКОВ К ЭКРАНАМ ТЕРМОБАРОКАМЕРЫ

М.С. Евсеев

Научный руководитель – к.т.н. В.Н. Замарашкина

В работе поставлена задача проанализировать теплопритоки от окружающей среды к экранам термобарокамеры. Проведенный анализ показал, что суммарный теплоприток от кожуха к экранам термобарокамеры определяется тремя составляющими: теплопритоком по тепловым мостам, лучистым теплопритоком и теплопритоком за счет теплопроводности остаточных газов. Определена степень влияния каждой составляющей на величину суммарного теплопритока.

**Ключевые слова:** термобарокамера, суммарный теплоприток, лучистый теплоприток, теплоприток по тепловым мостам, теплоприток за счет теплопроводности остаточных газов.

Термобарокамеры имитируют условия космического пространства при проведении тепловакуумных испытаний космических аппаратов. Условия, создаваемые в таких имитационных установках, и их методические особенности, определяются задачами, решаемыми при отработке конкретного космического аппарата с учетом особенностей траектории и целей его полета. Это могут быть испытания: по определению предельных температур конструкции и оборудования; по определению основных теплофизических характеристик; по определению герметичности космических аппаратов, его узлов и агрегатов [1].

При конструировании таких установок одной из основных задач, наряду с обеспечением постоянства давления, является обеспечение постоянного температурного

уровня внутри установки. Для решения данной задачи используют различного рода охлаждаемые экраны.

Для проведения анализа была выбрана термобарокамера рабочим объемом  $10 \text{ м}^3$  с рабочим давлением  $10^{-5} \text{ Па}$  и температурой криостатирования  $100 \text{ К}$ . Термобарокамера представляет собой цилиндрический сосуд, закрытый с двух сторон крышками. Крышки фиксируются вакуумными прижимами, но различаются по способу крепления. Одна вместе с изоляцией движется по направляющим рельсам, вторая закреплена на петлях. Все элементы корпуса выполнены из нержавеющей стали. Для теплоизоляции внутреннего пространства камеры используется экран шевронного типа, охлаждаемый азотом. Для поддержания требуемой глубины вакуума в термобарокамере имеется криопанель. Теплоизоляция выполнена по всему периметру кожуха, криопанель также изолирована от теплопритока из рабочей полости камеры.

Проведенный анализ показал, что суммарный теплоприток от кожуха к экранам термобарокамеры  $Q_{\Sigma}$  определяется тремя составляющими [2, 3]:

$$Q_{\Sigma} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{ог}} + Q_{\text{тм}},$$

где  $Q_{\text{тм}}$  – теплоприток по тепловым мостам;  $Q_{\text{л}}$  – лучистый теплоприток;  $Q_{\text{ог}}$  – теплоприток за счет теплопроводности остаточных газов.

Теплоприток по тепловым мостам определяет теплопередачу от кожуха к экрану через рельсы и колеса. Его величина зависит от количества контактов  $n$  и от теплопритока по каждому из тепловых мостов:

$$Q_{\text{тм}} = nQ_{\text{колес}},$$

где  $Q_{\text{колес}}$  – теплоприток через колесо к экрану,  $Q_{\text{колес}} = \frac{1}{R_{\text{к}}} \Delta T_2$ ;  $\Delta T_2$  – разница температур между теплой и холодной поверхностью колеса,  $\Delta T_2 = 160 \text{ К}$ ;  $R_{\text{к}}$  – тепловое сопротивление контакта,  $R_{\text{к}} = \frac{k}{\lambda \cdot 2 \cdot a \cdot R_r}$ ;  $k$  – коэффициент зависящий от формы тела, находящегося в контакте, и от отношения размеров тела к размерам контактного пятна,  $k = 1,14$ ;  $a$  – радиус контактной площадки,  $a = 0,0354rP^{\frac{1}{3}}$ ;  $r$  – радиус колеса,  $r = 0,05 \text{ м}$ ;  $P$  – удельная нагрузка,  $P = \frac{p_1}{2 \cdot \pi \cdot r^2}$ ;  $p_1$  – прижимная сила.

Вторая составляющая теплопритока – перенос теплоты излучением  $Q_{\text{л}}$ . Лучистый теплоприток определяется переносом энергии от теплой к холодной поверхности электромагнитным излучением в области его инфракрасного спектра при длине волн  $\lambda > 10 \text{ мкм}$ . Лучистый поток может излучаться, поглощаться, отражаться. Для расчета этой составляющей можно использовать выражение [2]:

$$Q_{\text{л}} = \sigma_s \varepsilon_{\text{пр}} \left( \left( \frac{T_o}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_x}{100} \right)^4 \right) F_x,$$

где  $\sigma_s = 5,77 \text{ кВт/(м}^2 \cdot \text{К}^4)$ ;  $T_o$  – температура окружающей среды, при которой находится кожух термобарокамеры,  $T_o = 295 \text{ К}$ ;  $T_x$  – температура экрана,  $T_x = 100 \text{ К}$ ;  $\varepsilon_{\text{пр}}$  – приведенная степень черноты рассматриваемой системы излучающих тел.

Приведенная степень черноты зависит от степеней черноты кожуха и экрана и их площадей, и может быть рассчитана по формуле [3]:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \frac{1}{\frac{1}{E_o} + \frac{F_o}{F_x} + \left( \frac{1}{E_x} - 1 \right)},$$

где  $E_o = A_o + B_o T_o$ ,  $E_o$  – степень черноты кожуха термобарокамеры при температуре  $T_o$ ;  $A_o$  и  $B_o$  – коэффициенты, зависящие от материала, из которого изготовлен кожух (нержавеющая сталь),  $A_o = 3,979 \cdot 10^{-2}$ ,  $B_o = 1,214 \cdot 10^{-4}$ ,  $E_x = A_x + B_x T_x$ ,  $E_x$  – степень черноты экрана термобарокамеры при температуре  $T_x$ ;  $A_x$  и  $B_x$  – коэффициенты, зависящие от материала, из которого изготовлен экран (медь),  $A_x = 1,478 \cdot 10^{-2}$ ,  $B_x = 5,12 \cdot 10^{-4}$ .

Теплоприток за счет теплопроводности остаточных газов  $Q_{\text{ог}}$  определяется движением молекул газа, остающихся в изоляционном пространстве даже при высоком вакууме. В

разреженной среде механизм переноса теплоты иной, чем при атмосферном давлении, конвекция и теплопроводность в обычном понимании этого термина отсутствуют. Для определения величины этого теплопритока используем выражение [2]:

$$Q_{ог} = \alpha \left( \frac{k+1}{k-1} \right) \frac{18,2 \cdot P_p}{\sqrt{\mu \cdot T_o}} (T_o - T_x) F,$$

где  $F$  – площадь холодной поверхности, т.е. экрана, м<sup>2</sup>;  $k$  – показатель адиабаты,  $k = 1,4$ ;  $\alpha$  – коэффициент аккомодации, принимаем,  $\alpha = 1$ ;  $\mu$  – молярная масса воздуха,  $\mu = 29$  г/моль.

В результате расчета получены следующие значения составляющих теплопритока:  $Q_{тм} = 220$  Вт,  $Q_{л} = 186,4$  Вт,  $Q_{ог} = 0,059$  Вт, а суммарный теплоприток к экранам термобарокамеры равен  $Q_{\Sigma} = 406,4$  Вт.

Следует отметить, что на теплоприток по тепловым мостам приходится 54% суммарного теплопритока, второй по величине – лучистый теплоприток (45,9%). А теплоприток за счет теплопроводности остаточных газов пренебрежимо мал (0,01%). Из этого следует, что главной задачей, которую необходимо решить для уменьшения суммарного теплопритока к экранам термобарокамеры, становится борьба с теплопритоком по тепловым мостам.

### Литература

1. Кравченко С.В., Нестеров С.Б., Романько В.А., Тестоедов Н.А., Халиманович В.И., Христоч В.В. Подходы к созданию комплексных систем для отработки и испытания космических аппаратов. – М.: НОБЕЛЛА, 2012. – 31 с.
2. Архаров А.М., Архаров И.А., Беляков В.Л. и др. Криогенные системы: учебник для студентов вузов по специальностям «Техника и физика низких температур» и «Холодильная, криогенная техника и кондиционирование»: в 2 т. – Т. 2. Основы проектирования аппаратов, установок и систем. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1999. – 720 с.
3. Малков М.П. Справочник по физико-техническим основам криогеники. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоиздат, 1985. – 482 с.



**Егоров Дмитрий Игоревич**

Год рождения: 1989

Факультет оптико-информационных систем и технологий,  
кафедра прикладной и компьютерной оптики, аспирант

Специальность: 05.11.07 – Оптические и оптико-электронные приборы  
и комплексы

e-mail: wisdom555@rambler.ru

УДК681.7.067.288.3

## ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ОБЪЕКТИВОВ ДЛЯ ОПТИЧЕСКОЙ КОГЕРЕНТНОЙ ТОМОГРАФИИ

**Д.И. Егоров**

**Научный руководитель – к.т.н., доцент Е.А. Цыганок**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 610749 «Проектирование и экономическое обоснование оптических систем для фундаментальных и прикладных исследований».

В работе приведен обзор схемы спектрального сканирования для решения задач оптической когерентной томографии с использованием гибридных объективов с гиперхроматическими компонентами. В исследовании приводится результат анализа возможности расчета линзовых гиперхроматических объективов для заданного спектрального диапазона. Анализируется возможность использования киноформа в качестве силового компонента гиперхроматического

объектива. Приводятся результаты габаритного расчета киноформа и выводы по итогам его абберационного анализа. В исследовании приводятся примеры разработанных по специальной методики объективов объектного и опорного канала микроскопа.

**Ключевые слова:** оптическая когерентная томография, гиперхроматический объектив, киноформ, гибридный объектив, интерференционный микроскоп.

Исследование внутренней микроструктуры объектов неразрушающими методами нашло широкое применение в современном мире [1]. Восстановление трехмерного изображения исследуемых объектов осуществляется с применением ультразвуковой, магнитно-резонансной, рентгеновской и другими видами томографии. Существенное развитие в последнее время получил метод оптической когерентной томографии. Метод основан на использовании схемы микроинтерферометра, разработанного В.П. Линником в 1930-е годы [2] (рис. 1).



Рис. 1. Упрощенная схема интерференционного микроскопа

Для измерения микронеровностей поверхности В.П. Линник разработал микроинтерферометр, представляющий собой насадку, вкручивающуюся в тубус микроскопа вместо объектива. Свет от источника в микроинтерферометре делится полупрозрачной светоделительной пластинкой (как в интерферометре Майкельсона), часть его отражается от зеркала и идет к приемнику излучения, часть отражается от исследуемой поверхности и также идет к приемнику. Пучки света интерферируют, и в плоскости приемника можно наблюдать интерференционную картину.

Такая схема использовалась в исследованиях методов интерферометрии малой когерентности в Массачусетском технологическом институте в конце 1980-х годов. В 1996 году была создана первая серийная система оптической когерентной томографии (ОКТ), предназначенная для офтальмологической диагностики глаукомы методом прямого наблюдения состояния зрительного нерва и сетчатки глаза [1]. В настоящее время метод ОКТ получил широкое распространения во многих отраслях медицины, в том числе как неинвазивный метод исследования состояния кожи и раннего диагностирования заболевания. ОКТ применяется в биологии для изучения микроструктур растительных тканей. Метод ОКТ исключительно информативен при изучении поверхностей предметов искусства, например для определения подлинности или возраста объекта исследования [3–5].

В классической схеме интерференционного микроскопа сканирование по глубине объекта осуществляется за счет осевого перемещения зеркала в опорном плече интерферометра. В настоящем исследовании предлагается заменить механическое сканирование на спектральное за счет использования в качестве источника излучения лазера с перестраиваемой длиной волны и гиперхроматического объектива с заданным хроматизмом положения в объектном канале микроскопа.

Авторам исследования не удалось достичь необходимую глубину сканирования, т.е. нужного хроматизма положения в среде с показателем преломления 1,447 не менее 1 мм для спектрального диапазона 1,26–1,36 мкм (спектральный диапазон задан параметрами источника излучения), с применением стекол и кристаллов в качестве компонентов

гиперхроматического объектива, что объясняется дисперсионными свойствами материалов [6]. В работе [7] также приведен пример расчета гиперхроматического объектива для ближней инфракрасной области спектра (0,9–1,0 мкм). Достигнутый хроматизм положения не превышает 0,5 мм.

В качестве основного силового компонента объектива с заданным хроматизмом положения решено использовать киноформ. Киноформ представляет собой фазовую осесимметричную круговую дифракционную решетку с переменным шагом [8–10]. Киноформ, ввиду особой дисперсии, нашел широкое применение в качестве компенсатора хроматических aberrаций [11] в оптических системах с линзовыми компонентами.

Было проведено исследование aberrационных свойств киноформа и показано, что киноформ идеально исправляет сферическую aberrацию третьего и высших порядков, при исправленной сферической aberrации у киноформа также отсутствует сферохроматическая aberrация. Но при больших значениях апертуры и поля значение комы и других полевых aberrаций не удовлетворяет условиям задачи, а значит использовать киноформ в качестве единственного компонента объектива объектного канала микроскопа нельзя. В ходе компьютерного моделирования была установлена зависимость между оптической силой киноформа и его первым параметрическим коэффициентом:

$$\alpha_1 = \frac{-0,5M^2\lambda_r}{\lambda_0 f'_k}, \quad (1)$$

где  $M$  – масштаб, выбираемый таким образом, чтобы параметрические коэффициенты киноформа не принимали больших отрицательных значений, во избежание потери точности;  $\lambda_r$  – условная длина волны записи голограммы (киноформа);  $\lambda_0$  – рабочая длина волны;  $f'_k$  – фокусное расстояние киноформа.

Была выведена формула для расчета комы киноформа:

$$\eta_k = \frac{1}{\cos\sigma'_k} - 1, \quad (2)$$

где  $\cos\sigma'_k$  – косинус апертурного угла киноформа.

Также была обнаружена возможность коррекции параметрическими коэффициентами киноформа сферической aberrации третьего и высших порядков, вносимой линзовыми компонентами объектива.

Ввиду невозможности использования киноформа в качестве единственного компонента гиперхроматического объектива, была разработана методика расчета гибридных объективов, состоящих из киноформа и линзовой части. Подробное описание методики приведено в [12, 13]. Для расчета фокусного расстояния киноформа на основе инварианта Лагранжа–Гельгольца была выведена следующая зависимость:

$$f'_k = \frac{mf'_{06}\Delta\lambda}{\lambda_0 \delta \operatorname{tg}\sigma'_{06}}, \quad (3)$$

где  $m$  – половина диаметра входного зрачка объектива;  $f'_{06}$  – фокусное расстояние объектива;  $\Delta\lambda$  – спектральный диапазон;  $\lambda_0$  – основная длина волны;  $\delta$  – глубина сканирования, заданное значение хроматизма положения;  $\operatorname{tg}\sigma'_{06}$  – тангенс апертурного угла объектива.

На основе разработанной методики рассчитаны гибридные объективы для спектральных диапазонов 0,8–1,0 мкм и 1,26–1,36 мкм с фокусными расстояниями 16 мм и 32 мм и числовыми апертурами 0,2 и 0,4. На рис. 2 представлена схема одного из рассчитанных объективов. На схеме приведены названия компонентов, каждый из которых исполняет роль корректора. Киноформ необходим для получения нужной глубины сканирования (хроматизма положения), а также для коррекции сферической aberrации. Для исправления комы киноформа предложено использовать мениск (компенсатор комы В.Н. Чуриловского). Он не вносит aberrаций третьего порядка, имеет увеличение, равное 1. Выяснено, что киноформ обладает также астигматизмом, равным астигматизму тонкой линзы. Для исправления этой aberrации вводится плоско-выпуклая линза с конфокальной поверхностью и корректируется воздушный промежуток между выпуклыми поверхностями. Для исправления кривизны поверхности изображения, которая также присутствует в

системе, вводится апланатический компенсатор. Для исправления сферохроматической aberrации мениск В.Н. Чуриловского целесообразно изготовить в виде склейки с ахроматическим радиусом.

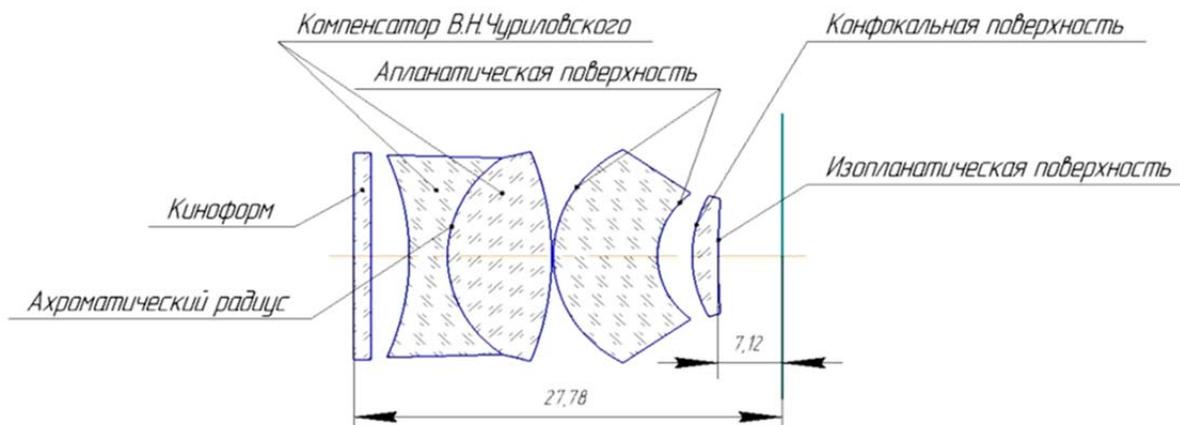


Рис. 2. Схема гибридного объектива 1

На рис. 3 представлена схема другого гибридного объектива. Здесь коррекция астигматизма и кривизны поверхности изображения достигнута благодаря использованию одного вытянутого мениска с конфокальной и близфокальной поверхностями.

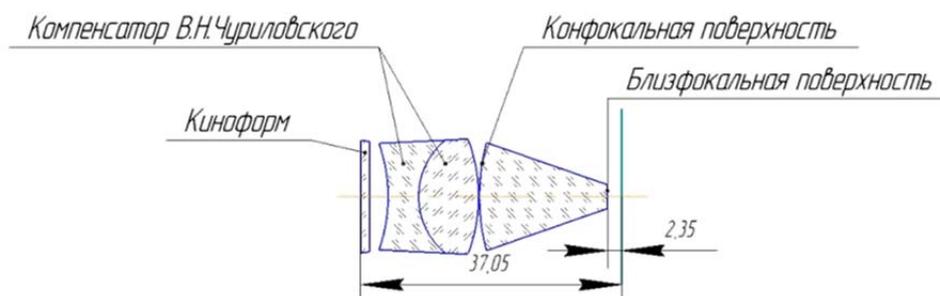


Рис. 3. Схема гибридного объектива 2

Применение того или иного компенсатора в схеме гибридного объектива обосновывается необходимостью коррекции aberrаций, величина которых, в свою очередь, определяется габаритными характеристиками системы и рабочим спектральным диапазоном. В ряде случаев, при небольших значениях апертуры и поля, применение того или иного компенсатора нецелесообразно. На рис. 4 приведена схема гибридного объектива, состоящего из киноформа и двух линз со сферическими поверхностями. В объективе присутствует заданное значение хроматизма положения при полной коррекции других aberrаций.

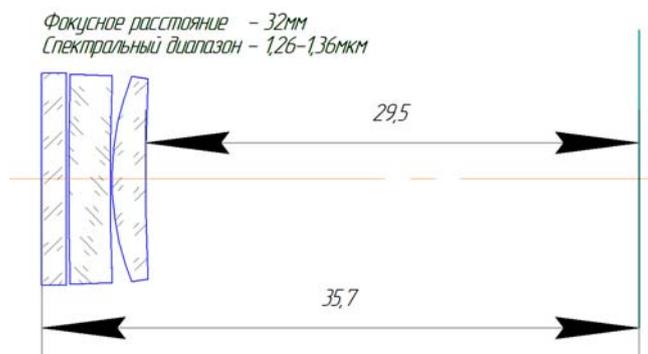


Рис. 4. Схема гибридного объектива 3

Несомненно, самым сложным с технологической точки зрения компонентом гибридного объектива является киноформ. Частота зон киноформа в некоторых

рассчитанных схемах достигает 200 на 1 мм. Для решения вопроса о целесообразности применения киноформа в спектральном диапазоне, отличном от заданного, была исследована спектральная область 0,8–1,0 мкм. В ходе исследования дисперсионных свойств стекол и кристаллов была выбрана пара флюорит–селенид цинка и на ее основе был рассчитан гиперхроматический объектив для спектральной области 0,8–1,0 мкм с числовой апертурой 0,2 и фокусным расстоянием 32 мм. Для коррекции астигматизма была добавлена линза из стекла К8. Схема объектива представлена на рис. 5.

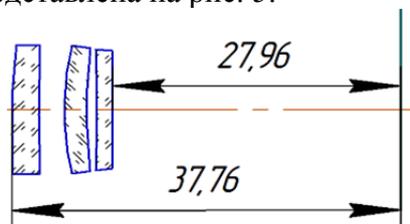


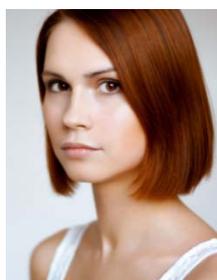
Рис. 5. Гиперхроматический объектив без киноформа

В ходе исследования и компьютерного моделирования были рассчитаны объективы опорного канала интерференционного микроскопа. Для расчета использовался принцип модульного проектирования, а также теория аберраций третьего порядка [14, 15]. Все объективы обладают дифракционным качеством изображения.

### Литература

1. Гуров И.П. Оптическая когерентная томография: принципы, проблемы и перспективы. В кн.: Проблемы когерентной и нелинейной оптики. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2004. – С. 6–30.
2. Мирошников М.М. Академик Владимир Павлович Линник – основоположник современной оптотехники (к 120-летию со дня рождения) // Оптический журнал. – 2010. – Т. 77. – № 6. – С. 66–77.
3. Гуров И.П., Жукова Е.В., Маргарянц Н.Б. Исследование внутренней микроструктуры материалов методом оптической когерентной микроскопии с перестраиваемой длиной волны // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2012. – № 3 (79). – С. 43–48.
4. Гуров И.П., Жукова Е.В., Левшина А.В. Применение метода оптической когерентной томографии для изучения предметов искусства, выполненных в технике интарсии // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2012. – № 3 (79). – С. 55–59.
5. Волынский М.А., Гуров И.П., Жукова Е.В., Маргарянц Н.Б., Рысева Е.С. Исследование микроструктуры поверхностных слоев растительной ткани методом оптической когерентной микроскопии // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2013. – № 2 (84). – С. 54–59.
6. Грамматин А.П., Цыганок Е.А., Егоров Д.И. Синтез объективов для оптической когерентной томографии // Оптический журнал. – 2013. – Т. 80. – № 11. – С. 23–25.
7. Андреев Л.Н., Ежова В.В., Дегтярева Г.С. Линзовые гиперхроматические монохроматические объективы микроскопа // Оптический журнал. – 2013. – Т. 80. – № 13. – С. 31–34.
8. Ган М.А. Теория и методы расчета голограммных и киноформных элементов. Методическое пособие. – Л.: ГОИ, 1984. – 140 с.
9. Ган М.А. Аберрации третьего порядка и основные параметры осесимметричных голографических элементов // Оптика и спектроскопия. – 1979. – Т. 47. – № 4. – С. 759–763.
10. Патент US 5969864. США. Chungte W. Chen, David M. Capps. Variable surface relief kinoform optical element.

11. Грейсух Г.И., Ежов Е.Г., Сидякина З.А., Степанов С.А. Расчет и анализ компактного пластмассово-линзового рефракционно-дифракционного вариообъектива // Компьютерная оптика. – 2013. – Т. 37. – № 2. – С. 208–214.
12. Грамматин А.П., Цыганок Е.А., Егоров Д.И. Синтез гибридных объективов для оптической когерентной томографии // Оптический журнал. – 2014. – Т. 81. – № 11. – С. 69–74.
13. Грамматин А.П., Егоров Д.И. Исследование и расчет объективов микроскопов для спектральной когерентной томографии // В мире научных открытий. – 2014. – Вып. 52. – № 4. – С. 209–219.
14. Грамматин А.П., Романова Г.Э., Балаценко О.Н. Расчет и автоматизация проектирования оптических систем. – СПб.: НИУ ИТМО, 2013. – 128 с.
15. Панов В.А., Андреев Л.Н. Оптика микроскопов. – Л.: Машиностроение, 1976. – 432 с.



**Егорова Елизавета Сергеевна**

Год рождения: 1992

Факультет точной механики и технологий, кафедра инженерной и компьютерной графики, группа № 5644

Направление подготовки: 09.04.02 – Системы компьютерной графики и дизайна

e-mail: egorovaliza92@gmail.com



**Лавров Алексей Валерьевич**

Год рождения: 1986

Факультет точной механики и технологий, кафедра инженерной и компьютерной графики, ст. преподаватель

Специальность: 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

e-mail: alelavrov@live.ru

УДК 004.4'27

## **ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА РАСПОЗНАВАНИЯ В РАБОЧЕМ ПРОСТРАНСТВЕ СИСТЕМЫ KINECT**

**Е.С. Егорова, А.В. Лавров**

**Научный руководитель – к.т.н., доцент А.В. Меженин**

Работа выполнена в рамках темы НИОКР № 610538 «Разработка программно-аппаратного комплекса коррекции и диагностики состояния опорно-двигательной системы человека».

В работе описано исследование рабочего пространства для съемки захвата движений в реальном времени. В качестве аппаратных и программных средств исследования были использованы Kinect for Windows, Kinect2BVH, MATLAB. Были проведены эксперименты по определению точности захвата движений с помощью Kinect, где ошибками реконструкции являются резкие, неестественные ускорения передвижения конечностей. В результате была составлена карта распределения точности скелетной реконструкции в пространстве захвата.

**Ключевые слова:** захват движений, Kinect, скелетная реконструкция, виртуальная реальность.

В настоящее время появилось большое количество средств, позволяющих быстро и точно идентифицировать движения человека и представить их в качестве информации об анимации человека [1]. При представлении своих наработок на презентациях или при выставлении стендов на выставках и конференциях разработчикам и исследователям часто

приходится сталкиваться с необходимостью быстрой оценки имеющегося рабочего пространства для захвата движений. В связи этим возникает задача создания такой методики, которая могла бы быстро определить рабочее пространство для съемки захвата движений и оценить его точность в различных точках этого пространства.

Захват движений возможен с помощью оптических, механических, магнитных и инерциальных систем. Самыми распространенными являются оптические системы, подразделяющиеся, в свою очередь, на маркерные и безмаркерные системы захвата движений [2]. Маркерные системы требуют установки специальных маркеров на тело человека, позволяющих сделать захват движений более точным. Однако такие системы требуют более длительной настройки и подготовки и, в целом, достаточно дорогостоящи. Безмаркерные системы (Microsoft Kinect, Sony Play Station Eye) удобнее и проще в использовании, но дают не такую высокую точность захвата движений [3].

Microsoft Kinect – удобное, простое в использовании и недорогое средство для захвата движений [4]. Имеет дополнительно разработанные программные средства, используемые для различного рода манипуляций с обработанной информацией от Kinect. Kinect Skeletal Tracking – технология распознавания скелета человека, позволяющая наглядно увидеть как двигаются различные суставы человека.

**Целью работы** являлось создание методики определения рабочего пространства для захвата движений человека с помощью технологии Kinect Skeletal Tracking.

Для проведения исследования и создания методики были использованы следующие средства:

1. датчик Kinect for Windows для захвата движений;
2. Kinect2BVH – программа для считывания и записи в формате BVH [5] скелетной информации с датчика Kinect.
3. MATLAB – для проведения расчетов и построения карт рабочего пространства (рис. 1).

С помощью технологии Kinect Skeletal Tracking можно оценить качество захвата движений в разных точках пространства, измеряя угловое ускорение движения суставов человека. Если значение ускорения высокое, значит, произошла ошибка, поскольку человек не может сгибать суставы с большой скоростью. Данная ошибка возникает из-за неточностей захвата, и количество ошибок в каждом кадре нужно суммировать, чтобы определить области пространства, наиболее подверженные ошибкам.

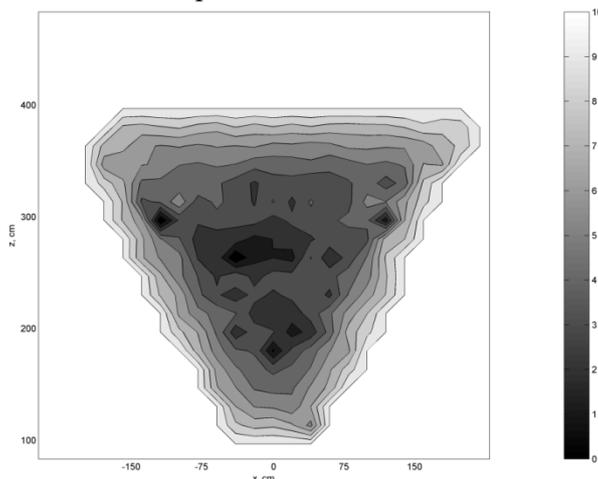


Рис. 1. Карта распределения ошибок для неограниченного пространства, построенная в MATLAB на основе данных захвата

Для изучения распознавания скелетной информации с помощью Kinect был произведен захват движений человека на неограниченном пространстве. Данные захвата были записаны с помощью программы Kinect2BVH в файл формата BVH [5]. Далее для определения

качества распознавания скелетной информации в разных точках рабочего пространства экспериментальным путем были выведены следующие формулы:

Для определения количества ошибок в кадре:

$$E_f = \sum_{i=1}^n ((\alpha_i'' > a_{\max}) + (\beta_i'' > a_{\max}) + (\gamma_i'' > a_{\max})),$$

где  $\alpha_i$ ,  $\beta_i$ ,  $\gamma_i$  – эйлеровы углы  $i$ -го сустава в данном кадре;  $a_{\max}$  – пороговое значение углового ускорения.

Для оценки области пространства с координатами  $x$ ,  $z$ :

$$E_{x,z} = \ln \frac{\sum E_f}{F \cdot n \cdot 3} + c,$$

где  $F$  – количество кадров в точке с координатами  $x$ ,  $z$ ;  $n$  – количество суставов в модели человека;  $E_f$  – количество ошибок в кадре для координат пространства  $x$ ,  $z$ ;  $c$  – константа для получения положительных значений.

В результате обработки информации, полученной от датчика Kinect, и выполнения расчетов, получается матрица оценки областей пространства. По этой матрице строятся карты рабочего пространства (рис. 1). Для построения карт используется логарифмическая шкала.

Методика определения рабочего пространства позволяет оценить ограниченное какими-либо препятствиями место съемки (рис. 2). Для этого нужно с помощью датчика Kinect и программы Kinect2BVH произвести захват и выполнить необходимые вычисления в MATLAB. При захвате движений человеку необходимо равномерно пройти по изучаемому пространству, стараясь побывать в каждой его точке. Чем дольше человек будет ходить, тем точнее будет результат. В проведенных опытах захват длился около 5 мин.

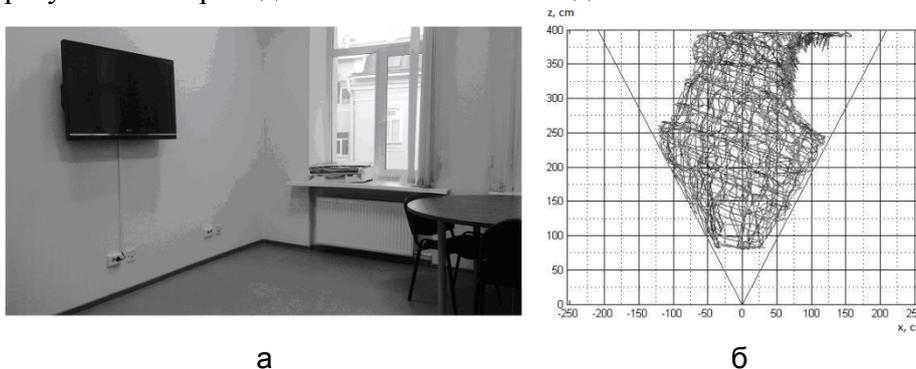


Рис. 2. Ограниченное пространство съемки (а) и захваченная траектория движений по нему (б)

По описанной методике были построены две карты рабочего пространства одного и того же помещения на основе данных захвата движений двух человек (рис. 3). Результаты оказались схожими на уровне, достаточном для оценки рабочего пространства в прикладных целях.

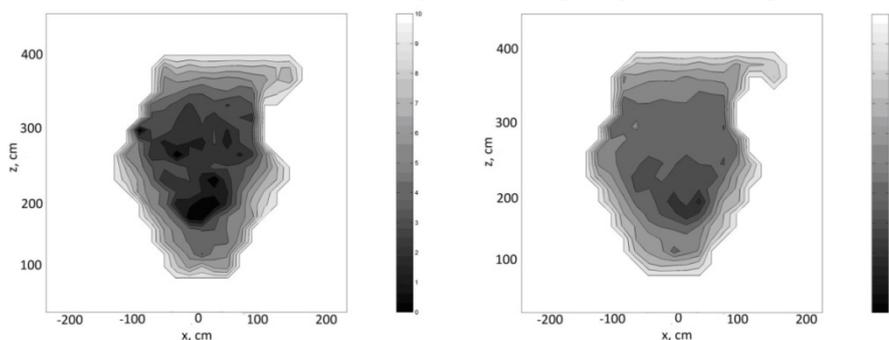


Рис. 3. Карты рабочего пространства, построенные по данным захвата движений двух человек

**Результаты исследования**

1. Создана методика определения рабочего пространства для захвата движений с помощью Kinect.
2. Проведено опробование методики.
3. Определена рабочая зона Kinect Skeletal Tracking на открытом пространстве.

**Литература**

1. Tulak D. Evaluation of the Kinect sensor for 3-D kinematic measurement in the workspace // Journal Applied Ergonomics. – 2012. – V. 43. – P. 645–649.
2. Гусев К.О., Рысков М.А. Исследование методов и систем захвата движения объектов в пространстве киносъемки // Отчет о научно-исследовательской работе. – СПб.: СПбГУКиТ, 2011.
3. Regazzoni D., Vecchi G., Rizzi K. RGB cams vs RGB-D sensors: Low cost motion capture technologies performances and limitations // Journal of Manufacturing Systems. – 2014. – V. 33. – P. 719–728.
4. Ibanez R., Soria A., Teyseyre A. Easy gesture recognition for Kinect // Advances in engineering software. – 2014. – V. 76. – P. 171–180.
5. BVHFileSpecification [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.character-studio.net/bvh\\_file\\_specification.htm](http://www.character-studio.net/bvh_file_specification.htm), своб.

**Елизаров Никита Михайлович**

Год рождения: 1993

Факультет инфокоммуникационных технологий, кафедра программных систем, группа № 4958

Направление подготовки: 210700 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи

e-mail: henry141993@mail.ru

УДК 004.428.4

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ НАСТРАИВАЕМОГО WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ****Н.М. Елизаров****Научный руководитель – к.т.н., доцент Т.В. Зудилова**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 914699 «Обеспечение информационной защиты данных в корпоративном учебном облаке».

В работе рассмотрены основные методы построения современных Web-приложений. Проанализирована зависимость бюджета разработки Web-приложения от варианта реализации. Раскрываются вопросы понятия системы управления контентом.

**Ключевые слова:** CMS, управление контентом, интернет-решения.

Удобство администрирования является одним из главных критериев оценки современных Web-приложений. В первую очередь это связано с надежностью программного обеспечения и скоростью управления контентом. Кроме того, хорошо спроектированные интерфейсы административной части позволяют подключать к проекту людей, отдаленных от сферы IT.

В процессе развития Интернета и, как следствие, Web-приложений все большую популярность стали приобретать так называемые CMS – Content Management System (система управления содержимым) [1]. Их суть заключается в предоставлении специальных инструментов для добавления, редактирования и удаления информации с помощью, как правило, удобных и интуитивно-понятных интерфейсов. Огромным преимуществом таких

систем является отсутствие потребности человека в навыках программирования в процессе администрирования. Все это позволяет администратору Web-приложения распределить права и обязанности сотрудников и спроектировать план управления проектом.

Основные функции CMS [2]:

- предоставление инструментов для создания содержимого, организация совместной работы над содержимым;
- управление содержимым: хранение, контроль версий, соблюдение режима доступа, управление потоком документов и т.п.;
- публикация содержимого;
- представление информации в виде, удобном для навигации, поиска.

На этапе проектирования Web-приложения главным является вопрос, которым задаются многие программисты, это – выбор CMS. Именно данный вопрос определяет затраты, касающиеся бюджета и времени разработки Web-приложения. Существует два варианта выбора: применение платной или бесплатной системы управления содержимым либо проектирование и реализация собственной CMS.

Первый вариант является более частой практикой, так как разработчики не ломают голову над будущим процессом администрирования и полностью сосредоточены на разработке видимой обычному пользователю части приложения.

Второй вариант, в отличие от первого, является в несколько раз более затратным как с точки зрения времени разработки, так и с финансовой точки зрения. По этой причине разработкой собственной CMS занимаются, как правило, в проектах с огромной аудиторией, где крайне важна производительность.

Традиционные методы разработки современных Web-приложений так или иначе подразумевают определенные временные затраты и значительную оплату работы программистов, что для заказчика являются немаловажными вещами, особенно в сфере малого бизнеса.

Решение проблемы лежит в использовании готовых Web-приложений, ориентированных под конкретную CMS. Как правило, данные интернет-решения предоставляются специальными интернет-каталогами известных CMS. Суть этих каталогов заключается в возможности спроектировать и реализовать любыми разработчиками собственное готовое решение на базе определенной CMS и разместить данное Web-приложение в каталоге с возможностью приобретения. От покупателя требуется только предварительно выбрать готовое решение, установить его и настроить.

Ниже перечислены основные достоинства данного подхода:

- относительно низкая стоимость Web-приложения для заказчика;
- отсутствие процесса разработки для заказчика;
- профессиональная техническая поддержка CMS;
- возможность обновления решения заказчиком через Интернет;
- возможность обновления CMS заказчиком;
- свобода выбора тематики, процесса разработки для программиста;
- возможность использования Web-приложения в режиме ознакомления;
- для работы Web-приложения в реальных условиях требуется только его приобретение и настройка.

В итоге заказчик получает в короткие сроки ориентированное на его потребности конкретное интернет-решение, подготовленное к введению в процесс эксплуатации.

## Литература

1. Пьюривал С. Основы разработки веб-приложений / Пер. с англ. – Изд-во: Питер, 2015. – 272 с.
2. Content management system [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Content\\_management\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Content_management_system), своб.



**Елистратов Вячеслав Дмитриевич**

Год рождения: 1992

Факультет компьютерных технологий и управления,  
кафедра электротехники и прецизионных электромеханических систем,  
группа № 6166

Направление подготовки: 140400 – Электропривод и автоматика

e-mail: v.el.ets.ifmo@gmail.com

УДК 681.5.11

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕЦИЗИОННЫМИ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ С НИЗКИМИ РЕЗОНАНСНЫМИ ЧАСТОТАМИ

В.Д. Елистратов

Научный руководитель – к.т.н., доцент С.Ю. Ловлин

При реализации четырехконтурной системы управления положением оси опорно-поворотного устройства на стенде с разностным датчиком скорости система теряет устойчивость. В работе выявлены причины этого явления и предложены рекомендации по их устранению.

**Ключевые слова:** системы управления, устойчивость, полоса пропускания, звено запаздывания.

При реализации управления положением можно воспользоваться четырехконтурной подчиненной системой регулирования, описанной в [1]. Эта система обладает астатизмом второго порядка по задающему воздействию, что позволяет ей отрабатывать без ошибки задающее воздействие с постоянной ненулевой скоростью. При изменении задающего сигнала с постоянным ненулевым ускорением системе свойственна постоянная ошибка, эффективным средством устранения которой является подача сигнала второй производной от сигнала задания по углу непосредственно на вход контура регулирования положением с коэффициентом, обратно пропорциональным добротности привода по ускорению. Данная система была реализована в цифровом виде на стенде кафедры ЭТиПЭМС Университета ИТМО с соблюдением всех необходимых преобразований для перехода от аналоговых систем к цифровым. Генератором обратного сигнала по положению являлся инкрементальный датчик скорости, а для получения значения скорости первой массы – сигнал с того же датчика.

Скорость при этом рассчитывалась по формуле  $\omega_m = \frac{\alpha_m - \alpha_{m-1}}{T_0}$ . Структурная схема такой системы, реализованная в системе MATLAB, представлена на рис. 1.

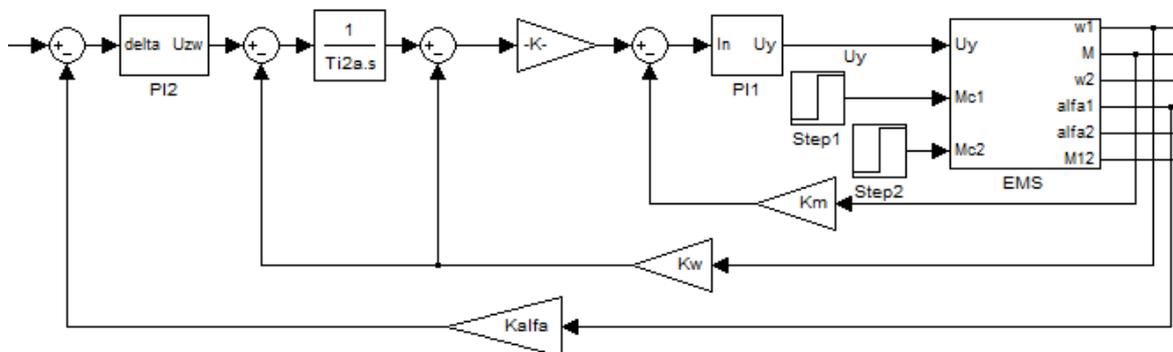


Рис. 1. Структурная схема системы управления положением

При реализации данной системы на стенде кафедры ЭТиПЭМС она теряет устойчивость, что подтверждается результатами моделирования в MATLAB. При этом при моделировании системы, где скорость непосредственно снимается с первой массы, а не вычисляется на основе показаний датчика положения, система устойчива и ведет себя в

соответствии с [1]. Данный эффект присутствует и в цифровой, и в аналоговой моделируемых системах при наличии разностного датчика скорости, а, значит, резонно рассмотреть влияние данного устройства на устойчивость системы.

Прежде всего, запишем передаточную функцию разностного датчика скорости, перейдя от дискретного вида к аналоговому:

$$\frac{\omega}{\alpha} = \frac{1}{T_0} \left( 1 - \frac{1}{z} \right)_{disc \rightarrow cont} \Rightarrow \frac{1}{T_0} (1 - e^{-T_0 s}), \quad (1)$$

где  $T_0$  – период дискретизации. Данная функция содержит звено чистого запаздывания, главное свойство которого – смещение фазы в отрицательную сторону на величину, равную времени запаздывания (в данном случае  $T_0$ ), что приводит к уменьшению устойчивости системы. Это применимо и к нашей системе с датчиком скорости, что легко подтверждается критерием устойчивости Найквиста для частотных характеристик внутреннего контура скорости.

На рис. 2 приведены логарифмические амплитудные и фазовые частотные характеристики для разомкнутого внутреннего контура скорости с идеальным и реальным датчиком скорости.

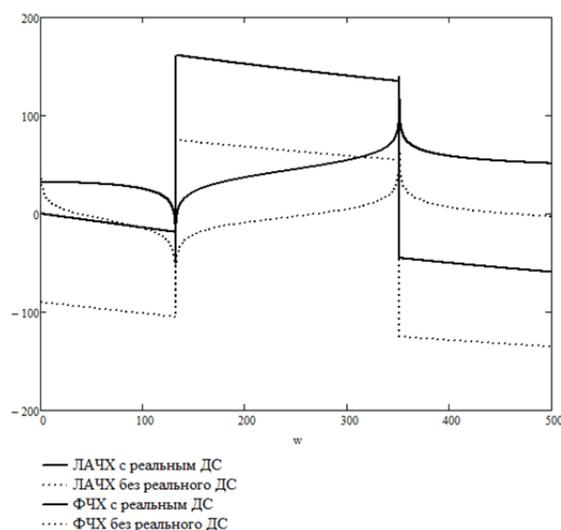


Рис. 2. Частотные характеристики систем с различными датчиками скорости

Легко можно заметить, что хоть обе системы устойчивы, запас по фазе и амплитуде замкнутой системы с реальным датчиком существенно уменьшился. С учетом того, что в исследуемой системе управления реальный датчик скорости присутствует в обоих контурах скорости – внутреннем и внешнем, влияние звена запаздывания только усилится. Для исследования этого влияния составим передаточную функцию разомкнутого контура положения. Примем, что контур момента уже настроен на апериодическое звено с заданной постоянной времени (удвоенный период дискретизации) и введем следующие передаточные

функции (ПФ):  $W_M(p) = \frac{M(p)}{U_y(p)} = \frac{1}{T_i p + 1} = \frac{1}{2T_0 p + 1}$  – ПФ момента по напряжению

управления;  $W_{ob}(p) = \frac{\omega_1(p)}{M(p)} = \frac{\frac{J_2}{C_{12}} p^2 + 1}{\frac{J_1 J_2}{C_{12}} p^3 + (J_1 + J_2) p}$  – ПФ скорости первой массы по моменту;

$W_{k2}(p) = K_{p2}$  – ПФ пропорционального регулятора для настройки внутреннего контура

скорости;  $W_{i2}(p) = \frac{1}{T_{i2} p}$  – ПФ интегрального регулятора для настройки внешнего контура

скорости;  $W_{pi3}(p) = \frac{K_{p3}(T_{i3}p+1)}{T_{i3}p}$  – ПФ ПИ-регулятора для настройки контура положения;

$W_{ds}(p) = \frac{1}{T_0}(1 - e^{-T_0s})$  – ПФ реального датчика скорости. Тогда ПФ разомкнутого внутреннего

контура скорости –  $W_{ks1r}(p) = W_M(p)W_{ob}(p)W_{k2}(p)W_{ds}(p)$ , его же замкнутого –

$W_{ks1}(p) = \frac{W_{ks1r}(p)}{1 + W_{ks1r}(p)}$ . ПФ разомкнутого внешнего контура скорости –

$W_{ks2r}(p) = W_{ks1}(p)W_{i2}(p)W_{ds}(p)$ , замкнутого –  $W_{ks2}(p) = \frac{W_{ks2r}(p)}{1 + W_{ks2r}(p)}$ . Передаточная функция

разомкнутого контура положения:

$$\begin{aligned}
 W_{\alpha}(p) &= W_{pi3}(p)W_{ks2}(p) = \frac{W_{ks1}(p)W_{i2}(p)W_{ds}(p)W_{pi3}(p)}{1 + W_{ks1}(p)W_{i2}(p)W_{ds}(p)} = \frac{\frac{W_{ks1r}(p)}{1 + W_{ks1r}(p)}W_{i2}(p)W_{ds}(p)W_{pi3}(p)}{1 + \frac{W_{ks1r}(p)}{1 + W_{ks1r}(p)}W_{i2}(p)W_{ds}(p)}}{=} \\
 &= \frac{W_M(p)W_{ob}(p)W_{k2}(p)W_{ds}(p)W_{i2}(p)W_{ds}(p)W_{pi3}(p)}{1 + W_M(p)W_{ob}(p)W_{k2}(p)W_{ds}(p) + W_M(p)W_{ob}(p)W_{k2}(p)W_{ds}(p)W_{i2}(p)W_{ds}(p)}} = \\
 &= \frac{K_{p2}(J_2p^2 + C_{12})(1 - e^{-T_0s})^2 \frac{K_{p3}(T_{i3}p+1)}{T_{i3}p}}{T_0^2 T_{i2} p (J_1 J_2 p^3 + C_{12} (J_1 + J_2) p) (2T_0 p + 1) + T_0 K_{p2} T_{i2} p (J_2 p^2 + C_{12}) (1 - e^{-T_0s}) + (J_2 p^2 + C_{12}) K_{p2} (1 - e^{-T_0s})^2}.
 \end{aligned} \tag{2}$$

Уже на данном этапе преобразований передаточная функция слишком громоздка для аналитического исследования, поэтому графически исследуем ее частотные характеристики (ЧХ).

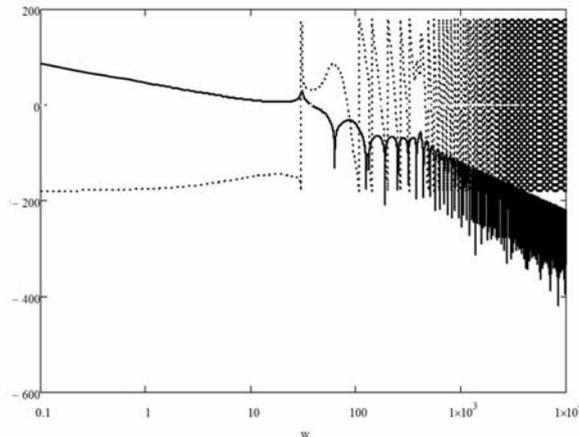


Рис. 3. ЧХ разомкнутого контура положения

На частоте между 10 и 100 Гц (рис. 3) фазово-частотная характеристика проходит точку в  $180^\circ$  при положительном логарифме амплитудной характеристики, что соответствует большому единичи модулю амплитуды передаточной функции – данная точка свидетельствует о неустойчивости системы в соответствии с критерием Найквиста–Михайлова.

Первый возможный способ решения данной проблемы следует непосредственно из анализа причин неустойчивости системы. Так как время запаздывания определяется периодом дискретизации, при его уменьшении уменьшится влияние звена чистого запаздывания на ЧХ и повысится запас по фазе. На рис. 4 показаны ЧХ передаточной функции разомкнутой системы управления положения.

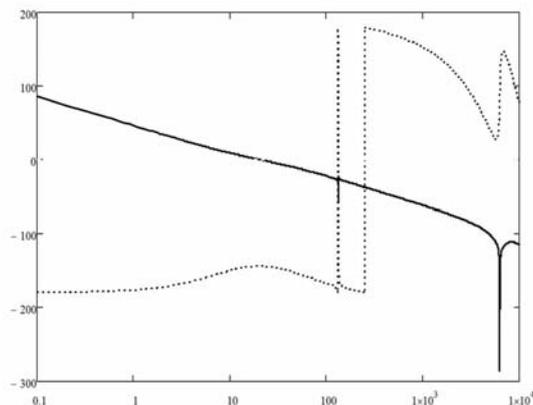


Рис. 4. ЧХ с уменьшенным вдвое периодом дискретизации

Как видно из рис. 4, при пересечении точки с фазой  $180^\circ$  амплитуда функции меньше единицы – система приобрела устойчивость. В случае если это невозможно, рациональным решением будет уменьшение полосы пропускания системы с целью исключения из последней резонансной частоты – это реализуется соответствующей настройкой регуляторов.

### Литература

1. Толмачев В.А. Синтез следящего электропривода оси опорно-поворотного устройства // Изв. вузов. Приборостроение. – 2008. – Т. 51. – № 6. – С. 68.
2. Системы с запаздыванием [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [model.exponenta.ru/lectures/0110.htm](http://model.exponenta.ru/lectures/0110.htm), своб.
3. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Профессия, 2003. – 752 с.



### Ермагамбетова Гульнур Турганбаевна

Год рождения: 1992

Факультет компьютерных технологий и управления,  
кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем,  
группа № 5156

Направление подготовки: 11.04.03 – Конструирование и технология  
электронных средств

e-mail: [g.yermagambetova@gmail.com](mailto:g.yermagambetova@gmail.com)

УДК 004.932.2

## РАСПОЗНАВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ

Г.Т. Ермагамбетова

Научный руководитель – к.т.н., доцент И.Б. Бондаренко

В работе рассматривалось распознавание изображений в реальном масштабе времени. Распознавание образов – это научная дисциплина, целью которой является классификация объектов по нескольким категориям или классам. В работе были показаны подходы к решению задач распознавания, методы распознавания изображений и в каких областях применяется распознавание изображений.

**Ключевые слова:** распознавание изображений, подходы к решению задач, теория распознавания образов, методы распознавания образов.

Распознавание изображений (образов, объектов, сигналов, ситуаций, явлений или процессов) – задача идентификации объекта или определения каких-либо его свойств по его изображению (оптическое распознавание) или аудиозаписи (акустическое распознавание) и

другим характеристикам. В целом, задача распознавания – формулировка правил отнесения объекта к одной из групп или классов объектов по значениям присущих ему факторов (признаков). Признаки могут быть как количественными, так и качественными. В задачах распознавания образов имеется целое множество объектов, характеризующихся множеством признаков. Исходя из этого, класс объектов – подмножество объектов со схожими признаками. Процесс распознавания – прогнозирование принадлежности объекта к некоторому классу на основе анализа значений вероятностных характеристик признаков, производимое по определенному алгоритму – правилу распознавания с минимизацией ошибки.

К сожалению, не существует универсального алгоритма классификации для задач различной природы.

**Цель работы** – анализ процедур, использующихся в теории распознавания образов, и выбор наилучших для дальнейшей работы.

Выделяют несколько подходов к решению задачи распознавания образов (рис. 1).

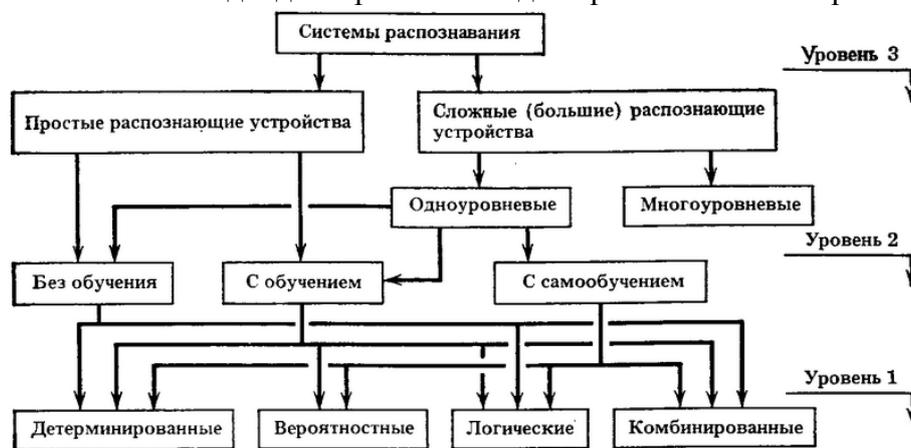


Рис. 1. Классификация систем распознавания образов

*Эвристический* подход основывается на попытке смоделировать опыт и интуицию человека. В основном при данном подходе применяется общность свойств, хотя используется и принцип перечисления классов. Эвристический подход часто применяется к конкретным задачам распознавания. Он представляет собой набор специфических процедур, применимых для решения конкретных задач. Для конкретных задач и построено большинство эвристических процедур. Эвристические методы основываются на современных математических методах, однако в их разработке активно используется опыт специалистов именно в той области диагностирования, для которой строится автоматизированная система [1].

В основу *математического* подхода к задачам распознавания образов положены правила классификации, которые формулируются и выводятся в рамках определенного математического формализма. Математические методы построения систем распознавания можно условно разделить на два класса: детерминистские и статистические.

*Детерминистские* методы базируются на математическом аппарате, не использующем в явном виде статистические свойства изучаемых классов образов. К ним относятся методы: разделяющих гиперплоскостей в пространстве признаков; линейных классификаторов; градиентный; потенциальных функций и др.

Что касается *статистического* подхода, то он основывается на математических правилах классификации, которые формулируются и выводятся в терминах, принятых в математической статистике. В общем случае статистические подходы обеспечивают получение оптимального классификатора в случаях, когда известны плотности распределения для всех совокупностей образов и вероятности появления образов для каждого класса.

Основным отличием *лингвистического* подхода к проблеме распознавания образов от других подходов является непосредственное использование структуры образов в процессе распознавания. Аналитические подходы обычно игнорируют взаимосвязи между компонентами образа. Для применения лингвистических методов необходимо иметь «структуру образа». Подход развивается с 60-х годов прошлого века и оказал большую помощь при «освоении» ЭВМ языков, машинного перевода и т.д.

Теория распознавания образов – раздел информатики и смежных дисциплин развивающий основы и методы классификации и идентификации предметов, явлений, процессов, сигналов, ситуаций, объектов, которые характеризуются конечным набором некоторых свойств и признаков.

Распознавание образов применяется в следующих областях:

- биоинформатика: поиск шаблонов в ДНК;
- базы данных: поиск и классификация;
- обработка текстов: тематическая классификация;
- анализ изображений: распознавание символов, работа с картами, распознавание лиц, разделение объектов;
- производство: контроль качества (визуальная проверка корректности микросхем);
- поиск по мультимедиа: определение жанров. К сожалению, на данный момент в этой области еще ничего не реализовано;
- биометрия: идентификация человека по отпечаткам пальцев, по радужной оболочке глаза;
- прогнозирование: погода, сейсмология, геология;
- обработка речи: перевод аудио в текст [2].

Выделим наиболее важные шаги в процедуре распознавания.

1. Восприятие образа. На этом этапе производят получение значений характеристических свойств объекта (измерения линейных замеров, фотографирование, оцифровка звука).
2. Предварительная обработка (удаление шумов, представление изображения в черно-белом варианте, обрезание ненужных частей изображения).
3. Выделение характеристик (индексация). На этом этапе измеряются характеристические свойства объекта (измеряем длину и цвет).
4. Классификация (принятие решения) [3].

### **Методы распознавания образов**

**Первый метод. Метод перебора.** В этом случае производится сравнение с базой данных, где для каждого вида объектов представлены всевозможные модификации отображения. Например, для оптического распознавания образов можно применить метод перебора вида объекта под различными углами, масштабами, смещениями, деформациями и т.д. Для букв нужно перебирать шрифт, свойства шрифта и т.д. В случае распознавания звуковых образов, соответственно, происходит сравнение с некоторыми известными шаблонами (например, слово, произнесенное несколькими людьми).

**Второй метод.** Производится более глубокий анализ характеристик образа. В случае оптического распознавания это может быть определение различных геометрических характеристик. Звуковой образец в этом случае подвергается частотному, амплитудному анализу и т.д.

**Третий метод – использование искусственных нейронных сетей (ИНС).** Этот метод требует либо большого количества примеров задачи распознавания при обучении, либо специальной структуры нейронной сети, учитывающей специфику данной задачи. Тем не менее, его отличает более высокая эффективность и производительность (рис. 2) [4].



Рис. 2. Методы распознавания образов

Важным свойством методов распознавания образов является то, что полное знание распределения вероятностей данных не требуется. Если в распоряжении имеется лишь небольшое число измерений, и поэтому нельзя определить значимые статистические распределения, то можно использовать непараметрические методы [5]. Рассмотрев все три метода можно сказать, что метод использования искусственных нейронных сетей, более актуальна для использования распознавания изображений в реальном масштабе времени.

### Литература

1. Авалиани Г.В. Эвристические методы в распознавании образов. – Тбилиси: Мецниереба, 1988. – 78 с.
2. Минский М., Пейперт С. Перцептроны. – М.: Мир, 2007. – 261 с.
3. Рудаков К.В. Об алгебраической теории универсальных и локальных ограничений для задач классификации // Распознавание, классификация, прогноз. Математические методы и их применение. – 1988. – Т. 1. – С. 176–200.
4. Лифшиц Ю. Статистические методы распознавания образов. – 2005 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://yury.name/modern/07modernnote.pdf>, своб.
5. Справочник химика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://chem21.info/info/25392/>, своб.



#### Ерусланова Анастасия Игоревна

Год рождения: 1995

Факультет технологического менеджмента и инновации,  
кафедра экономики и стратегического менеджмента, группа № 2071  
Направление подготовки: 38.03.01 – Экономика предприятий  
и организаций

e-mail: [nastushka\\_eruslanova@mail.ru](mailto:nastushka_eruslanova@mail.ru)

УДК 796

### МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ ДЛЯ СТУДЕНТОВ С ОСЛАБЛЕННЫМ ЗДОРОВЬЕМ

А.И. Ерусланова

Научный руководитель – ст. преподаватель О.Л. Румянцева

В работе описана методика проведения занятий для студентов с ослабленным здоровьем, а именно – упражнения в воде. Содержится общая информация о том, что такое ЛФК, о плюсах занятий в бассейне, а также в открытых водоемах, о показаниях и противопоказаниях занятий этим видом спорта, также в конце работы приведены примеры упражнений для занятий в залах «сухого плавания» и гимнастических упражнений в воде для студентов с ослабленным здоровьем.

**Ключевые слова:** студенты с ослабленным здоровьем, ЛФК, занятие в бассейне.

Студенческий период является заключительным этапом формирования личности. Это обуславливает необходимость ориентации физкультурного образования для студентов с

ослабленным здоровьем на развитие способностей к самостоятельной физкультурно-спортивной деятельности. Физическое воспитание должно представляться не только как воспитание физических качеств, но и как воспитание определенного мировоззрения, нравственных и волевых качеств.

Нельзя не согласиться, что при проведении занятий физкультуры у учащихся с ослабленным здоровьем физическое состояние должно оцениваться не только в аспекте заболеваемости, но и должно уделяться внимание целостной оценке и биологическому аспекту здоровья, его физическому развитию, резервным возможностям организма и особенностям образа жизни.

При этом необходимо преодолеть отчуждение лиц с ослабленным здоровьем от занятий физического воспитания создать условия для занятий независимо от уровня здоровья.

Именно эти задачи и решает лечебная физическая культура (ЛФК).

ЛФК является не только профилактическим, но и воспитательным процессом.

При построении процедур лечебной физкультуры в бассейне следует учитывать специфику воздействия на организм водной среды и упражнений в ней. Так, вследствие гидростатического давления при погружении больного в воду до шеи вдох затрудняется, а выдох облегчается, приподнимается диафрагма, что сопровождается уменьшением жизненной емкости легких.

Благодаря гидростатическому давлению создается чувство стабильности в суставах нижних конечностей, поэтому дозированные упражнения с ходьбой в бассейне показаны при растяжении, ушибах.

Существенную роль играет уменьшение тяжести тела человека в воде на 9/10 под действием выталкивающей подъемной силы воды. Это очень важно при физической тренировке лиц с заболеваниями и травмами опорно-двигательного аппарата и нервной системы, при заболеваниях сердечно-сосудистой системы и т.д. Изменение глубины погружения при выполнении упражнений, в том числе ходьбы, позволяет изменять нагрузку, оказываемую на организм больного. Подъемная сила воды облегчает восстановление навыков ходьбы у больных с повреждениями и параличами нижних конечностей, при которых необходимы разгрузка и движения в облегченных условиях.

Для правильного и дифференциального применения этого метода при различных заболеваниях, травмах, дефектах развития, а также у здоровых лиц с целью восстановления работоспособности необходимо учитывать комплексное влияние всех перечисленных выше факторов на организм, а также особенности поражения. Физические упражнения в воде объединяются в комплексы, исходя из сущности заболевания.

Показания к физическим упражнениям в воде:

- болезни внутренних органов; заболевания сердечно-сосудистой системы;
- заболевания периферических сосудов; болезни органов дыхания;
- болезни органов пищеварения; нарушения обмена веществ и эндокринные расстройства; повреждения и заболевания нервной системы;
- нарушения двигательной функции после повреждения позвоночника;
- болевые синдромы при остеохондрозе; нарушения осанки, деформации позвоночника и ног; прочие заболевания; восстановительный период после длительной гипокинезии у здоровых лиц и после высоких нагрузок у спортсменов.

Противопоказания к физическим упражнениям в воде:

- открытые раны, трофические язвы, послеоперационные свищи и т.д.;
- острые и хронические заболевания кожи; заболевания глаз; заболевания ЛОР органов;
- состояние после перенесенных инфекционных заболеваний и хронические инфекционные болезни при наличии бактерионосительства;

- венерические болезни; эпилепсия; недержание мочи и кала; наличие свищей с гнойным отделением;
- обильное выделение мокроты и т.д.; желчнокаменная и мочекаменная болезнь; острые воспалительные заболевания почек и мочевыводящих путей.

При проведении ЛФК в воде применяют разнообразные физические упражнения, выполняемые при различной глубине погружения человека в воду (до пояса, до плеч, до подбородка). Проводят активные и пассивные упражнения с элементами облегчения и отягощения, упражнения с усилием у бортика, упражнения в упоре о стенку бассейна, о поручень, о ступени бассейна, с предметами и приспособлениями, упражнения, имитирующие «чистые» или смешанные висы, упражнения, способствующие мышечной релаксации и растяжению позвоночника, упражнения с использованием механотерапевтических аппаратов и приспособлений, дыхательные упражнения, разновидности ходьбы в воде.

Особый вид физических упражнений в воде – плавание: свободное, с элементами облегчения, с имитацией спортивных стилей (кроль, брасс и др.).

Перед тем, как начать занятия непосредственно в воде, необходимо сначала провести разминку в зале «сухого плавания». После него уже можно начинать занятия в воде.

Пример комплекса гимнастических упражнений в воде для студентов с ослабленным здоровьем.

1. И.п. – основная стойка. Погружение в воду до уровня груди (сосков). Ходьба на месте, руки согнуты в локтях – 10–15 с. Ходьба в движении: через каждые 10 шагов делать повороты (движения вправо, влево кругом) – 1–2 мин.
2. Работа рук стилем «кроль» на 1–2–3 выдох в воду с поворотом головы вправо – вдох, на 1–2–3 руки работают стилем «кроль» выдох в воду, поворот головы влево – вдох, 5–6 повторений.
3. И.п. – основная стойка. Поднять левое колено к груди, руки в стороны – вдох, вернуться в и.п. – выдох. Поднять правое колено к груди, руки в стороны – вдох, вернуться в и.п. – выдох.
4. И.п. – лежа на груди, руками взяться за поручень бортика. Движение ногами способом брасс – 20–30 с. Дыхание не задерживать.
5. И.п. – лежа на груди, руками взяться за поручень бортика. Движение ногами способом кроль – 10–15 с. Дыхание не задерживать.
6. Работа рук стилем «брасс» с выдохом в воду (руки разведены в стороны), вдох голова над водой (ладони вместе, локти разведены), 5–6 повторений.
7. Пересечение стилем «кроль» бассейна 2–4 раза.
8. И.п. – стоя лицом к бортику, руками взяться за поручень. На счет 1 – присесть в воду – выдох, на счет 2 – вернуться в и.п. – вдох. Повторить 2–3 раза.
9. И.п. – стоя лицом к бортику, руками взяться за поручень. Бег на месте, не касаясь дна, энергично работая ногами – 15 с. Дыхание произвольное.
10. Проплыть стилем «брасс» 2–4 раза бассейн.
11. Упражнения на восстановление дыхания с выдохом в воду.

### Литература

1. Детков Ю.Л., Платонова В.А., Зефирова Е.В. Теория и практика физической культуры для студентов с ослабленным здоровьем. Учебное пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2008. – 96 с.
2. Эффективная медицина [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rostmaster.ru>, своб.



**Ерусланова Анастасия Игоревна**

Год рождения: 1995

Факультет технологического менеджмента и инновации,  
кафедра экономики и стратегического менеджмента, группа № 2071

Направление подготовки: 38.03.01 – Экономика предприятий  
и организаций

e-mail: nastushka\_eruslanova@mail.ru

УДК 338.001.36

## **АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИННОВАЦИОННО-АКТИВНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В РЕАЛЬНОМ СЕКТОРЕ ЭКОНОМИКИ**

**А.И. Ерусланова**

**Научный руководитель – д.э.н., профессор О.В. Васюхин**

В работе проведен анализ инновационно-активных предприятий реального сектора на примере города Санкт-Петербурга. На основе данных годовых отчетов ряда предприятий выявлены факторы, которые оказывают влияние на размер инвестиций в НИОКР. Показана результативность инновационной деятельности анализируемых предприятий посредством сравнения отечественного продукта и продукта-аналога западного производителя. В итоге были выявлены факторы, тормозящие развитие инновационного процесса в реальном секторе экономики.

**Ключевые слова:** инноватика, предприятия реального сектора, анализ, факторы.

Понятие инновационность предполагает разработку и внедрение новых или усовершенствованных продуктов, технологических процессов и иные виды инновационной деятельности. Активность предполагает рост доли инновационной продукции и других видов деятельности в общем объеме хозяйственной деятельности предприятия.

Эти характеристики имеют всегда однозначный результат: либо положительный, либо отрицательный. Каждое промышленное предприятие, чтобы быть конкурентоспособным, должно вкладывать денежные средства в инноватику. Однако инновационная деятельность разных предприятий имеет неоднозначный результат. Это различие, в большинстве случаев, обусловлено не разными стратегиями развития, планами инновационных мероприятий, потенциалами руководителей, а, прежде всего, разным характером активности.

Активность предприятий реального сектора должна иметь стратегический и тактический характер, т.е. коммерческие организации должны быть последовательны в своих действиях, чтобы не тормозить динамику развития своего предприятия.

Так что же влияет на инновационную активность предприятий реального сектора? На активность организаций реального сектора влияет ряд различных факторов. Их можно разделить на две большие группы: внешние и внутренние. К внешним факторам можно отнести экономические законы, политику государства в отношении к инновационной деятельности предприятий, денежно-кредитную политику инвесторов, стратегии конкурирующих фирм и тому подобное. К внутренним факторам можно отнести валовую выручку предприятия, чистую прибыль, размер инвестиций в НИОКР и др.

Анализ деятельности инновационно-активных предприятий в реальном секторе экономики был проведен на примере города Санкт-Петербурга, так как он является крупным промышленным и научным центром. Направления, которые представлены в Северной столице, разнообразны. Это машиностроение, авиастроение, судостроение, электроника, пищевая промышленность, транспортное машиностроение, а также черная, легкая, химическая и полиграфическая промышленность.

В процессе анализа были реализованы следующие этапы работ:

1. определение круга анализируемых предприятий по ведущим отраслям промышленности города;
2. исследование изменения выручки, чистой прибыли и инвестиционных вложений предприятий на основе данных, предоставленных организациями за несколько лет;
3. сравнение результатов петербургских организаций-лидеров в определенной отрасли с результатами западных организаций – лидеров;
4. обоснование выводов и предложений.

Для анализа уровня и результатов инновационной активности было выбрано одно среднее и восемь крупных предприятий, работающих в ведущих отраслях Санкт-Петербурга. Экономическая теория и официальная статистика говорит, что крупным предприятиям легче быть активными в сфере инноватики, потому что у них больше кадровых, технических и, главное, финансовых ресурсов для осуществления инновационной деятельности. Как показывает практика, в среднем в России среди предприятий с численностью более 100 000 человек около 65–70% осуществляют технические инновации, а среди небольших предприятий с численностью сотрудников до 50 человек, число занимающихся всякого рода инновациями составляет 1–2% [1].

Анализом статистических данных была выявлена некоторая положительная закономерность, которая заключается в том, что чистая прибыль является одним из ключевых факторов, влияющих на инвестиции в НИОКР, и как следствие, на инновационную активность предприятия.

Если сравнивать среднесписочную численность и размер инвестиций в НИОКР, то можно сделать вывод, что чем больше по численности предприятие, тем больше размер инвестиций.

Для того чтобы увидеть реальные результаты инновационно-активных предприятий реального сектора экономики и их возможность конкурировать был проведен анализ, в основе которого лежало сравнение продукции отечественного производителя и продукции-аналога западного производства.

В итоге было установлено, что только одно из трех выбранных предприятий могло конкурировать с западным производителем. Это говорит о том, что в настоящее время российские организации мало инвестируют во внутреннее совершенствование.

Известно, что государство помогает предприятиям в данной области. Например, есть постановление Правительства Санкт-Петербурга от 20.07.2007 № 884 «О Концепции социально-экономического развития Санкт-Петербурга до 2025 года» и ряд аналогичных нормативных документов, где инновационное развитие определено как одно из основных направлений развития Санкт-Петербурга до 2025 года [2]. Однако этого не достаточно. В России существует ряд внешних факторов, которые тормозят развитие инноватики в стране и, в частности, в анализируемом регионе.

К основным факторам, тормозящим развитие инновационных процессов, можно отнести:

- недостаточную проработанность и противоречивость правовой базы;
- крайнюю низкую востребованность малого инновационного бизнеса со стороны рынка;
- отсутствие реальных финансовых преференций для развивающихся инновационно-активных предприятий;
- юридические и экономические проблемы создания малого и среднего инновационного бизнеса;
- малый объем и высокая стоимость «длинных» кредитных или инвестиционных ресурсов для технологического переоснащения [3].

Для того чтобы решить эти проблемы, стоит предоставлять их решать не только не самим предпринимателям, но и региональным органам управления, а также государству в целом.

Несмотря на выявленные проблемы, стоит все-таки отметить, что в Санкт-Петербурге инновационная активность уже набирает обороты и наметилось несколько сценариев инновационно-промышленного развития региона и предприятий.

### Литература

1. Федеральная служба государственной статистики / Годовые сборники по городу Санкт-Петербург [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.gks.ru](http://www.gks.ru), своб.
2. Официальный сайт Администрации Санкт-Петербурга / Законы и Постановления [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gov.spb.ru>, своб.
3. Общественный совет по развитию малого предпринимательства при Губернаторе Санкт-Петербурга / Инновационная сфера [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.osspb.ru>, своб.



#### **Ефимова Светлана Васильевна**

Год рождения: 1989

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом, аспирант

Специальность: 05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств

e-mail: [efiman76@mail.ru](mailto:efiman76@mail.ru)



#### **Чичина Татьяна Викторовна**

Год рождения: 1987

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом, аспирант

Специальность: 05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств

e-mail: [t.chichina@gmail.com](mailto:t.chichina@gmail.com)

УДК 664.66.022.3

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКОВОГО ИНГРЕДИЕНТА СО СВОЙСТВАМИ СОРБЕНТА МИКОТОКСИНОВ НА ПИЩЕВЫЕ И КОРМОВЫЕ НУЖДЫ**

**С.В. Ефимова, Т.В. Чичина**

**Научный руководитель – д.т.н., профессор В.Е. Куцакова**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 610461 «Биоконверсия пищевого сырья в производстве комбинированных продуктов».

В настоящей работе предложена технология получения белкового ингредиента на основе остаточных пивных дрожжей со свойствами сорбента микотоксинов. Предложенная технология позволяет получить дешевый белковый ингредиент со свойствами сорбента микотоксинов из остаточных пивных дрожжей, с улучшенными органолептическими свойствами, который может быть использован при производстве кормовых продуктов и продуктов питания широкого ассортимента.

**Ключевые слова:** белковый ингредиент, остаточные пивные дрожжи, сорбент микотоксинов.

Удовлетворение потребностей населения в высококачественных продуктах питания – одна из основных социально-экономических проблем сегодняшнего дня. В соответствии с концепцией оптимального питания особое значение в пищевом рационе человека имеют белки или протеины, высокомолекулярные азотсодержащие соединения. В настоящее время остро стоит вопрос дефицита пищевого белка. Из 6 млрд человек, живущих на Земле, приблизительно половина страдает от недостатка белка. Решение данной проблемы возможно

за счет использования белковых добавок при производстве пищевых продуктов. Белковые добавки играют также важную роль в составе кормового рациона сельскохозяйственных животных. Использование белковых добавок гарантирует правильное здоровое развитие животных, ускоряет их рост, укрепляет иммунитет и оптимизирует обмен веществ [1].

Наряду с проблемой дефицита белка в питании человека и животных, все больше внимания привлекает к себе проблема загрязнения пищевых продуктов и кормов сельскохозяйственных животных микотоксинами. Микотоксины (от греч.  $\mu\kappa\eta\varsigma$ , *mukes*, *mukos* – «гриб»;  $\tau\omicron\zeta\iota\kappa\acute{o}\nu$ , *toxikon* – «яд») – токсины, низкомолекулярные вторичные метаболиты, продуцируемые микроскопическими плесневыми грибами. Микотоксины являются природными загрязнителями зерна злаковых, бобовых, семян подсолнечника, а также овощей и фруктов. Потребление продуктов и кормов, контаминированных (загрязненных) этими грибами и микотоксинами, может сопровождаться тяжелыми заболеваниями человека и сельскохозяйственных животных – микотоксикозами. Экономический ущерб от микотоксикозов обусловлен снижением продуктивности животных и их воспроизводительной способности; снижением эффективности усвоения кормов и их использованием на производство продукции; повышением восприимчивости животных к заболеваниям; увеличением материальных затрат на лечение и профилактические мероприятия; ухудшением качества получаемой продукции, а в случае превышения допустимых концентраций микотоксинов – ее полной непригодности к использованию; угрозой здоровью человека в случае появления микотоксинов в мясе, яйцах, молоке и других продуктах животноводства [2].

Таким образом, актуальной является задача разработки технологии получения белкового ингредиента со свойствами сорбента микотоксинов для использования на пищевые и кормовые нужды.

Наиболее перспективным сырьем для получения белкового ингредиента со свойствами сорбента микотоксинов являются остаточные пивные дрожжи (ОПД). ОПД обладают огромной пищевой ценностью: содержат витамины группы В, витамины D, E, F, K и важные микроэлементы, находящиеся в биоусвояемой форме. Клетки дрожжей на 40–47% состоят из белка [3]. Стоимость протеина дрожжей в 10 раз меньше стоимости протеина мяса. Клеточная оболочка дрожжей, состоящая из полисахаридов, составляет около 19% сухого вещества дрожжей. Клеточная оболочка, отделенная от дрожжевой клетки, проявляет свойства сорбентов микотоксинов в питании животного и человека.

В настоящее время в России ОПД в основном используют при производстве белковых кормовых добавок, в пищевой промышленности они практически не используются. Основными факторами, препятствующими широкому использованию отработанных, деактивированных пивных дрожжей в пищевой промышленности, являются сильно выраженная горечь и содержание нуклеиновых кислот, вредных для здоровья потребителей. Кроме того, белок дрожжей, сбалансированный по содержанию аминокислот, плохо переваривается в связи с высокой устойчивостью клеточных оболочек дрожжей к действию пищеварительных ферментов.

Существующие способы переработки остаточных пивных дрожжей путем термоллиза, автолиза, плазмоллиза и цитолиза являются длительными, энергоемкими и сложными для практического применения. При этом готовый продукт имеет недостаточно высокое качество, вследствие низкой степени перевариваемости полученных белковых добавок, вследствие сохранения целостности клеточной оболочки дрожжей, что снижает их пищевую и биологическую ценность, а горечь и наличие нуклеиновых кислот в конечном продукте затрудняет их применение как в пищевой промышленности, так и при производстве кормов. Кроме того, полученные по существующим технологиям продукты не обладают свойствами сорбента микотоксинов, из-за сохранения целостности клеток дрожжей.

Задачей данного исследования являлось получение белкового ингредиента со свойствами сорбента микотоксинов на основе остаточных пивных дрожжей за счет

дезинтеграции дрожжевой клетки и отделения клеточной оболочки, а также повышения биологической ценности добавки за счет увеличения перевариваемости дрожжевых белков и удаления нуклеиновых кислот.

Сущность способа заключается в том, что ОПД разбавляют водой в соотношении 1:1 и концентрируют центрифугированием при 3000 об/мин в течение 7–10 мин, полученный осадок обрабатывают гидроксидом натрия при pH 9,0–10,0 и температуре 50–60°C в течении 10 мин, далее продукт повторно разбавляют водой в соотношении 1:2 и концентрируют центрифугированием при 3000 об/мин в течение 7–10 мин, после чего нейтрализуют соляной кислотой до pH 6,5–7,0, полученный осадок замораживают в льдогенераторе непрерывного действия. После размораживания полученную суспензию гомогенизируют при перепаде давлений 200–220 атм., снова разбавляют водой в соотношении 1:2 и концентрируют центрифугированием при 3000 об/мин в течение 7–10 мин и сушат. Сушку суспензии проводят при температуре теплоносителя на входе в сушильный агрегат 150–160°C. В случае, когда готовый белковый ингредиент используется на кормовые нужды, обработка гидроксидом натрия может быть исключена.

Установлено, что при обработке гидроксидом натрия количество отделившихся клеток возрастает на 4,9% по отношению к исходному их содержанию. Использование процесса замораживания в льдогенераторе непрерывного действия позволяет увеличить количество отделившихся клеточных оболочек дрожжевых клеток с 31,8% (в исходных остаточных пивных дрожжах) до 60,9%. Вследствие последующей гомогенизации при перепаде давлений 200–220 атм. процент полученной суспензии отделившихся клеточных оболочек дрожжевых клеток увеличивается до 93,2%, за счет обработки ОПД гидроксидом натрия количество отделившихся клеточных оболочек доходит до 98,1%. После замораживания и гомогенизации в данной технологии предусмотрена дополнительная промывка водой. Введение данных операций в технологический процесс приводит к удалению низкомолекулярной фракции белков, что способствует увеличению сорбционной емкости полученного белкового ингредиента за счет освобождения активных центров сорбентов, инактивирующихся взаимодействием с низкомолекулярными протеинами.

Полученный по предлагаемой технологии белковый ингредиент, имеет сорбционную емкость афлотоксина В1 – 50%, охратоксина – 70% и токсина ДОН – 11,4%. Белковый ингредиент, полученный по представленной выше технологии, но с отсутствием промывок после гомогенизации имеет более высокую пищевую ценность за счет повышенного содержания низкомолекулярной фракции протеинов, но более низкие сорбционные свойства (имеет сорбционную способность только к афлатоксину В1 – 42%).

Полученные экспериментальные данные показывают, что использование процесса замораживания и гомогенизации в предложенной технологии позволяют увеличить перевариваемость белков ОПД с 40–45% (в исходном сырье) до 78–82%, вследствие разрушения клеток дрожжей и выхода внутриклеточного протеина. При использовании обработки гидроксидом натрия процент перевариваемости повышается до 90–92%. Кроме того, установлено, что образцы полученного препарата из остаточных пивных дрожжей содержат следовые количества РНК, содержание ДНК в образцах менее 0,1%, что увеличивает пищевую и кормовую ценность получаемого продукта за счет уменьшения риска накопления мочевой кислоты, образующейся в организме из пуринов в составе РНК и ДНК. Проведение щелочной обработки, как показывают экспериментальные данные, позволяет также снизить горечь с 85,7 BU (в исходных дрожжах) до 0 BU (в готовом ингредиенте), вследствие взаимодействия ионов  $\text{Na}^+$  и изо-альфа-кислот, обуславливающих горечь остаточных пивных дрожжей, с образованием водорастворимых солей, которые удаляются при последующих промывках водой [4].

Таким образом, предложенная технология позволяет получить дешевый белковый ингредиент со свойствами сорбента микотоксинов из ОПД. Кроме того белковый ингредиент обладает улучшенными органолептическими свойствами и повышенной

пищевой и биологической ценностью, за счет понижения горечи в готовом продукте до 0 BU от 85,7 BU (в исходных дрожжах), увеличения перевариваемости белка дрожжей до 90–92%, против 40–45% в исходных дрожжах, а также практически полному отсутствию нуклеиновых кислот в готовом продукте. Полученный по предлагаемой технологии белковый ингредиент со свойствами сорбента микотоксинов из ОПД может быть использован при производстве кормовых продуктов и продуктов питания широкого ассортимента спектра.

### Литература

1. Рядчиков В.Г. Нормы потребности свиней мясных пород и кроссов в энергии и аминокислотах // Эффективное животноводство. – 2008. – № 3. – С. 5–7.
2. Шамрай С.М. Микотоксины – постоянная угроза со стороны «экологически чистых» природных ядов // Биология. Все для учителя. – 2010. – № 1. – С. 35–37.
3. Bekatorou A.et. al. Food Grade Yeasts, Food Technol // Biotechnol. – 2006. – № 44(3). – P. 407–415.
4. Куцакова В.Е., Фролов С.В., Шкотова Т.В., Марченко В.И., Чичина Т.В. Новая технология получения автолизата со свойствами сорбента микотоксинов из отработанных пивных дрожжей // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2014. – № 2–3. – С. 75–78.



#### **Ефимова Светлана Васильевна**

Год рождения: 1989

Факультет пищевых биотехнологий и инженерии, кафедра технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом, аспирант

Специальность: 05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств

e-mail: efiman76@mail.ru

УДК 664.66.022.3

## **БЕЛКОВЫЙ ИНГРЕДИЕНТ ИЗ ОСТАТОЧНЫХ ПИВНЫХ ДРОЖЖЕЙ СО СВОЙСТВАМИ СОРБЕНТА МИКОТОКСИНОВ ДЛЯ ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**С.В. Ефимова**

**Научный руководитель – д.т.н., профессор В.Е. Куцакова**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 610461 «Биоконверсия пищевого сырья в производстве комбинированных продуктов».

Предложена технология применения белкового ингредиента из остаточных пивных дрожжей со свойствами сорбента микотоксинов при производстве хлебобулочных изделий различных наименований. Показано, что использование данного белкового ингредиента при производстве пшеничного хлеба и хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки позволяет значительно снизить содержание микотоксинов в продукте, а также интенсифицировать процесс производства и улучшить физико-химические показатели качества готовых изделий.

**Ключевые слова:** остаточные пивные дрожжи, сорбент микотоксинов, хлебобулочные изделия.

В настоящее время одной из приоритетных задач развития хлебопекарной промышленности является улучшение качества выпускаемой продукции при снижении удельных затрат ресурсов всех видов. Кроме того, все больше внимания привлекает к себе

проблема загрязнения пищевых продуктов и хлебобулочных изделий, в частности, микотоксинами. Микотоксины (от греч. *mukes* – гриб и *toxicon* – яд) – токсичные продукты жизнедеятельности микроскопических плесневых грибов, обладающие выраженными токсическими свойствами. Основными продуктами, подверженными загрязнению микотоксинами, являются зерна злаковых и продукты их переработки. Известно, что микотоксины устойчивы к химической и термической обработке [1]. Удаление (снижение) содержания микотоксинов в хлебе и хлебобулочных изделиях возможно за счет применения сорбентов микотоксинов.

Перспективным сырьем для получения белкового ингредиента со свойствами сорбента микотоксинов для хлебопекарного производства являются остаточные пивные дрожжи (ОПД). ОПД обладают огромной пищевой ценностью: содержат полноценный по своему аминокислотному составу белок, витамины группы В, D, E, F, K и важные микроэлементы, находящиеся в биодоступной форме [2]. Плотная полисахаридная оболочка дрожжей при освобождении ее с поверхности клетки является сорбентом микотоксинов. В настоящее время на кафедре ТМРП и КХ Университета ИТМО разработан способ получения белкового ингредиента со свойствами сорбента микотоксинов на основе ОПД, включающий последовательно этап обезгоречивания, гомогенизацию (при перепаде давлений 200–220 атм.), промывку водой с последующим центрифугированием, сушку [3]. Полученный белковый ингредиент обладает повышенными органолептическими показателями и пищевой ценностью, за счет понижения горечи в готовом продукте до 0 ВУ от 85,7 ВУ (в исходных дрожжах), повышения усвояемости внутриклеточных питательных веществ (белков, аминокислот, минералов, витаминов) вследствие разрушения полисахаридной оболочки дрожжей, устойчивой к действию пищеварительных ферментов, в процессе гомогенизации.

Кроме того, полученный белковый ингредиент имеет сорбционную емкость афлатоксина В1–50%, охратоксина – 70% и токсина ДОН – 11,4%. При этом необходимо отметить, что важным этапом в получении белкового ингредиента с такими высокими сорбционными свойствами является дополнительная промывка водой после процесса гомогенизации. Введение данной операции в технологический процесс приводит к удалению низкомолекулярной фракции белков, что способствует увеличению сорбционной емкости полученного белкового ингредиента за счет освобождения активных центров сорбентов инактивирующихся взаимодействием с низкомолекулярными протеинами. Установлено, что белковый ингредиент, полученный по представленной выше технологии, но с отсутствием промывок после гомогенизации имеет сорбционную способность только к афлатоксину В1.

Задачей данного исследования являлась разработка технологии применения белкового ингредиента из ОПД (со свойствами сорбента микотоксинов) при производстве хлебобулочных изделий с целью интенсификации процессов производства и получения хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности.

В настоящей работе представлены исследования влияния введения полученного белкового ингредиента на основе ОПД на ход технологического процесса и основные показатели качества хлеба ржано-пшеничного «Столичный», а также пшеничного хлеба. При изготовлении хлеба «Столичный» тесто готовили на густой ржаной закваске по следующей рецептуре (кг): мука ржаная хлебопекарная обдирная – 0,5; мука пшеничная хлебопекарная первого сорта – 0,5; дрожжи хлебопекарные прессованные – 0,0005; соль поваренная пищевая – 0,0015; сахар песок – 0,003. Белковый ингредиент на основе ОПД вносили в смеси с мукой в количестве 1–3% к массе муки на этапе приготовления теста.

При изготовлении теста проводилось измерение титруемой кислотности и газообразующая способность (ГОС) теста через каждые 20 мин в процессе брожения. Результаты измерений представлены на рис. 1 и 2.

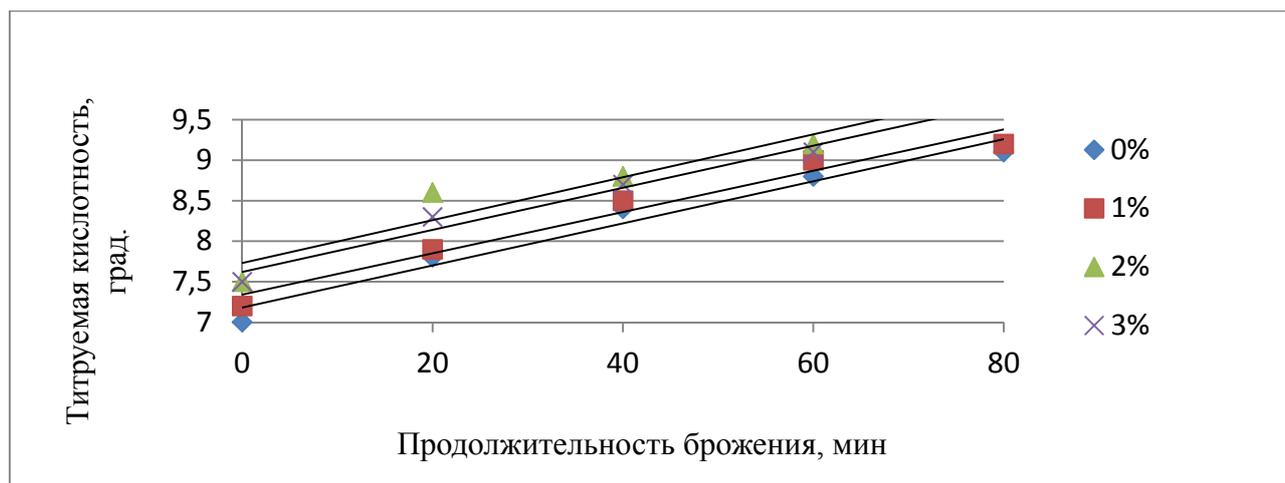


Рис. 1. Изменение титруемой кислотности в процессе брожения в зависимости от доли внесения белкового ингредиента из ОПД к массе муки при производстве хлеба «Столичный»

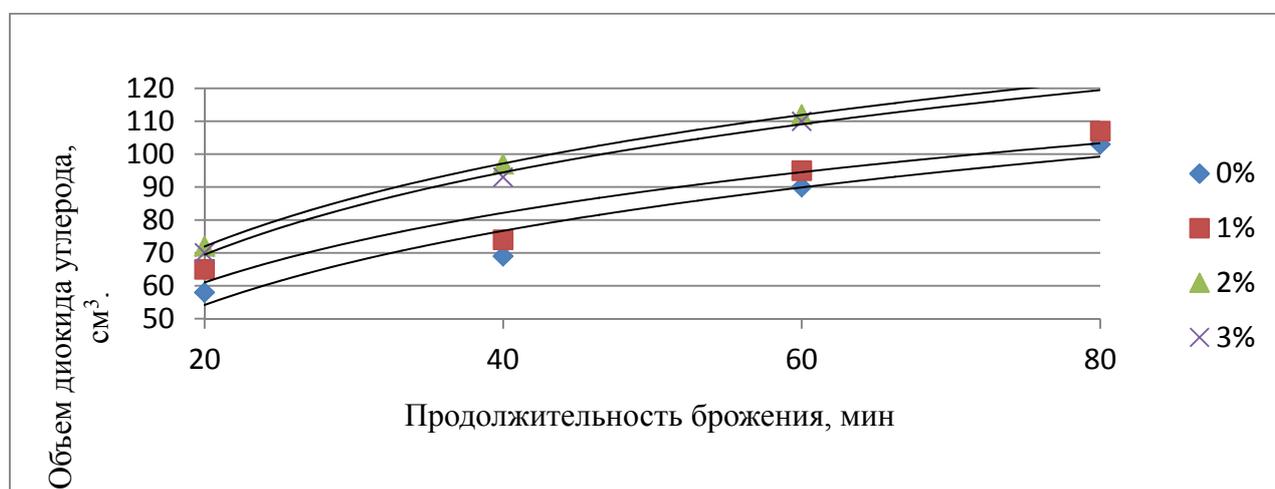


Рис. 2. Влияние доли внесения белкового ингредиента из ОПД к массе муки на газообразующую способность теста в процессе брожения при производстве хлеба «Столичный»

Влияние внесения белкового ингредиента из ОПД со свойствами сорбента микотоксинов на качество готовых изделий представлено в таблице.

Таблица. Физико-химические показатели качества хлеба «Столичный» в зависимости от доли внесения белкового ингредиента из ОПД (сорбента) к массе муки

Наименование показателя	Обозначение	Значение показателей качества хлеба			
		Доля внесения белкового ингредиента из ОПД к массе муки, %			
		0	1	2	3
Удельный объем хлеба	Мл /100 г	163	170	185	190
Формоустойчивость подового хлеба (Н:D)	Дол.ед.	0,45	0,45	0,46	0,47
Упек	%	6,15	6,0,3	5,75	5,58
Влажность мякиша	%	47,8	47,9	47,8	47,9
Кислотность мякиша	Град.	8,8	8,8	8,9	9,0
Пористость мякиша	%	68	69	70	70

Полученные опытные данные показывают, что при производстве ржано-пшеничного хлеба оптимальным является внесение белкового ингредиента из ОПД в количестве 2% к массе муки. При этом процесс брожения и расстойки сокращается на 25% и 10,8% соответственно за счет интенсификации процесса кислото- и газонакопления (рис. 1 и 2). Улучшаются физико-химические показатели качества хлеба: удельный объем, пористость и формоустойчивость возрастает на 13,5%, 2,9% и 2,2% соответственно по сравнению с контрольным образцом (таблица). Упек уменьшается на 6,5% по сравнению с контрольным образцами ржано-пшеничного хлеба, что приводит к удешевлению данного вида изделий.

Аналогично были проведены исследования влияния внесения белкового ингредиента на показатели качества и ход технологического процесса при производстве пшеничного хлеба. Тесто для хлеба пшеничного готовили безопасным способом по следующей рецептуре (кг): мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта – 1,0; дрожжи хлебопекарные прессованные – 0,025; соль поваренная пищевая – 0,015. Белковый ингредиент вносили в смеси с мукой в количестве 0,5–2%.

Экспериментально установлено, что при производстве пшеничного хлеба оптимальным является внесение белкового ингредиента в количестве 1% к массе муки. При этом продолжительность брожения и расстойки снижается на 16% и 13% соответственно по сравнению с контрольным образцом, удельный объем и пористость увеличивается на 9,2% и 3,9% соответственно, а упек уменьшается на 15,2% по сравнению с контрольным образцом.

Результаты расчетов содержания микотоксинов показывают, что применение белкового ингредиента из ОПД при производстве ржано-пшеничного хлеба в количестве 2% к массе муки позволяет полностью удалить такие микотоксины как; афлотоксин В1 и зеараленон, а также снизить на 22,8% содержание дезоксиваленола. Применение белкового ингредиента из ОПД в количестве 1% к массе муки при производстве пшеничного хлеба позволяет снизить содержание афлотоксина В1 на 50%, дезоксиваленола на 11,4% и зеараленона на 70%, что в конечном итоге позволяет повысить пищевую ценность продукции. Отметим, что в расчетах принято содержание микотоксинов в продукте в соответствии с установленными СанПиН (N 36, 2001) максимально допустимыми уровнями микотоксинов для хлебобулочных изделий, однако на практике в настоящее время в производство нередко поступает сырье (мука) с превышением максимально допустимого уровня микотоксинов в полтора-два, а иногда и десятки раз, что делает крайне необходимым применение сорбента микотоксинов при производстве хлебобулочных изделий.

Таким образом, полученные экспериментальные данные при производстве пшеничного хлеба и хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки с использованием белкового ингредиента на основе ОПД со свойствами сорбента микотоксинов (полученного по технологии переработки ОПД, разработанной на кафедре ТМРПиКХ Университета ИТМО) подтвердили возможность и целесообразность использования данного белкового ингредиента на основе ОПД для улучшения физико-химических показателей, интенсификации процесса производства и повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий из пшеничной муки, а также смеси ржаной и пшеничной муки.

## Литература

1. Шамрай С.М. Микотоксины – постоянная угроза со стороны «экологически чистых» природных ядов // Биология. Все для учителя. – 2010. – № 1. – С. 35–37.
2. Bekatorou A.et. al. Food Grade Yeasts, Food Technol // Biotechnol. – 2006. – № 44(3). – P. 407–415.
3. Куцакова В.Е., Шкотова Т.В., Ефимова С.В., Чичина Т.В. Технология получения белкового ингредиента со свойствами сорбента микотоксинов на пищевые и кормовые нужды // Актуальная биотехнология. – 2014. – № 2. – С. 62–65.

**Жебалов Валерий Германович**

Год рождения: 1981

Факультет экономики и экологического менеджмента,  
кафедра экономической теории и экономической политики,  
группа № и5555Направление подготовки: 38.04.02 – Менеджмент

e-mail: djfeeltr@gmail.com

УДК 338

**НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ  
ЗДРАВООХРАНЕНИЕМ****В.Г. Жебалов****Научный руководитель – д.э.н., профессор Н.А. Шапиро**

Органы власти Российской Федерации предпринимают значительные усилия с тем, чтобы нейтрализовать отрицательные тенденции и выйти на положительную динамику развития системы здравоохранения. В данном аспекте следует особо подчеркнуть приоритетность мероприятий по совершенствованию организации и управления в системе здравоохранения, которое (управление), будучи в настоящее время крайне запутанным, способно свести на нет и рост финансирования, и решение кадровой проблемы, и внедрение новых медицинских технологий и т.п.

**Ключевые слова:** механизмы управления, здравоохранения, государственные программы.

Российское здравоохранение в последние годы вступило в очередной период коренных реформ, и в данном случае следует отметить несколько важнейших направлений в развитии механизмов управления здравоохранением.

Это меры по расширению системы обязательного медицинского страхования (ОМС) и переходу на модель одноканального финансирования здравоохранения на основе Федерального закона от 29 ноября 2010 года № 326-ФЗ «Об обязательном медицинском страховании в Российской Федерации». Закон № 326-ФЗ предусматривает серьезные нововведения в организации здравоохранения:

- централизацию финансирования системы ОМС на уровне Федерального фонда ОМС;
- формирование тарифов страховых взносов на неработающее население;
- изменение структуры тарифа на ОМС (с 2013 г. – включение расходов на содержание учреждения), а также включение в систему ОМС скорой медицинской помощи (с 2013 г.) и высокотехнологичной помощи (с 2015 г.), т.е. организация практически повсеместного одноканального финансирования высокотехнологичной медицинской помощи.

Большинство принципиальных вопросов дальнейшего развития здравоохранения в России получили законодательную основу для своего решения после принятия ключевого Федерального закона Российской Федерации (РФ от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»). Новацией по отношению к аналогичному закону, принятому 18 лет назад, является, прежде всего, установка на формирование сбалансированной системы российского здравоохранения, основанной на единых требованиях применительно ко всем гражданам РФ независимо от места их проживания, социального статуса или чего-либо другого. Закон регламентирует единые подходы к оказанию медицинской помощи, требования к

аккредитации медицинских работников, т.е. к их допуску к конкретным видам медицинской помощи и т.п.

В законе прописаны гарантии государства по бесплатному обеспечению всех граждан страны медицинской помощью и перечислены услуги, которые ни при каких условиях не могут быть платными. Это позволит обосновать:

- финансовые потребности отрасли в целом;
- стоимость территориальных программ государственных гарантий в каждом регионе;
- примерные финансовые потребности в каждом медицинском учреждении.

Большую роль в совершенствовании управления в отрасли должны сыграть государственные программы решения тех или иных частных проблем развития здравоохранения в России. Так, параллельно, ежегодно принимаемой программе государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи [1] в 83 субъектах Федерации были приняты региональные программы модернизации здравоохранения. Эти программы предусматривают укрепление материально-технической базы здравоохранения, внедрение современных информационных систем и единых стандартов медицинской помощи.

Главная цель разработки и принятия программ состоит в том, что каждый регион должен выстроить трехуровневую систему организации здравоохранения, фактически заново разработав стратегию движения потоков больных в зависимости от профиля, остроты и тяжести заболевания – от учреждений первичного звена до межмуниципальных центров и региональных, и даже федеральных медицинских учреждений [2].

Региональные программы следует позиционировать как исходную основу для реализации значительно более общего документа – Государственной программы развития здравоохранения Российской Федерации до 2020 года, принятой от 15.04.2014 Распоряжением Правительства Российской Федерации № 294 [3].

Реализация мероприятий указанной Госпрограммы предусмотрена в два этапа: первый этап – с 2013 по 2015 год, второй этап – с 2016 по 2020 год. Для оценки непосредственных результатов выполнения рассматриваемой государственной программы установлены 17 целевых показателей, среди которых главным, несомненно, является увеличение ожидаемой продолжительности жизни при рождении до 74,3 лет в 2020 году. По прогнозной оценке на расходы по реализации мероприятий данной Государственной программы из бюджетов всех уровней будут направлены средства в размере свыше 26 трлн рублей [3].

Сразу же следует обратить внимание на некоторые недостатки рассматриваемой нами государственной программы:

- в перечне подпрограмм не артикулирована проблема развития материальной базы российского здравоохранения (строительство и ремонт ЛПУ, обеспечение новейшим оборудованием и т.п.);
- не выделена в отдельную подпрограмму система мероприятий по обеспечению качества медицинской помощи;
- в принятом варианте госпрограммы нет такого важного направления, как совершенствование системы управления отраслью и ее организационно-экономических механизмов. В частности, важнейшим вопросом остается взаимодействие между собой государственных, ведомственных и негосударственных кластеров здравоохранения.

Следует выдвинуть предложение о внесении в государственную программу развития здравоохранения дополнений и исправлений с целью устранения отмеченных выше недостатков.

Для более целенаправленной и четкой выработки управленческих решений в сфере здравоохранения целесообразно сгруппировать основные задачи по развитию отрасли в пять относительно однородных блоков:

1. финансирование здравоохранения;
2. проблемы развития материально-технической базы;
3. медицинские технологии;
4. медицинские кадры;
5. организация и управление отраслью.

Наиболее значительные перемены в российском здравоохранении происходят в системе управления отраслью. В данном случае следует указать на принятие в 2010 г. и в последующем целого ряда основополагающих законодательных актов федерального уровня, в том числе законов «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», «Об обязательном медицинском страховании в Российской Федерации» и т.д., разработку государственных программ развития здравоохранения на региональном и федеральном уровнях, воссоздание в 2012 г. Министерства здравоохранения РФ и т.п.

Органы власти Российской Федерации принимают значительные усилия с тем, чтобы нейтрализовать отрицательные тенденции и выйти на положительную динамику развития системы здравоохранения. В данном аспекте следует особо подчеркнуть приоритетность мероприятий по совершенствованию организации и управления в системе здравоохранения, которое (управление), будучи в настоящее время крайне запутанным, способно свести на нет и рост финансирования, и решение кадровой проблемы, и внедрение новых медицинских технологий и т.п. [4]. В качестве наглядной иллюстрации усилий, предпринимаемых органами управления для улучшения дел в отрасли, следует указать на возникновение и развитие совершенно нового для России кластера – высокотехнологичной медицинской помощи.

## Литература

1. О программе государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи на 2014 год и на плановый период 2015 и 2016 годов / Постановление Правительства Российской Федерации от 18 октября 2013 г. № 932 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201310220002>, своб.
2. Программы модернизации здравоохранения субъектов Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rosminzdrav.ru/documents/7502-programma-ot-18-iyulya-2010-g>, своб.
3. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие здравоохранения» Постановление Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 № 294 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201404240034>, своб.
4. Шапиро Н.А., Николаева Е.А. Концепции разработки новых систем стратегического менеджмента для предприятий в высокотехнологичных отраслях // Актуальные проблемы менеджмента в РФ: формирование эффективных систем стратегического управления в Российской Федерации на федеральном и региональном уровнях: материалы международной научно-практической конференции. – 2003. – Ч. 1. – С. 53–56.



**Жебалова Екатерина Андреевна**

Год рождения: 1986

Факультет экономики и экологического менеджмента,  
кафедра экономической теории и экономической политики,  
группа № и6555

Направление подготовки: 080200 – Менеджмент

e-mail: djfeeltr@gmail.com

УДК 338

**АУТСОРСИНГ В СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ**

**Е.А. Жебалова**

**Научный руководитель – д.э.н., профессор Н.А. Шапиро**

В экономике, движимой инновациями, где быстрота и гибкость стали синонимами успеха и процветания, а знания превратились в определяющий фактор экономического развития, практика аутсорсинга заслуживает детального рассмотрения и изучения с целью выявления основных предпосылок и тенденций, а также целей и задач менеджмента завтрашнего дня. В российской практике уже накопился опыт инновационных практик в социальной сфере.

**Ключевые слова:** аутсорсинг, частичный аутсорсинг, инновационные практики, менеджмент, социальная сфера.

В экономике, движимой инновациями, где быстрота и гибкость стали синонимами успеха и процветания, а знания превратились в определяющий фактор экономического развития, практика аутсорсинга заслуживает детального рассмотрения и изучения с целью выявления основных предпосылок и тенденций, а также целей и задач менеджмента завтрашнего дня. В российской практике уже накопился опыт инновационных практик в социальной сфере.

Социальная (непроизводственная) сфера, как совокупность отраслей народного хозяйства, включает нематериальное производство и нематериальные услуги. Общим признаком, объединяющих их в одну сферу человеческой деятельности, является нематериальный характер результата труда работников, занятых в этих видах деятельности. К социальной сфере можно отнести: здравоохранение, пассажирский транспорт, жилищно-коммунальное и бытовое обслуживание населения, физическую культуру, просвещение, культуру, науку и научное обслуживание, кредитование, финансирование и страхование, управление, общественные организации.

Общие тенденции развития производства, связанные с внедрением и развитием инноваций в современных условиях, активно проникают и в социальную сферу, сферу оказания услуг, в частности, в медицинское обслуживание, ставшим одним из высокотехнологичных отраслей социальной сферы.

Формой и способом активного использования инноваций в медицине является аутсорсинг.

Термин «аутсорсинг» появился в начале 80-х годов XX века и с того времени стал применяться для обозначения одной из современных технологий управления, состоящей в передаче стороннему исполнителю различных секторов деятельности, которые ранее реализовывались внутри данной организации. Возможность сосредоточиться на выполнении своей основной деятельности, поручая выполнение любой другой деятельности внешним поставщикам услуг, составляет главную привлекательность аутсорсинга для заказчика.

В качестве примеров использования аутсорсинга можно привести:

1. передачу всех функций бухгалтерии специализированной сторонней фирме (ведение первичного учета, составление отчетности, начисление зарплаты и т.п.). Собственная бухгалтерия при этом ликвидируется;
2. передачу стороннему исполнителю функций кадрового менеджмента (подбор кадров, ведение документации, составление отчетности и т.п.). Собственная кадровая служба при этом отсутствует;
3. исполнение функций службы маркетинга сторонним исполнителем (рекламные компании, продвижение на рынок продукции и услуг, исследования рынка и т.п.). В собственной службе маркетинга нет необходимости.

Использование аутсорсинга как методологии управления организацией – условие выживания на рынке, насыщенном товарами и услугами.

Аутсорсинговая схема имеет определенные преимущества по сравнению с традиционными организационными схемами управления:

- использование новейших технологий и опыта в соответствующих областях деятельности;
- использование высококвалифицированных специалистов;
- повышение качества услуг;
- снижение издержек за счет расходов на организацию и содержание ликвидированных рабочих мест, за счет использования стандартизованных решений и т.п.;
- концентрация на основных видах деятельности;
- возможность быстрой и гибкой реакции на изменение социально-экономических условий в стране и регионе и т.д.

Целью частичного аутсорсинга является желание организации – заказчика сохранить свое влияние на планирование, управление и контроль, сосредоточить в своих руках передовые технологии. В ряде случаев частичный аутсорсинг преследует цели освоения организацией новых технологий (например, информационных), приспособления к новым условиям деятельности.

Частичный аутсорсинг широко применяется также при разработке новых продуктов, внедрении ноу-хау или дорогостоящих процессов, требующих значительных инвестиций и продолжительных сроков освоения. При этом в создание ценности конечного продукта или услуги могут быть вовлечены ресурсы нескольких организаций, каждая из которых в данном случае снижает долю собственного риска, перераспределяя затраты между партнерами.

Частичный аутсорсинг позволяет уделять значительное внимание индивидуальным запросам организации-заказчика или конечного потребителя, находить специфические решения, отвечающие конкретным условиям деятельности [1]. Но самое главное – частичный аутсорсинг позволяет эффективно использовать также и внутренние ресурсы организации-заказчика (производственную и технологическую базу, квалифицированный персонал, интеллектуальный капитал). Использование частичного аутсорсинга является одним из методов распространения прогрессивных технологий, стандартов качества и концепций современного менеджмента.

В социальной сфере на примере здравоохранения на аутсорсинг могут быть переданы такие работы, как формирование имиджа лечебного учреждения, разработка и организация новых комплексных медицинских программ лечения, создание информационной и диспетчерской служб, проведение тренингов с персоналом, экспертные, сервисные и ассистентские услуги и т.д. В странах Запада, например, получили широкое распространение небольшие лаборатории (частные и государственные), специализирующиеся на определенных видах диагностики: томографии, биохимических исследованиях и т.п. Клиникам широкого профиля не обязательно иметь весь спектр дорогостоящего оборудования и разнопрофильный корпус специализированных кадров, которые не будут

загружены значительное время. Можно заказывать нужные анализы и обследования узкоспециализированному медицинскому центру [2].

Однако на аутсорсинг можно передавать только второстепенные функции, которые непосредственно не участвуют в формировании высокотехнологичной медицинской услуги. В противном случае, когда на аутсорсинг передаются важные функции, руководство лечебно-профилактических учреждений в значительной степени утрачивает непосредственный контроль за реализацией такого рода функций (подбор кадров, например), что, в конечном счете, может сказаться на качестве управленческих решений. Тем не менее, схемы организации здравоохранения на основе аутсорсинга начинают распространяться в российском здравоохранении [3]. Показателен в этом отношении опыт Пермского края, где рассматриваемая система коснулась, главным образом, поликлиник, при этом сторонние частные организации ежегодно выполняют порядка 10–12% объема необходимых работ, получая около 600 млн руб. из системы обязательного медицинского страхования.

### Литература

1. Рыбальченко И.Е. Определение уровня потребностей населения в высокотехнологичной медицинской помощи // Евразийский международный научно-аналитический журнал «Проблемы современной экономики». – 2013. – № 1. – С. 195–199.
2. Рыбальченко И.Е. Измерение объемов высокотехнологичной медицинской помощи // Евразийский международный научно-аналитический журнал «Проблемы современной экономики». – 2011. – № 4. – С. 392–395.
3. Каплина Ю.Е. Влияние крупного города на устойчивое развитие экономики // VI Международная научно-техническая конференция «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке». Материалы конференции. – 2013. – С. 757–759.



**Железняков Артём Сергеевич**

Год рождения: 1992

Факультет инфокоммуникационных технологий, кафедра программных систем, группа № 6957

Направление подготовки: 210700 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи

e-mail: a.zheleznyakof@yandex.ru

УДК 004.021

### **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ САЙМЕНСКОЙ НЕРПЫ**

**А.С. Железняков, О.В. Компаниец, В. А. Лычагина, Р.А. Широков**

**Научный руководитель – к.т.н., доцент Т.Е. Войтюк**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 914699 «Обеспечение информационной защиты данных в корпоративном учебном облаке».

В работе отражены основные моменты разработки алгоритма сегментации изображения сайменской нерпы. Обоснована актуальность исследуемой проблемы, объяснен выбор отдельных компонентов алгоритма. Также приведено описание ключевых моментов работы программы, и раскрыт комплекс решенных задач в процессе исследования.

**Ключевые слова:** компьютерное зрение, обработка изображений, сегментация, сайменская нерпа.

Сайменская нерпа – один из самых редких подвидов нерпы в мире, живущий в озере Саймаа в Финляндии. В настоящее время в природе осталось всего около 300 особей сайменской нерпы, и она находится под угрозой исчезновения. В целях недопущения

окончательного вымирания вида необходимо осуществлять постоянный мониторинг жизнедеятельности оставшихся тюленей.

Для решения этой непростой задачи в настоящее время биологи вынуждены вылавливать тюленей из озера и устанавливать специальные датчики на тело животных, рис. 1. Этот способ имеет очевидные недостатки, связанные с необходимостью постоянно проверять наличие датчиков и производить поиск новых особей. Также регулярный стресс, получаемый тюленями в процессе поимки, негативно отражается на жизненных процессах и здоровье нерпы в целом.



Рис. 1. Нерпа, пойманная для установки датчиков

Wildlife photo identification – это технология, позволяющая различать особей и отслеживать перемещения популяции животных с течением времени. Она основана на получении снимков сайменской нерпы и дальнейшей обработке изображений с целью сегментации и идентификации животного. Данный подход является реализуемым вследствие наличия на спине тюленей особого рисунка, состоящего из темных точек и светлых серых кругов. Этот рисунок уникален для каждой особи сайменской нерпы, и наличие достаточного количества фотографий предполагает точный результат идентификации животного.

В настоящей работе был предложен алгоритм начальной обработки изображения сайменской нерпы с целью сегментации снимка на области двух классов: тюлень, фон. В рамках подготовки данной работы были предложены и решены следующие задачи:

1. произведен обзор современных методик сегментации изображений;
2. выбраны наиболее подходящие к исследуемой области методы и подходы;
3. произведена ручная аннотация (обработка) изображений для проверки точности работы алгоритма;
4. разработан алгоритм автоматической сегментации изображения сайменской нерпы и классификации сегментов на принадлежность двум классам: тюлень, фон;
5. найдены параметры работы алгоритма, обеспечивающие получение сегментов, удовлетворяющих условиям поставленной задачи;
6. произведен выбор дескрипторов сегментов изображения и классификатора.

Схема полученного алгоритма начальной обработки изображения нерпы представлена на рис. 2.

Алгоритм автоматической сегментации Сайменской нерпы



Рис. 2. Схема работы алгоритма сегментации изображения сайменской нерпы

На рис. 2 видно, что входное изображение изначально подвергается сегментации на основе кластеров, т.е. автоматическому разделению на области в процессе обнаружения характеризующих область краев. В качестве готовой методики для этой цели был выбран алгоритм обнаружения краев и иерархической сегментации изображения, представленный в работе «Counter Detection and Hierarchical Image Segmentation» [1]. Этот алгоритм позволяет варьировать количество обнаруженных областей на изображении путем изменения параметра порога краев. В настоящей работе было произведено тестирование алгоритма иерархической сегментации и выбран наиболее подходящий для исследования порог.

После разбиения фотографии на области (рис. 2, пункт I), было предложено классифицировать полученные сегменты на классы тюлень – фон, используя заранее обученный классификатор. Для обучения классификатора сначала была произведена обработка тренировочных изображений, классификация сегментов которых была сделана вручную (рис. 2, пункт II). Далее для каждого сегмента были посчитаны дескрипторы (особенности), которые были использованы как данные для работы классификатора.

После обучения классификатора тренировочными изображениями была произведена классификация сегментов тестовых изображений. Полученные результаты позволили оценить правильность выбора дескрипторов сегментов и классификатора.

В результате проведенного исследования был предложен алгоритм автоматического выделения на изображении области, содержащей сайменскую нерпу. Также были выбраны наиболее подходящие для этой цели составляющие: классификатор, дескрипторы, порог выделения краев. Результаты исследования предлагают пути улучшения точности сегментации животных на изображениях.

**Литература**

1. Arbeláez P., Maire M., Fowlkes C., Malik J. Counter Detection and Hierarchical Image Segmentation. Pattern Analysis and Machine Intelligence // IEEE Computer Society. – 2010. – V. 33. – № 5. – P. 898–916.

**Жигалов Кирилл Александрович**

Год рождения: 1993

Факультет инфокоммуникационных технологий, кафедра программных систем, группа № 5957

Направление подготовки: 11.04.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи

e-mail: jka3103@gmail.com

УДК 004.75

**ОБЗОР ОСНОВНЫХ ШАБЛОНОВ РАЗВЕРТЫВАНИЯ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ****К.А. Жигалов****Научный руководитель – к.т.н., доцент Н.А. Осипов**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 914699 «Обеспечение информационной защиты данных в корпоративном учебном облаке».

В работе приведен теоретический обзор основных шаблонов развертывания применительно к программным системам, их плюсы и минусы, а также область применения.

**Ключевые слова:** развертывание, шаблоны развертывания.

Рассматриваются основные шаблоны развертывания программных систем и выбор стратегии развертывания. Рассматривая возможные сценарии развертывания приложения как часть процесса его проектирования, мы предотвращаем ситуацию неудачного развертывания приложения или невозможности выполнения тех или иных требований дизайна из-за технических ограничений инфраструктуры. Приложения развертываются в физической среде, ограничения которой могут вносить коррективы в некоторые архитектурные решения. Следовательно, предполагаемые сценарий развертывания и инфраструктура должны рассматриваться как часть процесса проектирования приложения.

Выбор стратегии развертывания сопряжен с нахождением компромиссов в дизайне. Они могут быть связаны с ограничениями по использованию протоколов взаимодействия или портов, либо с особыми топологиями развертывания, не поддерживаемыми целевой инфраструктурой. Выявление ограничений развертывания на ранних этапах проектирования поможет избежать сюрпризов в будущем. Привлекайте к этой работе группы обслуживания сети и инфраструктуры. При выборе стратегии развертывания:

- изучите целевую физическую инфраструктуру развертывания;
- исходя из инфраструктуры развертывания, выявите ограничения архитектуры и дизайна;
- выявите, какое влияние на безопасность и производительность разрабатываемой системы будет оказывать инфраструктура развертывания.

При выработке стратегии развертывания, прежде всего, необходимо определиться, какая модель развертывания будет использоваться: распределенное или нераспределенное развертывание. Если создается простое приложение для применения во внутренних сетях, подойдет нераспределенное развертывание. Для более сложного приложения, которое должно быть оптимизировано для обеспечения масштабируемости и удобства обслуживания, применяйте распределенное развертывание.

Рассмотрим базовые компоненты информационной системы типичной современной организации. С точки зрения безопасности существенными представляются следующие моменты:

- корпоративная сеть имеет несколько территориально разнесенных частей (поскольку организация располагается на нескольких производственных

- площадках), связи между которыми находятся в ведении внешнего поставщика сетевых услуг, выходя за пределы контролируемой зоны;
- корпоративная сеть имеет одно или несколько подключений к Интернету;
  - на каждой из производственных площадок могут находиться критически важные серверы, в доступе к которым нуждаются работники, базирующиеся на других площадках, мобильные работники и, возможно, сотрудники сторонних организаций, и другие внешние пользователи;
  - для доступа пользователей могут применяться не только компьютеры, но и потребительские устройства, использующие, в частности, беспроводную связь;
  - в течение сеанса работы пользователю приходится обращаться к нескольким информационным сервисам, опирающимся на разные аппаратно-программные платформы;
  - информационная система представляет собой сеть с активными агентами, т.е. в процессе работы программные компоненты, такие как апплеты или сервлеты, передаются с одной машины на другую и выполняются в целевой среде, поддерживая связь с удаленными компонентами;
  - не все пользовательские системы контролируются администраторами организации;
  - конфигурация информационной системы постоянно изменяется на уровнях административных данных, программ и аппаратуры (меняется состав пользователей, их привилегии, версии программ, появляются новые сервисы, новая аппаратура и т.п.).

Следует учитывать также, что основная угроза информационной безопасности организаций по-прежнему исходит не от внешних хакеров, а от собственных сотрудников, по той или иной причине не являющихся лояльными.

Проблема разработки общих принципов построения эффективных информационных систем актуальна для большинства сфер прикладного программирования. Под эффективностью информационной системы, в данном случае понимается:

- способность адекватно отвечать запросам пользователей;
- обеспечение работы с использованием принятых в данной отрасли понятий и механизмов;
- минимизация затрат на поддержание и сопровождение.

Следует отметить также практически полное отсутствие стандартов на интерфейсы, методики обработки и форматы данных. Как следствие, невозможность использования библиотек стандартных решений. Поскольку программное обеспечение для систем неразрушающего контроля следует отнести к системам средней сложности, использование современных высокопроизводительных методов программирования при разработке системной части проекта является оптимальным вариантом.

В завершение хотелось бы отметить вопрос поддержки и сопровождения информационных систем. Системы неразрушающего контроля обладают долгим сроком жизни. Этот срок может превышать десять лет. На протяжении всего этого срока может возникнуть вопрос об адаптации старой системы к новым аппаратным платформам или замены морально устаревших компонентов. Может также потребоваться перенос наработок потребителя со старой системы на новую. Этот вопрос особенно актуален при разработке крупных комплексов, где этот аспект может порой сыграть решающую роль при выборе архитектуры системы.

## Литература

1. Сомасегара С., Гатри С. Руководство Microsoft по проектированию архитектуры приложений. – 2-е изд. – Корпорация Майкрософт, 2009. – 528 с.



### Жигалова Светлана Александровна

Год рождения: 1993

Факультет инфокоммуникационных технологий, кафедра программных систем, группа № 4958

Направление подготовки: 210700 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи

e-mail: lana\_2563@mail.ru

УДК 004.428.4

## АНАЛИЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ SEO-ДАННЫХ

С.А. Жигалова

Научный руководитель – к.т.н., доцент Т.В. Зудилова

Работа выполнена в рамках темы НИР № 914699 «Обеспечение информационной защиты данных в корпоративном учебном облаке».

В работе отражены понятия поисковой оптимизации, принцип работы поисковых систем, основные данные для анализа сайта. Выведены предпосылки к созданию нового инструмента для определения влияния изменений на сайте на его позицию в поисковой выдаче.

**Ключевые слова:** SEO, поисковая оптимизация, поисковые системы.

В настоящее время вопросы поиска требуемой информации являются актуальными в процессе формирования многочисленных Интернет-запросов. При этом, насколько быстро пользователь находит интересующую его информацию, зависит от специальных поисковых механизмов – поисковых систем.

На данный момент самыми популярными поисковыми системами в России являются Google и Яндекс. Google был образован в 1998 году Ларри Пейджем и Сергеем Брином, и к настоящему моменту он является крупнейшей поисковой системой с долей на рынке 68,89%, но в России он лишь на втором месте после отечественной поисковой машины – Яндекса. История Яндекса очень длинная и начинается еще с 80-х годов прошлого столетия, и, пройдя через все это время, он добился первого места среди поисковых систем в России с долей 53,9% российского рынка поисковых услуг.

Опишем основной принцип работы поисковой системы. Для того чтобы страницы сайты были видны в результатах поиска, поисковые системы должны знать о них – другими словами, страницы сайта должны быть проиндексированы поисковыми системами.

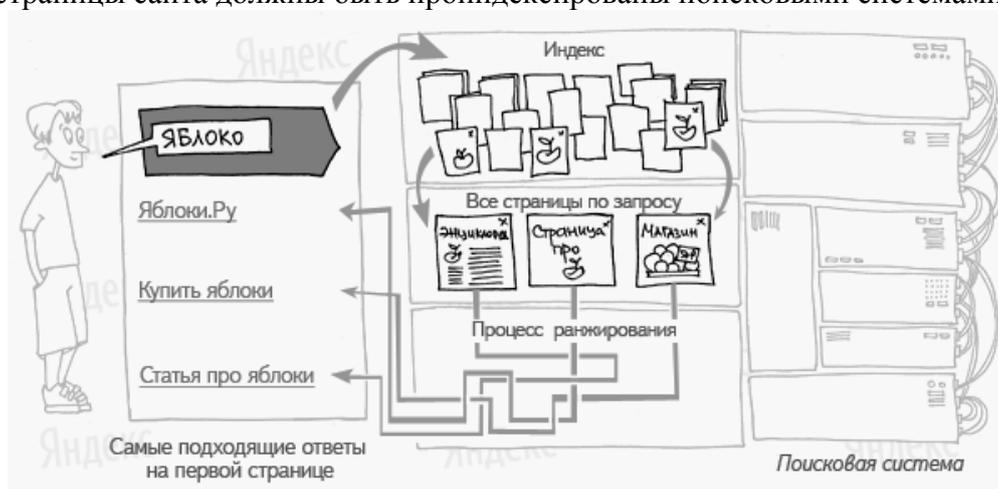


Рисунок. Принцип работы поисковых систем

Поисковые системы хранят в своих базах данных кешированные страницы сайтов – тот образ, которые сохранил поисковый робот на момент посещения страницы (рисунок). При вводе запроса поисковику на основе большого количества факторов (о них будет сказано ниже), в первую очередь релевантности (соответствия поискового запроса тексту страницы), производят выборку наиболее релевантных страниц и затем упорядочивают их на основе своих принципов ранжирования и упорядоченно выводят в результатах поиска [1].

Различают внешние и внутренние факторы ранжирования. Именно над этими факторами и работают оптимизаторы, чтобы улучшить позиции сайта. Ниже представлены основные факторы.

Внутренние факторы ранжирования:

- значение тега <h1>;
- значение тега <title>;
- значение тегов <h2–h3>;
- текстовый контент на странице;
- графический контент на странице;
- значения мета тегов keywords и description;
- ЧПУ (человеко-понятный урл);
- валидность кода.

Внешние факторы ранжирования:

- внешние ссылки;
- поведенческие факторы;
- наличие сайта в авторитетных каталогах;
- аффилированность (дублирование страниц).

Так как разработчики поисковых систем заботятся о своих пользователях, они все строят свои алгоритмы так, чтобы первым в выдаче находился самый удобный сайт для человека, по мнению машины. Это мнение строится на основе поведенческих факторов, т.е., можно сказать, что на поведении людей. Рассмотрим основные поведенческие факторы, которые влияют на место сайта в поисковой выдаче.

Поведенческие факторы ранжирования:

- уход с сайта (большой процент отказов от просмотра одной страницы, говорит о том, что страница сайта не соответствует теме запроса или же сайт не привлекателен (по дизайну или структуре));
- сколько времени проводит человек на сайте (если на сайте присутствует хороший контент, то человек надолго может задержаться на сайте);
- уходят ли пользователи с сайта снова в поиск (значит, что сайт не отвечает требованиям данного запроса и нужно пересмотреть ключевые слова сайта);
- есть ли у сайта постоянные пользователи;
- как пользователь ведет себя на сайте (на что щелкаешь мышью, где пропускает контент и др.).

Но чтобы привлечь к сайту посетителей, необходимо провести некоторую работу, которую называют поисковой оптимизацией.

Поисковая оптимизация (от англ. Search Engine Optimization, SEO) – комплекс мер для поднятия позиций сайта в результатах выдачи поисковых систем по определенным запросам пользователей с целью продвижения сайта [2].

Повышения позиций по запросам можно добиться с помощью изменений на сайте. Таких правок можно внести очень на сайте достаточно много: от исправлений заголовка на странице до изменения структуры сайта полностью. Но нет единой методики в продвижении сайтов, ведь каждая тематика имеет разные факторы ранжирования и разную степень влияния этих факторов на место в поисковой выдаче. И здесь встает необходимость в таком

инструменте, который позволит узнать, как повлияет та или иная правка на позицию сайта в выдаче. Таких программ на рынке пока не существует, по крайней мере, в открытом доступе.

Преимущества использования нового инструмента:

- повышение эффективности методов продвижения сайтов;
- снижение рисков при экспериментировании над сайтом (внесение правок, которые необычны для поисковых систем, внедрение новых «фишек»).

Рассматриваемые в докладе вопросы решаются в рамках выполнения работ по НИР: «Обеспечение информационной защиты данных в корпоративном учебном облаке».

## Литература

1. Неелова Н., Шпорт К., Моргачева А., Фролкина Е., Загребельный Г. SEMBOOK. Энциклопедия поискового продвижения Ingate. – Изд-во: Питер, 2014. – 520 с.
2. Ашманов И.С., Иванов А. Оптимизация и продвижение сайтов в поисковых системах. – 3-е изд.– Изд-во: Питер, 2011. – 464 с.



**Жилина Виктория Александровна**

Год рождения: 1992

Факультет технологического менеджмента и инноваций,  
кафедра экономики и стратегического менеджмента, группа № 5074

Направление подготовки: 38.04.05 – Бизнес-информатика

e-mail: viktori.zhilina@gmail.com

УДК 338.14

## ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕХОДА НА СВОБОДНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

**В.А. Жилина**

**Научный руководитель – к.т.н., доцент В.Ю. Петров**

В работе рассмотрены проблемы, сопряженные с переходом от командно-административных к рыночным методам хозяйствования, которые относятся как к коммерческим, так и к «свободным» программам, сравниваются понятия свободного и бесплатного программного обеспечения, отмечаются преимущества свободного перед обычным проприетарным программным обеспечением и аспекты перехода на него.

**Ключевые слова:** свободное программное обеспечение, проприетарное программное обеспечение, исходный код, разработка, лицензирование, «пиратство», информация, пользователи, проблемы, внедрение, техническая поддержка.

В настоящее время разработка и внедрение программного обеспечения (ПО) является тем ключевым фактором, который стимулирует развитие информационной экономики, поэтому появление свободного программного обеспечения может оказать значительное влияние на индустрию информационных технологий (ИТ) и информационное общество в целом.

Термины «бесплатное программное обеспечение» и «свободное программное обеспечение» (СПО) описывают разный тип программ. Бесплатное ПО – это программа, которую можно использовать бесплатно в данном конкретном случае. Свободное ПО, помимо этого можно еще модифицировать и распространять по специальным открытым лицензиям (GPL, BSD, MIT), а это юридически дает право пользователю использовать его бесплатно, изменять и копировать.

Кроме этого существует термин «проприетарное программное обеспечение» [1, 2], которое используется FSF (фондом свободного ПО) для определения ПО, которое с

позиции фонда не является свободным или полусвободным. Слова «proprietary software» обозначают ПО, которое имеет собственника, осуществляющего контроль над этим ПО. Таким образом, этот термин может быть использован ко всему ПО, которое не находится в общественном использовании. Однако слово proprietary иногда используется в рекламе как «владение монопольными правами на что-нибудь». Так и фонд свободного ПО использует термин для выделения того, что собственник является основным фактором, в контрасте со свободным ПО, где этим фактором является свобода компьютерных пользователей.

Существует большое количество различных бизнес-моделей, и компании, занимающиеся разработкой проприетарного ПО, составляют собственные лицензионные соглашения в соответствии с ними.

Программное обеспечение, как и большинство других сфер массовой деятельности, имеет реальную экономическую основу – рынок услуг и рынок рабочей силы. Фиктивный рынок «прав интеллектуальной собственности» – несвободных лицензий – играет роль «зеркала» рынков реальных, но отражает их с весьма существенными искажениями.

Свойства «несвободной» модели ПО можно выразить в следующем:

1. сокрытие исходных кодов;
2. сокрытие исходного кода влечет за собой рост асимметрии информации о товаре или услуге (несовершенство рынка), в частности, о качестве программирования для правообладателя и покупателя;
3. из сокрытия исходного кода следует также монополизация услуг по сопровождению программ (исправлению ошибок, добавлению функциональности, интеграции с другими программами и новым оборудованием);
4. распоряжаясь доступом к коду, правообладатель может также производить ценовую дискриминацию конечных пользователей, в том числе по функциональности программы: одна и та же программа может быть издана в разных вариантах, часть из которых «обрезана» по своей функциональности;
5. обладая исключительным доступом к коду более чем одной программы, правообладатель может побуждать программистов заставлять взаимодействовать их нестандартным или намеренно отклоняющимся от стандартов образом – создавать «проприетарные интерфейсы»;
6. одним из негативных следствий несвободы ПО является феномен так называемого «пиратского» продвижения тех или иных программ [3].

«Пиратство» связано с:

- установлением заведомо завышенного тарифа на те или иные товары;
- массовым использованием (включая нелицензионное промышленное тиражирование) программ.

Перечисленное следует понимать, как закономерное, логичное следствие его несвободы ПО. Однако самой предлагаемой им моделью распределения исключительных имущественных прав СПО пресекает возможность такого рода злоупотребления последними.

Следует отметить, что ранее оформления свободной и несвободной модели ПО, бизнес-кейсы СПО рассматривались достаточно редко, основная масса обзоров экономики ПО целиком находилась под влиянием идеологии «интеллектуальной собственности». Примеры успешного ведения бизнеса свободно-программными компаниями просто не попадали в поле зрения исследователей. Сторонники свободной модели подчеркивали в основном, этические и социальные аспекты этих моделей, а не на экономические.

СПО имеет открытый исходный код, это дает большие плюсы по сравнению с закрытыми коммерческими программами:

- СПО более надежно и безопасно, чем коммерческое ПО. Механизмы, по которым действует программа, открыты и дают полную уверенность в том, что к вашим данным нет доступа у третьих лиц. Исходный код открытой программы изучается и

модернизируется людьми по всему миру, ошибки оперативно устраняются и доступны пользователю абсолютно бесплатно;

- программист может дополнить, изменять и копировать программы самостоятельно, что невозможно сделать в случае закрытого коммерческого ПО;
- разработка и поддержка открытого ПО никогда не закончатся;
- СПО принадлежит всему мировому сообществу, в то время как коммерческое принадлежит конкретной компании.

Интересной особенностью СПО является относительная легкость, с которой при свободном лицензировании вовлекаются в оборот (хозяйственный и коммерческий) программы, изначально созданные вне контрактных рамок. Однако значительная и все возрастающая доля свободного кода пишется в коммерческих рамках, с корпоративным (как значительная часть XFree86 или OpenOffice.org) или государственным (как GNAT или GnuPG) финансированием.

Свободные программы получили широкое распространение в сфере профессионального использования – это, прежде всего, инструментальные средства (программы, используемые в самом процессе ПО, включая написание, отладку, модификацию программ), затем серверные программы и, особенно, как частный случай последних, сетевые (Интернет) сервисы, в которых свободные операционные системы (ОС) (такие, как ГНУ/Линукс и FreeBSD) и прикладные программы (такие, как Web-сервер Apache или почтовая программа Postfix) сегодня лидируют с большим отрывом.

Сети Интернет, разворачивание и развитие которых стало возможным, прежде всего, благодаря СПО, сами выступают мощнейшим инструментом снижения издержек коммуникации и координации разработок.

Однако стоит заметить, что СПО не всегда бывает бесплатным продуктом, хотя часто распространяется бесплатно [4].

Как правило, компании-производители СПО получают прибыль за счет предоставления услуг по внедрению и технической поддержке своих продуктов, но при этом пользователь может обойтись и без сторонних разработчиков (например, взяв в штат специалиста по выбранному ПО или обучить своего сотрудника работе с новой программой).

Процесс перехода индивидуален для каждой конкретной компании, но в целом он состоит из следующих основных пунктов:

1. аудит используемого аппаратного и ПО;
2. определение экономической целесообразности перехода на СПО;
3. разработка плана замены ПО;
4. пилотное внедрение и внедрение кроссплатформенных программ на рабочие станции пользователей;
5. перевод парка компьютерной техники на СПО согласно плану миграции;
6. обучение пользователей, сопровождение и техническая поддержка ИТ-инфраструктуры [2].

У процесса перехода на свободное ПО есть два аспекта – технический и социальный.

С одной стороны, переход на свободное ПО – это реализация технического проекта по переходу с одного конкретного ПО на другое, свободное (например, переход с ОС Microsoft Windows на Linux, замена Microsoft Office на Open Office и т.п.). С другой стороны, переход на СПО может рассматриваться как некое распространение свободного программного обеспечения среди различных групп пользователей.

На рубеже десятилетий осознание привлекательности свободной модели ПО привело к появлению в различных странах ряда законодательных инициатив, призванных в большей мере использовать ее преимущества при ПО функционирования публичного

сектора и содействовать свободному ПО в целом. В ряде стран пересмотрена политика заключения эксклюзивных соглашений с отдельными поставщиками несвободного ПО.

Среди причин, побуждающих правительства обращаться к свободному ПО в поисках эффективных решений государственных ИТ-проблем, аналитики выделяют повышение эффективности затрат, снижение зависимости национальных информационных инфраструктур от отдельных корпораций (в особенности, зарубежных).

В разных странах проблему перехода на свободное ПО понимают по-разному:

- в развитых странах с низким уровнем «компьютерного пиратства» пользователи делают акцент на качестве ПО, нюансах лицензирования и возможности беспрепятственной реализации гражданских прав и свобод;
- в странах бывшего СССР и ряде других пользователи часто ищут низкобюджетную альтернативу дорогостоящему проприетарному ПО. По этой причине, свободное ПО даже иногда ошибочно путают с бесплатным [2].

Но существует ряд причин, по которым процесс перехода на СПО оказывается сложным и даже невозможным. Рассмотрим некоторые из них.

В некоторых случаях отсутствуют узкоспециализированные программы на производствах (большая часть из них ориентированы на использование DOS, ОС Windows, реже – Mac OS). Иногда возникающие сложности совместимости с закрытыми форматами файлов и протоколов обмена несвободного ПО (жесткие лицензионные ограничения проприетарных форматов).

Недостаточная осведомленность, консервативность конечных пользователей, инерция их мышления приводят к тому, что некоторые пользователи даже не знают про существование других ОС, кроме тех, с которыми работают в данный момент. Многие пользователи не могут установить ПО на новое оборудование.

Отсутствие достаточно квалифицированных и «сертифицированных» кадров для техподдержки приводит к необходимости «дополнительных» затрат на оплату ИТ-специалиста.

Поскольку существует около десятка оригинальных дистрибутивов Linux и более 400 их модификаций возникает проблема выбора конкретной версии СПО и необходимость в дополнительных услугах ИТ-консалтинга по СПО.

На процесс перехода на СПО влияет и медленное наращивание числа курсов [5].

С правовой точки зрения основной проблемой, которая стоит перед органами государственной власти, является проблема управления полученными по лицензионным соглашениям правами на программы для ЭВМ. Актуальность данной задачи обусловлена трудностями, сопряженными с переходом от командно-административных к рыночным методам хозяйствования, и в равной степени относится как к коммерческим, так и к «свободным» программам.

## Литература

1. Электронная энциклопедия «Википедия» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>, своб.
2. Рудницкий Г. НПП и Свободное ПО: цели, задачи, информация. – 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gosbook.ru/node/21023/>, своб.
3. Вонг К., Сайо Ф. Свободное и открытое программное обеспечение. Электронный учебник для начинающих изучение информационной экономики, общества и политики. – UNDP-APDIP, 2004. – 59 с.
4. Пожарина Г.Ю. Свободное программное обеспечение на уроке информатики. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 336 с.
5. Отставнов М. Перспективы свободного программного обеспечения в сфере государственного управления и бюджетном секторе экономики. – 2010 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://thelid.ru/books/otstavnov\\_mak](http://thelid.ru/books/otstavnov_mak), своб.

**Житков Константин Дмитриевич**

Год рождения: 1995

Факультет компьютерных технологий и управления,  
кафедра проектирования и безопасности компьютерных систем,  
группа № 3157Направление подготовки: 090900 – Информационная безопасность

e-mail: zhitkovkostya@gmail.com

УДК 004.056.5

**МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ АТАК, ОСНОВАННЫХ НА ЭМУЛЯЦИИ HID-УСТРОЙСТВ****К.Д. Житков****Научный руководитель – д.т.н., профессор Ю.А. Гатчин**

Рассмотрены средства защиты от программируемых HID-устройств в операционных системах Windows и Linux на примере устройства Teensy 2.0. Проведена сравнительная характеристика методов защиты, на основе которой определены наиболее оптимальные сочетания параметров средств защиты.

**Ключевые слова:** HID-устройства, USB-устройства.

**Введение.** USB (Universal Serial Bus) является последовательным интерфейсом передачи данных, внедренным в огромное количество устройств. Эти устройства разделяются на классы. Устройства USB для взаимодействия с человеком относятся к классу HID.

При подключении устройства к порту USB хаба оно переводится в запитанное состояние и сбрасывается с помощью сигнала Reset. Хост, следуя определенному протоколу, проводит инициализацию, идентификацию и конфигурацию устройства. Для идентификации устройства хост посылает требование GET\_DESCRIPTOR, позволяющее считать описание устройства. Дескрипторы содержат информацию о классе (bDeviceClass), подклассе (bDeviceSubClass), протоколе (bDeviceProtocol) и серийном номере (iSerialNumber) устройства, а также коды производителя (idVendor) и продукта (idProduct). Устройство может иметь несколько интерфейсов, причем каждый из них определяется значениями соответствующих полей дескрипторов. На основе полученной из дескрипторов информации происходит конфигурация устройства с помощью требования SET\_CONFIGURATION. Сконфигурированное устройство может выполнять заложенные в него функции. Таким образом, для предотвращения установки устройств следует запретить их конфигурацию, основываясь на значениях их дескрипторов.

**Защита от эмуляторов HID-устройств в Microsoft Windows.** Редактор локальной групповой политики позволяет настроить правила установки драйверов USB-устройств.

Параметр «Разрешить администраторам заменять политики ограничения установки устройств» разрешает членам группы «Администраторы» устанавливать и обновлять драйверы любых устройств, независимо от других параметров политики.

Параметры «Разрешить...» и «Запретить установку устройств с использованием драйверов, соответствующих этим классам установки устройств» позволяют создать белый и черный список устройств, допускаемых к установке, на основе идентификаторов классов установки устройств (GUID-класса). Для защиты от устройства, эмулирующего клавиатуру и мышь, в черный список следует внести GUID-классов каждого из интерфейсов: {4d36e96b-e325-11ce-bfc1-08002be10318} для устройства клавиатура HID и {4d36e96f-e325-11ce-bfc1-08002be10318} для устройства HID-совместимая мышь.

Параметры «Разрешить...» и «Запретить установку устройств, соответствующих какому-либо из этих кодов устройств» позволяют создать белый и черный список,

основанный на идентификаторах устройств. Данные идентификаторы формируются на основе кодов производителя (VID) и продукта (PID). Например, для устройства Teensy 2.0 VID и PID равны 16C0 и 0482 соответственно. Внесение следующего кода в черный список подразумевает запрет на установку драйверов всех интерфейсов данного устройства:

```
USB\VID_16C0&PID_0482
```

Параметр «Запретить установку съемных устройств» позволяет запретить системе Windows устанавливать любые новые USB-устройства, а также обновлять драйверы уже установленных устройств.

**Защита от эмуляторов HID-устройств в Linux.** В то время как Windows позволяет настроить определенные параметры установки USB-устройств с помощью Редактора локальной групповой политики, в Linux подобный эффект достигается с помощью настройки правил udev.

Для настройки правил следует пользоваться ключом ATTR, использующим атрибуты sysfs, получаемые из дескрипторов.

Для запрета на установку устройства Teensy 2.0, в черный список можно внести коды производителя и оборудования.

```
ACTION=="add", ATTR{idVendor}=="16C0", ATTR{idProduct}=="0482"  
RUN+="/bin/sh -c 'echo 0 >/sys$DEVPATH/./authorized'"
```

Для предотвращения установки устройства, имеющего заданный интерфейс, можно составить черный список по номерам классов устройств и номерам интерфейсов протоколов.

Класс интерфейса (bInterfaceClass) 03h соответствует классу HID-устройств. Протоколы (bInterfaceProtocol) 01h и 02h соответствуют интерфейсам клавиатуры и мыши.

```
ACTION=="add", ATTR{bInterfaceClass}=="03", ATTR{bInterfaceProtocol}=="01"  
RUN+="/bin/sh -c 'echo 0 >/sys$DEVPATH/./authorized'"  
ACTION=="add", ATTR{bInterfaceClass}=="03", ATTR{bInterfaceProtocol}=="02"  
RUN+="/bin/sh -c 'echo 0 >/sys$DEVPATH/./authorized'"
```

**Заключение.** Различные сочетания параметров групповой политики в Windows и правил udev в Linux позволяют достаточно гибко настроить взаимодействие системы с устройствами. В процессе изучения комбинаций параметров, был сделан следующий вывод: для защиты Windows от программируемых HID USB-устройств оптимальным является одновременное включение параметров «Запретить установку устройств с использованием драйверов, соответствующих этим классам установки устройств» с указанием GUID-классов установки устройств, представляющих угрозу, и «Разрешить администраторам заменять политики ограничения установки устройств». Данное решение обусловлено тем, что полный запрет на установку новых USB-устройств может вызвать неудобства у пользователей системы, а создание белых и черных списков на основе идентификаторов устройств требует знания таких характеристик как Vendor ID и Product ID, не всегда доступных администратору при первоначальной настройке системы. Кроме того, эти характеристики могут быть подделаны злоумышленником. В Linux подобная защита от установки HIDUSB-устройств может осуществляться с помощью создания правила udev, запрещающего устанавливать новые устройства, чей класс соответствует классу HID-устройств и чьи интерфейсы соответствуют интерфейсам клавиатуры и мыши.

## Литература

1. Crenshaw A. Programmable HID USB Keystroke Dongle [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.defcon.org/images/defcon-18/dc-18-presentations/Crenshaw/DEFCON-18-Crenshaw-PHID-USB-Device.pdf>, своб.

2. Device Class Definition for HID 1.11 [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.usb.org/developers/hidpage/HID1\\_11.pdf](http://www.usb.org/developers/hidpage/HID1_11.pdf), своб.
3. Device Management and Installation Operations Guide [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://technet.microsoft.com/ru-ru/library/cc753759\(v=ws.10\).aspx](http://technet.microsoft.com/ru-ru/library/cc753759(v=ws.10).aspx), своб.

**Иголкин Алексей Федорович**

Год рождения: 1947

Факультет холодильной, криогенной техники и кондиционирования, кафедра технологии металлов и металловедения, к.т.н., доцент  
e-mail: [zav.metal@irbt-itmo.ru](mailto:zav.metal@irbt-itmo.ru)**Вологжанина Светлана Антониновна**

Год рождения: 1961

Факультет холодильной, криогенной техники и кондиционирования, кафедра технологии металлов и металловедения, д.т.н., профессор  
e-mail: [svet\\_spb@mail.ru](mailto:svet_spb@mail.ru)**Жучков Дмитрий Вадимович**

Год рождения: 1989

Факультет холодильной, криогенной техники и кондиционирования, кафедра технологии металлов и металловедения, аспирант  
Специальность: 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов  
e-mail: [dmitry\\_zhuchkov@live.ru](mailto:dmitry_zhuchkov@live.ru)

УДК 669.621

**ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СТАЛЕЙ ДЛЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ****А.Ф. Иголкин, С.А. Вологжанина, Д.В. Жучков****Научный руководитель – д.т.н., профессор С.А. Вологжанина**

В работе рассмотрены математические приближения (корреляционно-регрессионные статистические методы), описывающие влияние химического состава металла сварного шва хромомолибдено-ванадиевой (2,25Cr-1Mo-0,25V) стали на свойства сварного соединения крупногабаритных сосудов нефтехимической промышленности.

**Ключевые слова:** сварное соединение, механические свойства сварного шва.

Важным этапом производства сосудов нефтехимии является сборка оборудования с применением сварки. В соответствии с требованиями стандарта ASME для сосудов нефтехимии, рабочая температура для которых может превышать 440°C, обязательно проводят испытания, по оценке длительной прочности металла шва и сварного соединения. Для материала 2,25Cr-1Mo-0,25V параметры испытания на длительную прочность составляют: нагрузка 210 МПа при 540°C, время до разрушения образца должно превышать 900 ч [1, 2].

**Целью работы** являлся поиск зависимостей, а именно: зависимости длительной прочности металла шва и сварного соединения от содержания определенного химического

элемента или группы элементов. Для выявления зависимости использовались множественный регрессионный и факторный анализы. В ходе исследования были обработаны результаты более 60 серий испытаний сварных швов и соединений на длительную прочность. В качестве переменных были рассмотрены содержание углерода, основных легирующих элементов и примесей, входящих в состав 2,25Cr-1Mo-0,25V стали (табл. 1). Цилиндрические образцы для испытания на длительную прочность вырезались вдоль (состоящие целиком из металла шва) и поперек (состоящие из металла шва и основного металла) продольной оси шва [1, 3].

Основная цель регрессионного анализа состоит в определении связи между некоторой характеристикой  $Y$  наблюдаемого явления или объекта и величинами  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , которые обуславливают или объясняют изменения  $Y$ .

Таблица 1. Содержание углерода, основных легирующих элементов и примесей, входящих в состав 2,25Cr-1Mo-0,25V стали

$Y(x_1, x_2, \dots, x_{14})$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
Длительная прочность (время до разрушения, ч)	C	Si	V	Cr	Mn	Ni	Cu	Mo	Nb	P	S	Sb	Sn	As
	%, весовые проценты													
58,8–3321,6	0,07–0,15	0,06–0,28	0,16–0,34	2,21–2,49	0,46–1,16	0,03–0,17	0,03–0,14	0,65–1,07	0,005–0,037	0,0045–0,0008	0,002–0,005	0,0002–0,0022	0,0007–0,0043	0,001–0,004

Для регрессионных расчетов применялись различные модели, простейшая из них – это линейная мультирегрессия, в которой конечная функция определяется как  $Y=(\beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_nx_n)$ . Также были использованы более «продвинутые» расчетные модели:

1. модель экспоненциального роста – конечная функция определяется в виде  $Y=C+e^{(\beta_0+\beta_1x_1+\beta_2x_2+\dots+\beta_nx_n)} + \varepsilon$ ;
2. кусочно-линейная модель – определяется в виде  $Y=(\beta_{01} + \beta_{11}x_1 + \beta_{21}x_2 + \dots + \beta_{n1}x_n)|_{(Y \leq V_p)} + (\beta_{01} + \beta_{11}x_1 + \beta_{21}x_2 + \dots + \beta_{n1}x_n)|_{(Y > V_p)}$ , где  $V_p$  – точка разрыва функции  $Y, \beta_n$  – искомые коэффициенты, определяющие вид функции  $Y$ . В рамках моделей применены следующие итерационные подходы оценивания: квазиньютоновский метод (КН), симплекс-метод, метод Хука–Дживса (Х-Д).

В ходе расчетов различных моделей были найдены коэффициенты при членах функции  $\beta_n$ . То, насколько точно подобрана совокупность коэффициентов  $\beta_n$ , при переменных функциях, показывает параметр детерминации  $R^2$ . Из опыта расчетов мультирегрессионной линейной модели можно судить, что если значение  $R \geq 0,94$ , то  $R^2 \geq 0,88$ .

Линейная мультирегрессионная модель дает удовлетворительную сходимость. Расчеты в приближении экспоненциального роста показывают значение коэффициента множественной корреляции меньше либо равное его значениям для расчетов линейной мультирегрессии. Наилучшую сходимость дает кусочно-линейная модель приближения с применением итерационных квазиньютоновского и Хука–Дживса методов (рисунок). Именно данная модель была выбрана для дальнейшего анализа.

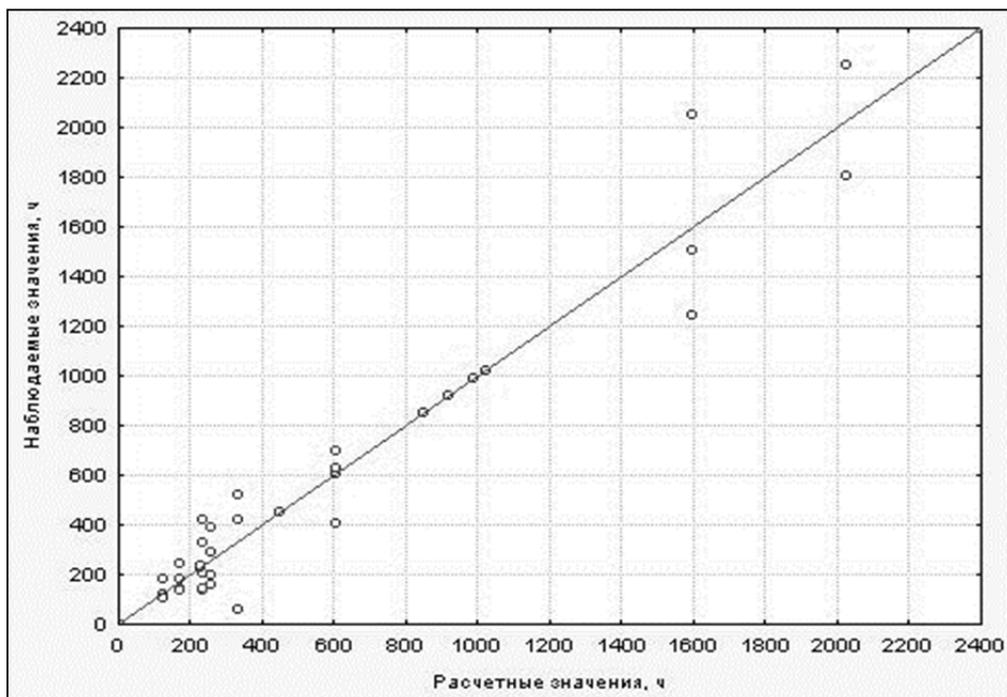


Рисунок. Экспериментальные и расчетные значения длительной прочности, кусочно-линейное приближение; с применением методов КН, X–Д;  $R = 0,969$

1. В результате исследования показано, что с большой вероятностью результат испытания на длительную прочность металла сварного соединения и шва Cr-Mo-V стали можно спрогнозировать, зная химический состав образца. Качество прогноза главным образом зависит от выбранной модели и количества переменных.
2. Показано, что модели, наиболее качественно описывающие зависимость длительной прочности сварного соединения и шва Cr-Mo-V стали от химического состава – это кусочно-линейное приближение с применением итерационного метода X–Д, с точками разрыва функции после 900 ч. Коэффициент множественной корреляции  $R \approx 0,969$ .
3. Установлено, что наибольший положительный вклад в длительную прочность вносят элементы C, V, Cr, Mo и Nb, а наибольшее негативное влияние имеют Si, P и Ni, при этом отрицательное влияние Ni является преобладающим.
4. В дальнейшем необходимо увеличить объем данных для уточнения модели. А также проведение математического анализ полученной модели, а именно процедуры нахождения глобального и локальных максимумов для определения интервалов содержания химических элементов, оптимальных для получения наибольших значений длительной прочности.

### Литература

1. Титова Т.И., Шульган Н.А., Боровской А.С. Современные требования, предъявляемые к сварочным материалам для сварки нефтехимических сосудов давления, изготавливаемых из стали типа легирования 2,25Cr-1Mo-0,25V // Сварочные материалы-2012: доклады Санкт-Петербургской международной научно-технической конф. – 2012. – 314 с.
2. Солнцев Ю.П., Пирайнен В.Ю., Вологжанина С.А. Материаловедение специальных отраслей машиностроения. – СПб.: Химиздат, 2007. – 784 с.
3. Жучков Д.В., Вологжанина С.А., Иголкин А.Ф. Исследование влияния химического состава сварочных материалов на свойства сварного соединения // Научный журнал НИУ ИТМО. «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2014. – № 1(17) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://processes.ihbt.ifmo.ru/file/article/8715.pdf>, своб.



**Загуменнов Артем Сергеевич**

Год рождения: 1993

Факультет оптико-информационных систем и технологий,  
кафедра оптико-электронных систем и технологий, группа № 4310

Направление подготовки: 200400 – Оптехника

e-mail: Artem9317@yandex.ru

УДК 681.78

## ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ РАЗМЕРОВ ГРАНУЛИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.С. Загуменнов

Научный руководитель – А.С. Васильев

Разработана система гранулометрического анализа. Была выявлена актуальность данного исследования и целесообразность использования телевизионно-оптической системы в рамках выполненной работы. Также приведены и описаны схемы основных составляющих конструкции системы – структурной, оптической и электрической.

**Ключевые слова:** оптико-электронная система, телевизионная система, гранулированные материалы, контроль размеров, промышленность.

Гранулированные (сыпучие, порошкообразные) материалы широко применяются в различных технологических процессах. Они находят свое применение в следующих отраслях промышленности: пищевой, фармакологической, химической, топливной, сельскохозяйственной, экологической. Ввиду такого широкого использования в различных отраслях промышленности гранулированных материалов возникает необходимость контроля их качества и размеров. Особенно на ответственных производствах, где требуется высокоточное соблюдение указанных параметров, так как размер самих частиц сыпучего (гранулированного) материала определяет важные технологические характеристики и влияет на эффективность его применения.

**Целью работы** являлась разработка оптико-электронной системы, которая должна определять габариты гранул, размеры которых лежат в диапазоне 1–10 мм.

Исходя из проведенного обзора и анализа сходных систем, а также цели исследования, был сделан вывод о целесообразности построения системы на основе телевизионного датчика [1].

На основе анализа литературных источников была разработана структурная схема системы (рис. 1).

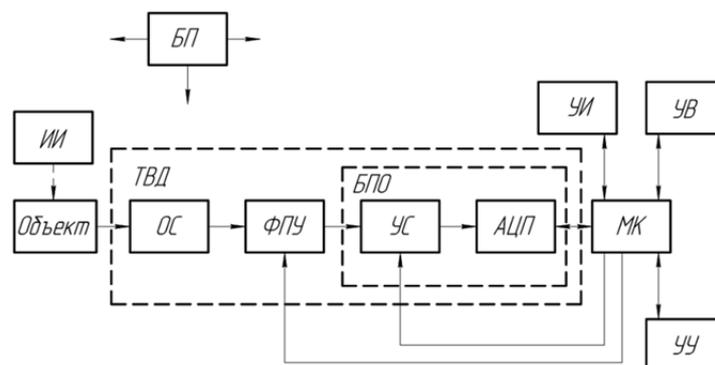


Рис. 1. Структурная схема системы

Телевизионный датчик (ТВД) служит для преобразования света, испускаемого источником излучения (ИИ) и отраженного от исследуемых объектов, в цифровой

видеосигнал. В его состав входят: оптическая система (ОС), фотоприемное устройство (ФПУ) и блок предварительной обработки (БПО).

Блок предварительной обработки (БПО) – предназначен для усиления и дискретизации сигнала. В его состав входят усилитель (УС) и аналого-цифровой преобразователь (АЦП).

Микропроцессор (МК) – предназначен для формирования и фильтрации изображения: подавления шумов, увеличения контрастности и выделения контуров исследуемых частиц. Также микропроцессор выполняет анализ изображений исследуемого материала. Он определяет границы объектов и проводит подсчет их размеров.

Устройство индикации (УИ) – предназначено для визуального отображения обработанной, на блоке предварительной обработки и микропроцессоре, информации в удобном для оператора виде.

Устройство управления (УУ) предназначено для задания нужных параметров анализа материала. Сигналы с УУ обрабатываются микропроцессором, который, в свою очередь, передает их на контроллеры блока предварительной обработки или цифровой видеокамеры.

В состав системы также входят устройство ввода (УВ) и блок питания (БП).

На основе габаритно-энергетического расчета [2] была разработана оптическая схема системы (рис. 2).

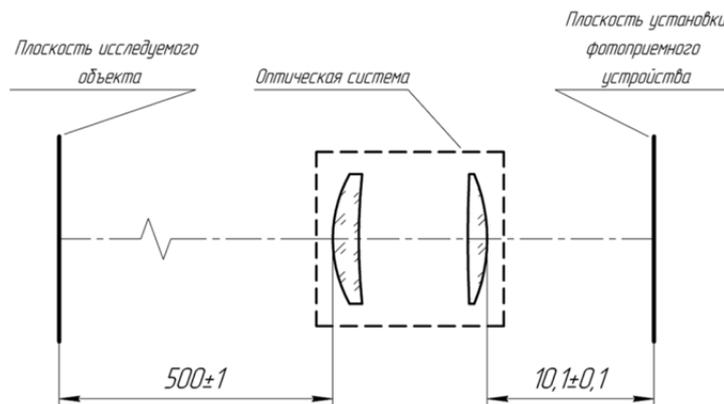


Рис. 2. Оптическая схема системы

В качестве оптической системы был выбран объектив Carl Zeiss Distagon T\* ( $f = 15$  мм;  $2\beta_0 = 110^\circ$ ;  $D/f' = 1:2,8$ ). В качестве фотоприемного устройства – линейный КМОП-сенсор DALSA IT-PB-12288. Была подобрана осветительная система: лампы накаливания ОП 2,5–0,2 с подводимой мощностью 0,5 Вт [3].

Также была разработана электрическая схема предварительного блока обработки (рис. 3).

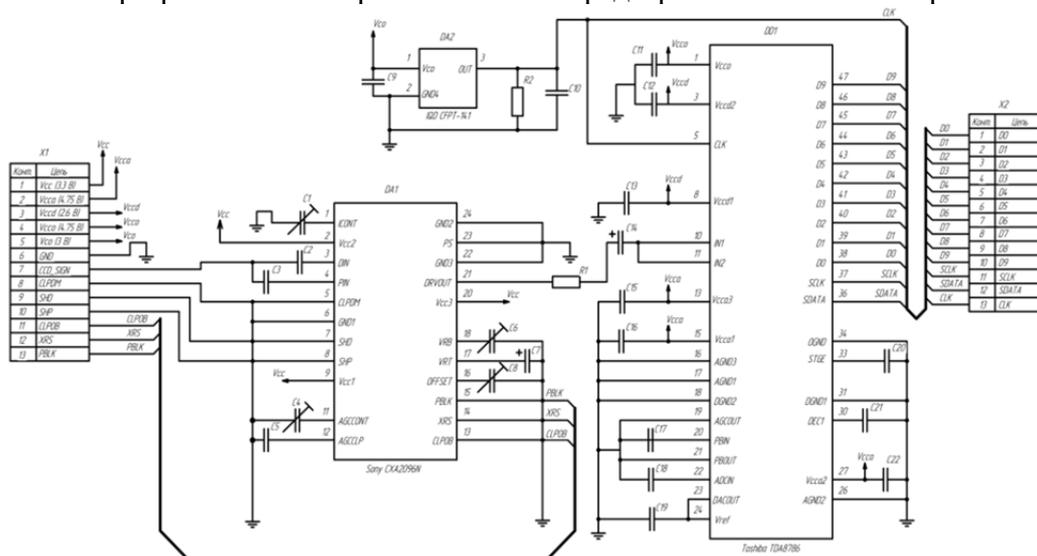


Рис. 3. Электрическая схема предварительного блока обработки

Сигнал CCD\_SIGN, сформированный на фотоприемном устройстве, поступает на микросхему DA1 (усилитель), где происходит его усиление с коэффициентом  $K_0=18$ . Затем, усиленный сигнал поступает на десятиразрядный двоичный АЦП DD1. Частоту дискретизации (16 МГц) для АЦП задает кварцевый генератор DA2.

Таким образом, в ходе работы была предложена структурная схема системы контроля размеров гранулированных материалов, разработаны оптическая и электрическая схемы.

### Литература

1. Коротяев В.В., Краснящих А.В. Видеоинформационные измерительные системы. Учебное пособие. – СПб.: НИУ ИТМО, 2012. – 124 с.
2. Грязин Г.Н. Системы прикладного телевидения. Учебное пособие для вузов. – СПб.: Политехника, 2000. – 277 с.
3. Панов В.А., Кругер М.Я., Кулагин В.В. и др. Справочник конструктора оптико-механических приборов. – Л.: Машиностроение, 1980. – 742 с.



### **Зайцева Анастасия Сергеевна**

Год рождения: 1993

Факультет оптико-информационных систем и технологий,  
кафедра прикладной и компьютерной оптики, группа № 5309

Направление подготовки: 12.04.02 – Оптотехника

e-mail: nastasy112@mail.ru

УДК 535.317, 681.785

## **АНАЛИЗ ГАБАРИТНЫХ СООТНОШЕНИЙ В СИСТЕМЕ ДЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ПЕРЕМЕННЫМ РАССТОЯНИЕМ ФОКУСИРОВКИ**

**А.С. Зайцева, Г.Э. Романова**

**Научный руководитель – к.т.н., доцент Г.Э. Романова**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 610749 «Проектирование и экономическое обоснование оптических систем для фундаментальных и прикладных исследований».

В работе рассмотрены габаритные соотношения в двухкомпонентной системе для концентрации лазерного излучения, предназначенной для целей дистанционного исследования опасных веществ. Особенностью системы является возможность получения различной дистанции фокусировки. Получены соотношения, определяющие характеристики компонентов системы, и выполнен их анализ.

**Ключевые слова:** система для концентрации лазерного излучения, переменное расстояние фокусировки.

Одним из методов экологического мониторинга является обнаружение вредных (загрязняющих) примесей по спектрам: при освещении вещества монохроматическим излучением в спектре рассеянного излучения появляются частоты, смещенные относительно возбуждающей линии. Этот дополнительный спектр – спектр комбинационного рассеяния – позволяет проводить идентификацию образца с использованием спектральных баз данных [1].

Совершенствование оптических систем для целей экологического мониторинга повышает эффективность анализа, поэтому поиск оптимальных оптических схем подобного назначения является актуальной задачей.

**Целью работы** являлось исследование и расчет оптической системы для мониторинга загрязнения окружающей среды с переменным расстоянием фокусировки.

В задачи данной работы входили проведение аналитического обзора существующих систем экологического мониторинга, разработка схемы объектива, выполнение габаритного расчета с целью выбора компонентов передающей части системы.

В результате аналитического обзора были рассмотрены аналоги проектируемой системы [2]. Одной из них является аналитическая система Raman OP-785-A, которая предназначена для дистанционной (до 5 м) идентификации взрывчатых, наркотических, психотропных, сильно действующих ядовитых и опасных веществ. Система работает с лазером с длиной волны 785 нм и обеспечивает работу на расстоянии от 1 до 5 м [3].

В работе исследовалась возможность сокращения габаритов системы при сохранении ее качества, а также рассматривалась возможность расширения рабочих расстояний фокусировки.

Схема, обеспечивающая достаточно большие расстояния фокусировки и малый размер пятна засветки, т.е. малые значения фокусного расстояния, может быть построена по схеме так называемого обратного телеобъектива. В этом случае первый компонент имеет отрицательное фокусное расстояние, а второй компонент положителен. На рис. 1 представлен эскиз схемы объектива и приведены обозначения, используемые далее в тексте.

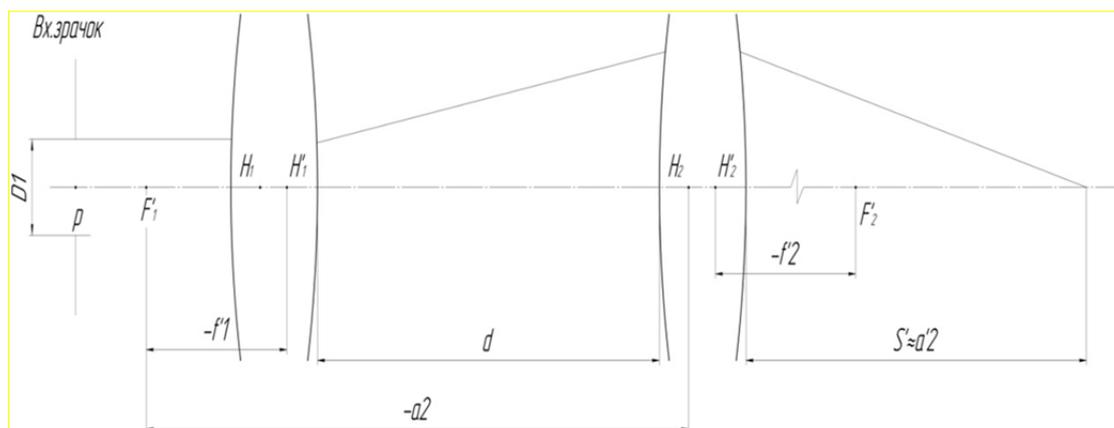


Рис. 1. Эскиз схемы объектива

Для расчета схемы используются следующие соотношения, полученные на основании параксиальных соответствий [4]:

$$f'_1 = -\frac{D_1 \cdot d}{D_2 - D_1},$$

$$f'_2 = \frac{a_2 \cdot a'_2}{a_2 - a'_2},$$

$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 - \Phi_1 \Phi_2 d,$$

где  $D_1$  и  $D_2$  – диаметры первого и второго компонента системы;  $d$  – расстояние между первым и вторым компонентами системы;  $a_2$  – расстояние от передней главной плоскости второго компонента до предмета;  $a'_2$  – расстояние от задней главной плоскости второго компонента до изображения,  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$  – оптические силы первого и второго компонентов соответственно.

В процессе расчета, исходя из заданного диаметра пучка на входе и габаритов системы, определяются фокусные расстояния компонентов, эквивалентное фокусное расстояние, значение кружка рассеяния (геометрического, определяемого расходимостью лазера) и заднего отрезка. Далее рассматривается изменение характеристик системы, т.е. изменение фокусного расстояния системы и расстояния фокусировки, при изменении расстояния между компонентами.

Для определения оптимальных габаритов системы были исследованы три случая с номинальным значением воздушного промежутка между первым и вторым компонентами системы  $d=250$  мм, 200 мм и 150 мм. Были рассмотрены варианты системы с максимальным световым диаметром линз 100 мм, 70 мм и 80 мм.

При номинальной величине  $d=150$  мм получены значения фокусных расстояний компонентов, представленные в таблице.

Таблица. Характеристики компонентов при  $d=150$  мм,  $D=6$  мм

$D_2$ , мм	$f'_1$ , мм	$f'_2$ , мм
70	-12,162	157,062
80	-14,063	158,851
100	-9,574	154,639

Графики зависимостей фокусного расстояния системы и диаметра светового пятна от расстояния между компонентами, при постоянных фокусных расстояниях линз, представлены на рис. 2.

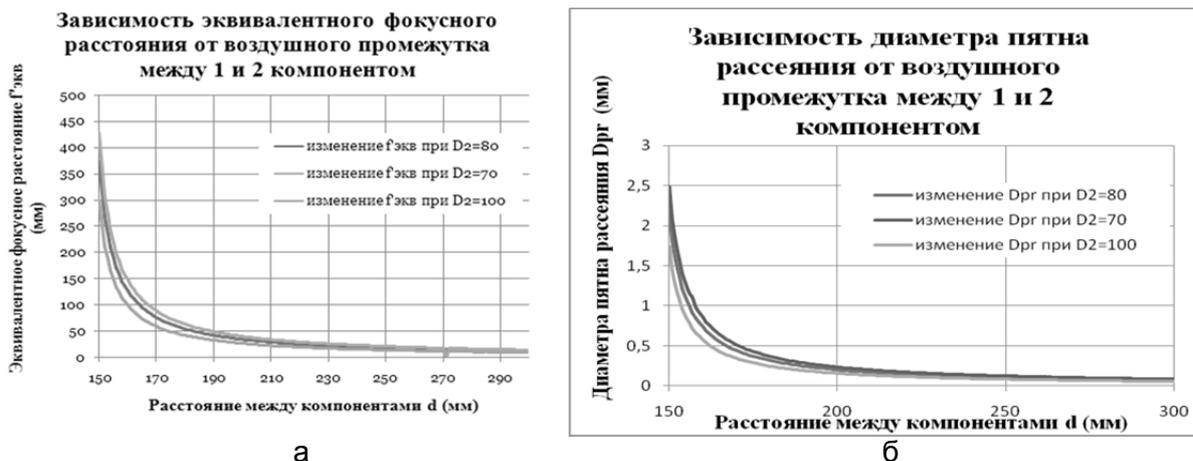


Рис. 2. Графики зависимостей эквивалентного фокусного расстояния (а) и диаметра пятна рассеяния от расстояния между компонентами системы (б)

В данном случае эквивалентное фокусное расстояние и габариты системы минимальны, по сравнению с остальными рассмотренными случаями, поэтому данный вариант представляет интерес для дальнейшего абберационного расчета и анализа.

В результате работы были получены соотношения, определяющие параметры двухкомпонентной системы для концентрации лазерного излучения, предназначенной для мониторинга окружающей среды, работающей на различных расстояниях фокусировки. На основе полученных соотношений были исследованы возможности получения минимального размера пятна засветки при минимальных габаритах системы. Определены оптимальные характеристики компонентов для дальнейшего абберационного расчета.

### Литература

1. Система аналитическая ОРТЕС-785-Н [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://optec.ru/produktsiya.html?c\\_dept\\_id=30&c\\_good\\_id=45](http://optec.ru/produktsiya.html?c_dept_id=30&c_good_id=45), своб.
2. Понятие экологического мониторинга и его задачи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://storage.mstusa.ru/bitstream/123456789/1692/1/Конспект%20лекций.pdf>, своб.
3. Аналитическая система Raman OP-785-A [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://optec.ru/produktsiya.html?c\\_dept\\_id=30&c\\_good\\_id=155](http://optec.ru/produktsiya.html?c_dept_id=30&c_good_id=155), своб.
4. Геометрическая оптика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://aco.ifmo.ru/upload/publications/book\\_app\\_optics\\_2002.pdf](http://aco.ifmo.ru/upload/publications/book_app_optics_2002.pdf), своб.

**Захаров Дмитрий Сергеевич**

Год рождения: 1990

Факультет информационных технологий и программирования,  
кафедра речевых информационных систем, аспирантСпециальность: 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение  
вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

e-mail: zakharov-d@speechpro.com

УДК 519.688

**СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ФОНЕТИЧЕСКИХ  
ТРАНСКРИПЦИЙ****Д.С. Захаров****Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент С.В. Рыбин**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 713554 «Исследование методов и алгоритмов многомодальных биометрических и речевых систем».

В работе представлены подходы к решению задачи формирования фонетических транскрипций. Относительно новым и наиболее перспективным направлением в этом контексте является применение статистических методов и моделирование языка. Описаны используемые для решения данной задачи инструменты. Представлены результаты их сравнительных экспериментов на базе нескольких языков, включая русский, английский и казахский.

**Ключевые слова:** синтез речи, Grapheme-to-Phoneme, языковые модели, формирование транскрипций.

В современных системах синтеза речи большую роль играют методы, устанавливающие соответствие между орфографической (написание) и фонетической (произношение) формами слова. Данная задача решается несколькими способами, в том числе составлением словаря, или созданием правил преобразования написания в произношение. В любом случае это требует больших трудозатрат и специальных лингвистических знаний. Особенно проблема актуальна при внедрении новых языков, если специалистов по ним достаточно трудно найти. В таком случае используются статистические методы формирования транскрипций, точность которых можно оценить.

Grapheme-to-Phoneme conversion (G2P) – задача преобразования орфографической формы слова (последовательность букв – графем) в соответствующее ему наиболее вероятное произношение (последовательность фонем). Основная сложность заключается в том, что для многих языков орфографическое написание слов может быть давно канонизировано, но вследствие развития самого языка произношение этих слов со временем менялось и уже мало соответствует написанию. Степень такого несоответствия (регулярность) зависит от конкретного языка. К примеру, для английского такая связь очень слаба, в то время как для эстонского – достаточно сильна.

В последние несколько лет активно развиваются и все чаще используются статистические методы построения транскрипций. Транскрибирование в некотором роде является задачей машинного перевода одной последовательности символов в другую. По этой причине в данной задаче широко применяются языковые модели. По исходному словарю строится статистическая модель, позволяющая генерировать транскрипции. Такое решение может неплохо заменить транскрибирование по правилам, при этом требуя значительно меньше человеческих ресурсов при подготовке транскрипций для нового языка.

На данный момент к G2P преобразованию хорошо приспособлены N-граммные [1] и Weighted finite-state transducers (WFST) [2] модели. Принципиальная разница между ними – в представлении статистической информации, и соответственно в методе декодирования. В первом случае – это поиск наиболее вероятной последовательности символов, во втором – поиск оптимального пути по графу. Оба подхода позволяют генерировать ранжированный список транскрипций для одного входного слова.

В литературе [3, 4] часто упоминается использование G2P-моделей при генерации транскрипций для распознавания речи. Но в синтезе речи зачастую используются более точные транскрипции, использующие множество редуций и зависящие от контекста соседних слов. С другой стороны задачу определения степени редуции гласных можно вынести за пределы модуля формирования транскрипций, снизив вариативность данных. Был проведен эксперимент на словарях, использующихся в синтезе речи для английского (129 252 словоформы), русского (356 206 словоформ), и казахского (19 292 словоформы) языков. В качестве тестовой выборки выбирались по 9 000 словоформ. Измерялась ошибка на уровне фонемы (PER%) и на уровне всей транскрипции (WER%) (таблица).

Таблица. Оценка ошибки разных G2P-моделей для разных словарей

	Английский язык		Русский язык		Казахский язык	
	PER %	WER %	PER %	WER %	PER %	WER %
N-gramm-модель, учет редуции	9,23	34,93	2,15	9,43	6,11	28,30
WFST-модель, учет редуции	9,02	34,52	1,96	8,76	6,08	27,94
N-gramm-модель, без редуции	6,78	27,9	0,86	6,63	3,55	15,57
WFST-модель, без редуции	6,71	27,71	0,82	6,37	3,49	15,29

В работе проведен анализ методов формирования транскрипций слова на основе статистики. Проведены эксперименты для трех языков с разной степенью регулярности и разным объемом исходных данных. Предложен способ повысить точность G2P-моделей за счет уменьшения вариативности транскрипций.

## Литература

1. Bisani M., Ney H. Joint-sequence models for grapheme-to-phoneme conversion // *Speech Communication*. – 2008. – P. 434–451.
2. Novak J., Minematsu N., Hirose K. WFST-based Grapheme-to-Phoneme Conversion: Open Source Tools for Alignment, Model-Building and Decoding // *Proceedings of the 10th International Workshop on Finite State Methods and Natural Language Processing*. – 2012. – P. 45–49.
3. Schlippe T., Quaschnig W., Schultz T. Combining grapheme-to-phoneme converter outputs for enhanced pronunciation generation in low-resource scenarios // *Proceedings of SLTU*. – 2014. – P. 139–145.
4. Hahn S., Bisani M. Comparison of Grapheme-to-Phoneme methods on large pronunciation dictionaries and LVCSR tasks // *Proceedings of Interspeech*, 2012. – P. 2538–2541.

**Иванов Степан Евгеньевич**

Год рождения: 1982

Факультет оптико-информационных технологий,  
кафедра прикладной и компьютерной оптикиСпециальность: 05.11.07 – Оптические и оптико-электронные приборы  
и комплексы

e-mail: iv.st.ev@rambler.ru

УДК 681.7.01

**РАЗРАБОТКА ТЕРМОСТАБИЛЬНОГО ОБЪЕКТИВА ДЛЯ СИСТЕМ  
МОНИТОРИНГА****С.Е. Иванов****Научный руководитель – к.т.н., доцент А.В. Бахолдин**

В работе проведено исследование характеристик оптических материалов и дополнен графоаналитический метод выбора оптических материалов для создания термостабилизированных оптических систем. Результатом работы является рассчитанный на базе этого исследования объектив для дальней области спектра.

**Ключевые слова:** инфракрасная оптика, атермализация, ахроматизация.

**Введение.** Оптико-электронные приборы наблюдения и мониторинга нередко используются в изменяющихся температурных условиях окружающей среды. Изменение температуры оказывает довольно сильное влияние на оптическую часть оптико-электронного прибора, особенно на линзовые объективы. Под воздействием изменения температуры изменяются оправы линз, оказывающих влияние на воздушные промежутки, толщины линз, радиусы поверхностей, а также показатели преломления линз. Все эти изменения приводят к изменению фокусного расстояния объектива, расфокусировке изображения, а иногда и к абберационной разбалансировке объектива.

Существует большое количество методик пассивной термокомпенсации, описанных в источниках [1–5]. Каждая методика рассматривает стартовую схему как дублет. Основная идея состоит в подборе оптических материалов таким образом, что при определенных оптических силах компонентов дублет становится ахроматизирован и одновременно с этим атермализован.

**Постановка задачи.** Целью работы являлось создание высокоразрешающего светосильного объектива дальнего инфракрасного (ИК) спектрального диапазона, который может найти применение в оптико-электронных системах наблюдения, а также исследование зависимости между оптическими характеристиками оптических материалов, при которых соблюдаются условия ахроматизации и атермализации.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Согласно [1, 2], условие для устранения термооптической абберации положения в двухкомпонентной системе выглядит следующим образом:

$$\begin{cases} \varphi_1 + \varphi_2 = \varphi \\ \frac{\varphi_1}{v_1} + \frac{\varphi_2}{v_2} = 0 \\ \varphi_1 V_1 + \varphi_2 V_2 = -\gamma\varphi \end{cases}, \quad (1)$$

где  $\varphi$  – оптическая сила компонента;  $\gamma$  – коэффициент расширения материала корпуса;  $v$  – коэффициент дисперсии оптического материала;  $V$  – термооптическая постоянная.

Тогда оптические силы компонентов можно найти из соотношений:

$$\begin{cases} \varphi_1 = \frac{v_1}{v_1 - v_2} = -\frac{V_2 + \gamma}{V_1 - V_2} \\ \varphi_2 = -\frac{v_2}{v_1 - v_2} = \frac{V_1 + \gamma}{V_1 - V_2} \end{cases} \quad (2)$$

На основе выражений (1) и (2) в источнике [2] приведен очень простой и удобный в использовании графоаналитический метод выбора оптических материалов для создания атермализованной оптической системы, ахроматизованной для указанного спектрального диапазона. Метод основан на построении номограммы  $v - Q$  (где  $Q = vV$ ) из характеристик оптических материалов, возможных для использования в разработке. Искомые два материала будут располагаться на прямой линии под углом  $\alpha = -\arctan(\gamma)$  к оси  $v$ .

Если в распоряжении разработчика широкая номенклатура оптических материалов, то выбрать пару оптических материалов не составит труда. Но при ограниченной номенклатуре, подходящей пары может не оказаться вовсе. Как, например, в каталоге ИК-стекло компании SCHOTT.

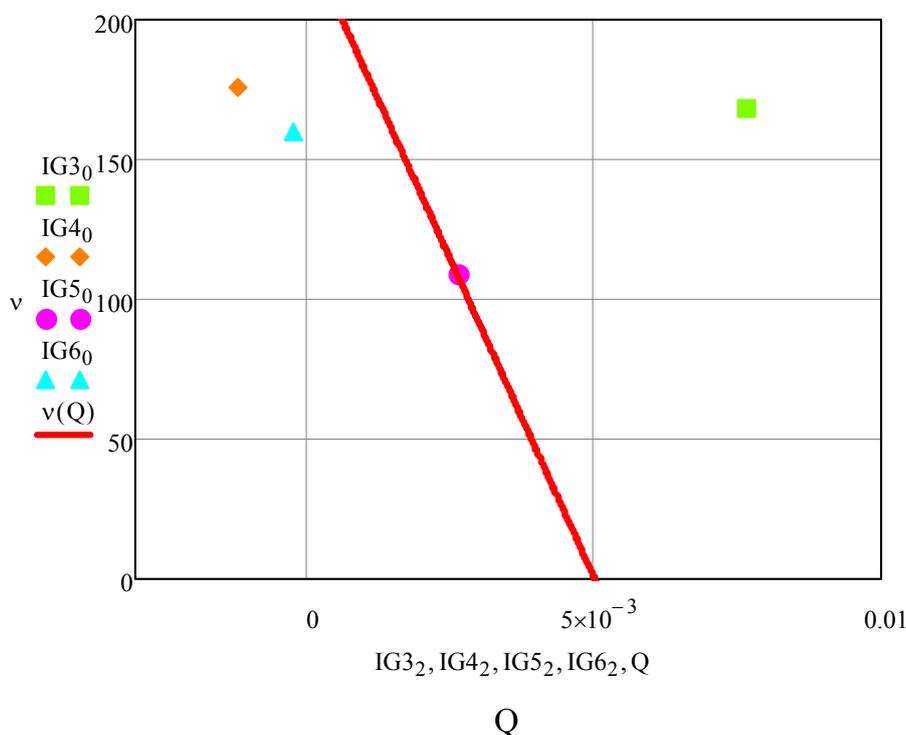


Рис. 1. Номограмма  $v - Q$  для каталога инфракрасных стекол компании SCHOTT. Материал корпуса объектива – алюминий с коэффициентом термического расширения  $\gamma = 22 \cdot 10^{-6}$

Из номограммы на рис. 1 очевидно, что в каталоге нет пары стекол, позволяющих создать атермализованную оптическую систему, с учетом того что корпус изготовлен из алюминия. В данном случае задачу можно решить двумя путями:

- подобрать материал корпуса объектива так, чтобы наклон прямой изменился, позволив выбрать пару необходимых материалов. В данном случае  $\gamma$  должен быть равен  $56 \cdot 10^{-6}$ , чтобы составить пару IG5–IG6. Это довольно большой и труднодостижимый коэффициент температурного расширения;
- разделить второй компонент на два субкомпонента, состоящих из различных двух других стекол.

Рассмотрим второй вариант.

Согласно [1, 2], условие атермализации трехкомпонентной ахроматизованной оптической системы, с учетом расширения материала корпуса, выглядит следующим образом:

$$\begin{cases} \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = \varphi \\ \frac{\varphi_1}{v_1} + \frac{\varphi_2}{v_2} + \frac{\varphi_3}{v_3} = 0 \\ \varphi_1 V_1 + \varphi_2 V_2 + \varphi_3 V_3 = -\gamma \varphi \end{cases} \quad (3)$$

Исходя из второго и третьего уравнения выражения (3) следует, что влияние на хроматизм положения и на термоабберацию положения одного компонента должно быть скомпенсировано двумя другими. Обозначим влияние второго и третьего компонентов как влияние некоего виртуального компонента.

$$\begin{cases} \varphi_V = \varphi_2 + \varphi_3 \\ \frac{\varphi_V}{v_V} = \frac{\varphi_2}{v_2} + \frac{\varphi_3}{v_3} \\ \varphi_V V_V = \varphi_2 V_2 + \varphi_3 V_3 \end{cases} \quad (4)$$

Таким образом, выражение (4) можно переписать следующим образом:

$$\begin{cases} \varphi_1 + \varphi_V = \varphi \\ \frac{\varphi_1}{v_1} + \frac{\varphi_V}{v_V} = 0 \\ \varphi_1 V_1 + \varphi_V V_V = -\gamma \varphi \end{cases} \quad (5)$$

Тогда из соотношений (4) и (5) становится возможно найти оптические силы компонентов:

$$\begin{cases} \varphi_1 = \varphi \frac{v_1}{v_1 - v_V} = -\varphi \frac{V_V + \gamma}{V_1 - V_V} \\ \varphi_V = -\varphi \frac{v_V}{v_1 - v_V} = \varphi \frac{V_1 + \gamma}{V_1 - V_V} \end{cases} \quad (6)$$

$$\begin{cases} \varphi_2 = \varphi_V \frac{v_2(v_V - v_3)}{v_V(v_2 - v_3)} = -\varphi_V \frac{V_V - V_3}{V_2 - V_3} \\ \varphi_3 = -\varphi_V \frac{v_3(v_V - v_3)}{v_V(v_2 - v_3)} = \varphi_V \frac{V_V - V_2}{V_2 - V_3} \end{cases} \quad (7)$$

Используем графоаналитический метод выбора оптических материалов, описанный в источнике [2]. Для этого выразим из соотношений (6) и (7) коэффициент дисперсии виртуального компонента через произведение термооптической постоянной этого виртуального компонента на его коэффициент дисперсии. Из соотношения (6):

$$v_V = v_1 + \frac{Q_1 - Q_V}{\gamma}, \quad (8)$$

где  $Q_1 = v_1 V_1$ , а  $Q_V = v_V V_V$ .

Из соотношения (7):

$$v_V = \frac{Q_V(v_2 - v_3) + v_3 Q_2 - v_2 Q_3}{Q_2 - Q_3}, \quad (9)$$

где  $Q_2 = v_2 V_2$ , а  $Q_3 = v_3 V_3$ .

Уравнение (8) соответствует прямой линии на номограмме, изображенной на рис. 1. Уравнение (9) будет выглядеть как еще одна линия, соединяющая точки с координатами субкомпонентов. Пересечением этих линий будет являться точка, координаты которой будут соответствовать значениям оптических постоянных виртуального компонента для атермализованной и ахроматизованной трехкомпонентной системы из выбранных оптических материалов. Рассмотрим обновленную номограмму, выбрав три оптических материала из каталога ИК-стекел компании SCHOTT.

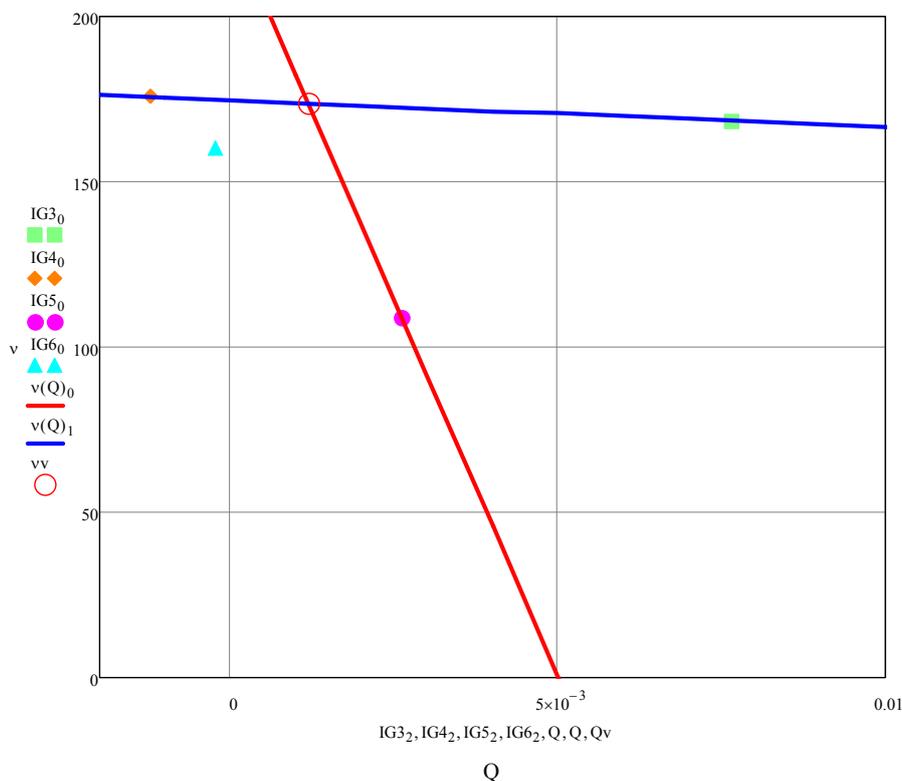


Рис. 2. Диаграмма  $v - Q$  для каталога инфракрасных стекол компании SCHOTT. Материал корпуса объектива – алюминий с коэффициентом термического расширения  $\gamma = 22 \cdot 10^{-6}$ .  
 Выбранные оптические материалы IG5-IG4-IG3

**Пример использование метода.** Используем данную методику для расчета атермализованного объектива с угловым полем  $\pm 10^\circ$ , на основе приемника оптического излучения компании ULIS UL03191 с характеристиками (табл. 1).

Таблица 1. Характеристики приемника

Чувствительная площадка	384×288 пикселей
Размер пикселя	25×25 мкм
Рабочий спектральный диапазон ( $\Delta\lambda$ )	8,0–12,0 мкм
Рабочий диапазон температур ( $\Delta T$ )	(-40)–(+60)°C

Исходя из параметров табл. 1, объектив должен обладать следующими характеристиками в указанном диапазоне температур (табл. 2).

Таблица 2. Характеристики разрабатываемого объектива

Угловое поле, $2\omega^\circ$	20°
Фокусное расстояние	34,03 мм
Относительное отверстие	1:1,6, для обеспечения необходимого разрешения

Качество изображения должно соответствовать следующим требованиям (табл. 3).

Таблица 3. Требования к качеству изображения

Частотно-контрастная характеристика (ЧКХ)	Не менее 0,1 на частоте 40 лин/мм
Функция концентрации энергии (ФКЭ) на одном пикселе	Не менее 0,6

Проведем исследование фокусных расстояний всех компонентов для различных комбинаций стекол на примере каталога ИК-стекол компании SCHOTT. Так как расстояние между главными плоскостями не учитывается, а, следовательно, равно 0, то оптические силы компонентов не зависят от порядка их следования. Изменение этого порядка повлияет только на оптическую силу виртуального компонента. Итак, возможно четыре комбинации (табл. 4).

Таблица 4. Оптические силы компонентов трехкомпонентной системы на основе марок каталога ИК-стекол SCHOTT

№	Порядок стекол	Оптические силы			
		Первый компонент	Виртуальный компонент	Первый субкомпонент	Второй субкомпонент
1	IG3-IG4-IG5	0,705641	0,29436	1,975884	-1,68125
2	IG3-IG4-IG6	0,838099	0,161901	10,772214	-10,610313
3	IG3-IG5-IG6	0,675888	0,324112	-2,05924	2,383352
4	IG4-IG5-IG6	-44,884707	45,884707	-10,639497	56,524204

Из полученных данных можно сделать выводы:

- для достижения наименьшей оптической силы первого компонента необходимо выбирать стекла субкомпонентов так, чтобы разница дисперсий первого компонента и виртуального компонента были максимальными;
- для достижения наименьших оптических сил субкомпонентов, необходимо выбирать стекла с максимально различными координатами;
- если координаты точки виртуального компонента находятся внутри отрезка, образованного координатами субкомпонентов, то оптические силы субкомпонентов одного знака;
- если координаты точки виртуального компонента находятся за пределами отрезка, образованного координатами субкомпонентов, то оптические силы субкомпонентов разных знаков.

Наименьшими оптическими силами обладает первая тройка стекол IG3-IG4-IG5. Используем ее для создания термостабилизированного объектива. Для создания стартовой схемы (табл. 5) изменим порядок компонентов, что облегчит дальнейший абберационный расчет (табл. 6).

Таблица 5. Параметры стартовой схемы

№	Материал	Опт. сила	Фок. расст., мм	Ос. расст., мм	Радиус, мм
1	IG4	1,98	17,21	3,40	-235,47
	–			0,34	-25,015
2	IG5	-1,68	-20,22	3,40	-25,015
	–			0,34	-113,800
3	IG3	0,70	48,18	3,40	44,760
	–			26,03	88,570
1–3		1	34,03	–	–

Таблица 6. Требования к качеству изображения

Хроматизм положения	$-8,1 \cdot 10^{-5}$
Термооптическая аберрация положения	$(8,1/-6,3) \cdot 10^{-5}$

Далее проводилась оптимизация полученной системы с помощью пакета прикладных программ ZEMAX. Использовались различные варианты оценочных функций, различающихся различными критериями оптимизации. В качестве критериев оптимизации выступали ошибка волнового фронта, ЧКХ и ФКЭ в площадке размером в один пиксель.

Практика показала, что невозможно получить необходимое качество изображения с нулевыми расстояниями между главными плоскостями компонентов. При ослаблении контроля над этими расстояниями и оптическими силами компонентов удалось получить оптимальное решение (рис. 3).

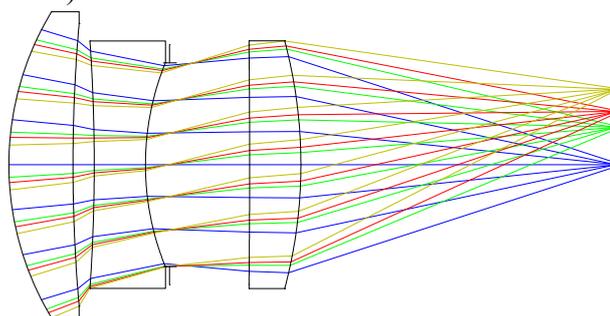


Рис. 3. Оптическая схема полученного объектива

Оптические силы компонентов и расположение их главных плоскостей представлены в табл. 7.

Таблица 7. Оптические силы компонентов

№	Материал	Оптические силы	Расстояния
1	IG4	0,05763	5,25566
2	IG5	-0,08725	3,58199
3	IG3	0,04474	—

Оптические характеристики и качество изображения полученного объектива представлено в табл. 8 и 9.

Таблица 8. Требования к качеству изображения

Хроматизм положения	$6,7 \cdot 10^{-3}$
Термооптическая аберрация положения	$(2,6/-1,7) \cdot 10^{-3}$

Таблица 9. КЭ полученного объектива на площади в один пиксель

Поле, мм	Температура, °C		
	-40	20	60
0,0	0,7063	0,7178	0,7188
3,0	0,6982	0,7090	0,7090
4,242	0,6829	0,6940	0,6912
6,0	0,6271	0,6231	0,6111

**Выводы.** В рамках исследования характеристик оптических материалов на предмет создания термостабилизированного объектива для выбранного спектрального диапазона были:

- дополнен графоаналитический метод, представленный в источнике [2] для разработки трехкомпонентных систем;
- разработан термостабилизированный объектив для дальней ИК-области спектра 8–12 мкм, основанный на ИК-материалах компании SCHOTT, корпус которого выполнен из алюминия.

### Литература

1. Jamison T.H. Athermalization of optical instruments from the optomechanical viewpoint // Optical Design. – 1992. – V. CR43. – P. 131–159.
2. Волосов Д.С. Фотографическая оптика. – 2-е изд. – М.: Искусство, 1978. – 543 с.
3. Kuo C. Achromatic triplet and athermalized lens assembly for both midwave and longwave infrared spectra // SPIE. – 2014. – № 53(2). – P. 021102-1–021102-7.
4. Муравйов А.В., Кучеренко О.К. Ахроматизація та атермалізація об'єктивів інфрачервоної техніки. – 2012. – № 5. – С. 114–117.
5. Муравьев А.В., Кучеренко О.К. Методы пассивной атермализации и ахроматизации двухкомпонентных оптических систем // Вестник НТУУ «КПИ». Серия Приборостроение. – 2012. – Вып. 43. – С. 46–53.



#### Иванова Любовь Борисовна

Год рождения: 1996

Факультет технологического менеджмента и инноваций,  
кафедра финансового менеджмента и аудита, группа № и2502

Направление подготовки: 080200 – Менеджмент

e-mail: lbi96@mail.ru



#### Кордий Лидия Владимировна

Год рождения: 1994

Факультет технологического менеджмента и инноваций,  
кафедра финансового менеджмента и аудита, группа № и2502

Направление подготовки: 080200 – Менеджмент

e-mail: kordiy@mail.ru

УДК 331.101.3

### ПРИМЕНЕНИЕ СОЦИАЛЬНОЙ МОТИВАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЕРСОНАЛА

Л.Б. Иванова, Л.В. Кордий

Научный руководитель – к.э.н., доцент Е.А. Вицко

В работе проведено исследование социальной мотивации с целью максимизации производительности труда. Наиболее подробно рассматриваются способы социальной мотивации с учетом потребностей личности. Авторами сделан вывод о существовании четкой взаимосвязи между экономической мотивацией и социальной для повышения эффективности деятельности персонала.

**Ключевые слова:** мотивация, социальная мотивация, персонал, управление персоналом, потребности.

Для любой организации персонал – это ключевой фактор успеха ее деятельности. Для достижения целей организации руководителям необходимо обеспечить эффективные действия работников, при этом учитывая не только функциональную загрузку, но и создание

необходимых условий для успешного выполнения поставленных задач. Одна из основных функций деятельности любого менеджера – это мотивация персонала с целью максимизации эффективности его работы.

Мотивация – это процесс побуждения себя и других к деятельности для достижения личных целей или целей организации [1]. Современные авторы делят мотивацию на внешнюю и внутреннюю. Внутренняя мотивация связана непосредственно с содержанием деятельности персонала. Это причины, по которым работнику самому хочется выполнять свою работу на высшем уровне. Внешняя, в свою очередь, подразделяется на административную мотивацию, экономическую и социальную. Административная мотивация проявляется в прямом воздействии на волю подчиненных с соответствующими санкциями за нарушение установленных норм. Экономическая мотивация оказывает влияние на работника через экономические стимулы, такие как заработная плата, премии, дивиденды и т.п. Социальная мотивация направлена на общественное одобрение или же общественное порицание (в случае неудовлетворительной работы) профессиональных действий работника.

Руководители осознают необходимость мотивировать работника с целью достижения ими наилучших результатов. При этом многие ограничиваются только материальным поощрением, не принимая во внимание социальные аспекты принимаемых решений. Зачастую такая политика успешна, но в настоящее время все больше сотрудников нуждаются именно в социальном поощрении, поскольку в век информации и информационных технологий признание в обществе и личные заслуги ценятся куда выше, чем в предыдущем столетии. Кроме того, методы социальной мотивации являются весьма эффективными и применимыми на любом предприятии, независимо от ее текущей экономической обстановки.

В настоящей работе рассмотрены теория и конкретные примеры социального поощрения сотрудников предприятия. За основу разработки различных способов мотивации берется удовлетворение жизненных потребностей человека различных уровней.

**Целью работы** являлось изучение принципов малозатратных форм мотивации сотрудников к работе. Максимальная эффективность производительности труда должна соблюдаться в максимальном количестве различных условий, т.е. даже в тех случаях, когда дополнительное материальное поощрение невозможно либо не рассматривается сотрудником как единственное приоритетное.

Существует ряд условий для успешной нематериальной мотивации:

1. сотрудник должен быть обеспечен средствами для удовлетворения своих базовых потребностей (физиологические, потребности в безопасности);
2. способ мотивации должен быть ориентирован на каждого сотрудника в отдельности.

Задумываясь о мотивации сотрудников к более эффективной деятельности, любой руководитель должен понимать, что личный пример – это одно из средств мотивации, которое напрямую поощрением как таковым и не является, но играет весьма важную роль. Каждый хочет, если и не являться самому крупным начальником, но иметь хотя бы часть его выгод и привилегий. Срабатывает принцип повторения «я делаю так же, как и он, я получу то же, что и он». Таким образом, начальник должен постоянно заботиться о своем имидже перед лицом подчиненных и подавать блестящий личный пример. Тогда уже возможно говорить о нематериальных способах мотивации.

Более чем очевидно, что если сотруднику не на что кормить и содержать себя и свою семью, то все дополнительные поощрения в этом случае применять нецелесообразно. В таких случаях поощрение может сыграть обратную роль: озлобить и отбить все стремление человека к работе.

Но если эти два условия успешно выполнены: личный пример показан, а сотрудник обеспечен достаточно, чтобы существовать без жизненно важных проблем в финансовом плане, то тогда появляется возможность мотивировать подчиненных к большей трудовой отдаче, не только прибегая к финансовым затратам.

Кроме физиологических потребностей у человека есть социальные потребности, т.е. желание успешно существовать и функционировать в обществе. Для реализации таких потребностей необходимо так организовать работу в коллективе, чтобы сотрудники не только выполняли свои прямые обязанности с минимумом коммуникаций друг с другом, а напротив, работали в коллективе, взаимодействовали со своими коллегами. Так воспитывается чувство ответственности перед другими, ведь если весь коллектив работает успешно, а один человек выбивается, в большинстве случаев он будет чувствовать себя «не в своей тарелке». Более того, такой способ мотивации ведет к улучшению корпоративного имиджа предприятия, который также играет свою важную роль: в более престижном коллективе работа выглядит привлекательнее. Чтобы сплотить коллектив и подсознательно привязать человека к своей команде, как вариант, можно сделать коллектив действительно командой, устроив, например, ежеквартальные соревнования по какому-либо игровому виду спорта между работниками разных фирм. Спортивную игру можно запросто заменить интеллектуальной или любой другой, наиболее подходящей для подчиненных.

Во время праздников, в дополнение к материальному поощрению, можно добавить так называемые подарочные сертификаты на «опоздание на полчаса», «один выходной по требованию», либо другие выгоды. В случае невозможности выплаты денежного подарка можно оставить только такое вознаграждение.

Третья ступень – это престижные потребности человека: человек признан в социальной группе, он в чем-то лучше, чем-то выделяется. Для реализации подобных потребностей можно применить следующие меры. Во-первых, соревновательный характер работы, выявление лучшего сотрудника месяца, помещение его фотографии на доску почета. Также целесообразно проводить небольшие встречи-летучки, на которых сообщать сотрудникам о достижении компании за время, прошедшее с предыдущей встречи, упоминать о личных достижениях сотрудников.

Во-вторых, продвижение человека по карьерной лестнице. Сотрудник всегда будет усерднее трудиться, если будет знать, что его ждет то или иное повышение. Даже если по роду его деятельности повышение не предусмотрено, можно сформировать микро-подразделения, в которых будет деление на старшего и младших специалистов. Второе последствие таких действий – это реализация потребности человека к власти. Чувствуя свою значимость, сотрудник будет с одной стороны доказывать, что начальство не ошиблось в выборе главы отдела, а с другой – стараться сам быть таким же начальником со своими подчиненными. Таким образом, работа микроотдела будет поддерживаться на должном уровне, и все его члены будут удовлетворены.

Самая высшая ступень потребностей – это духовные, которые труднее всего реализовать в производственном процессе. Однако такая успешно решенная задача является мощнейшим инструментом нематериальной мотивации сотрудников. Основа этого инструмента – это самореализация каждого сотрудника, возможность для него работать в приятной обстановке и заниматься интересной работой. Крупные и известные компании, такие как Google или Яндекс, давно используют такой способ мотивации своих работников. Креативные интерьеры, коворкинги, минимум дресс-кода, возможность творческого и нестандартного подхода к выполнению даже текущих рядовых задач повышают интерес сотрудников к своей работе и позволяют ему раскрываться и максимально использовать свой потенциал.

### Литература

1. Генкин Б.М., Никитина И.А. Управление человеческими ресурсами. Учебник. – М.: Норма: НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 464 с.
2. Ветлужских Е. Мотивация и оплата труда. Инструменты. Методики. Практика. – 6-е изд. – Альпина Паблишер, 2013. – 148 с.



**Иванько Денис Викторович**

Год рождения: 1993

Факультет информационных технологий и программирования,  
кафедра речевых информационных систем, группа № 6599

Направление подготовки: 230400 – Информационные системы  
и технологии

e-mail: denis.ivanko11@gmail.com

УДК 004.932.4

## **УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ ЛИЦ НА ОСНОВЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ**

**Д.В. Иванько**

**Научный руководитель – д.т.н., профессор Ю.Н. Матвеев**

Работа выполнена в рамках темы НИР № 713554 «Исследование методов и алгоритмов многомодальных биометрических и речевых систем».

В работе рассматривалась возможность улучшения качества изображений лиц и увеличения разрешения изображений лиц с помощью метода анализа главных компонент. Итогом данной работы стала реализация алгоритма и проведение экспериментов на различных базах изображений. По результатам исследований делается вывод о возможности использования метода в камерах наружного видеонаблюдения.

**Ключевые слова:** метод анализа главных компонент, суперразрешение изображений лиц, собственные лица, собственные вектора, SSIM.

В видеонаблюдении, будь это камера наружного наблюдения или иное записывающее устройство, по причине большого расстояния между камерой и объектом интересующее нас лицо зачастую имеет небольшой размер. В связи с этим разрешение изображения начинает играть очень важную роль и напрямую влиять на качество распознавания и идентификации человека. Поскольку многие детали лица теряются в изображении с низким разрешением, оно часто неразлично. В целях идентификации было бы полезно получить изображение с высоким разрешением из изображения с низким разрешением. Такая техника носит название галлюцинация изображений лиц или суперразрешение лиц.

В работе использовался метод анализа главных компонент (principal component analysis, PCA) в реализации алгоритма по галлюцинации изображений. В методе PCA применяется к изображениям с низким разрешением. В представлении PCA различные частотные компоненты не коррелируют. Таким образом, выбрав оптимальное количество собственных частот, мы можем извлечь максимальное количество информации в лице из изображений с низким разрешением и убрать шум.

Созданный алгоритм основан на обучении. В связи с этим состав обучающего множества играет важную роль. Человеческое лицо может быть подвергнуто многим видам изменений, вызванных позой, освещением, очками и т.д. Эти факторы могут значительно изменить внешний вид лица и вызвать сложное распределение данных.

В работе рассмотрены этапы, которые нужно пройти для получения изображения с высоким разрешением, проведены эксперименты. В конце представлены и дана оценка полученным результатам. Диаграмма алгоритма работы программы показана на рис. 1. Первым исследователем, использовавшим данный подход, был Xiaogang Wang в своей работе [1] в 2005 г.

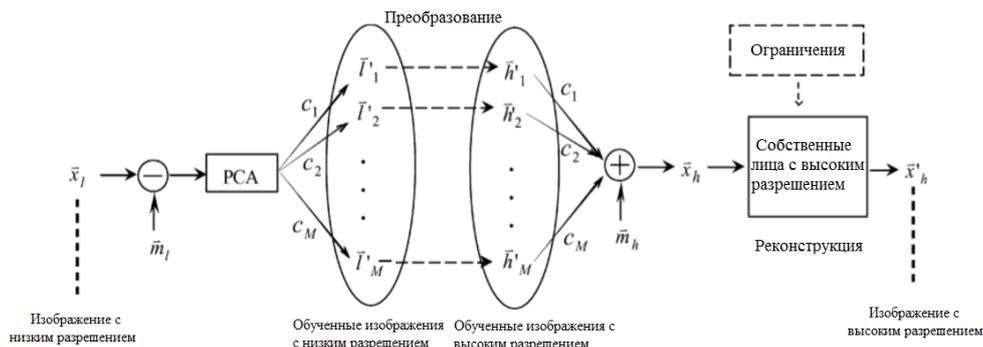


Рис. 1. Схема используемого алгоритма [2]

Изображение с низким разрешением поступает на вход системы, оно аппроксимируется линейной комбинацией изображений с низким разрешением, путем применения метода PCA. После чего получаем набор коэффициентов обучающей выборки. Сохраняя эти коэффициенты и заменяя обученные изображения с низким разрешением, на обученные изображения с высоким разрешением, мы синтезируем новое изображение с высоким разрешением. Синтезированное изображение лица проецируется на собственные лица с высоким разрешением и реконструируется, с ограничением по числу главных компонент.

С целью проведения экспериментов бралось разное количество классов для обучения и разные базы изображений низкого разрешения.

Результаты экспериментов представлены на рис. 2. В первом ряду показаны результаты применения метода для исходного изображения разрешением  $49 \times 41$ , во втором –  $20 \times 17$  и в третьем –  $97 \times 81$  соответственно. Во втором столбце показаны реконструированные изображения при 35 классах для обучения, в третьем – при 99 классах в четвертом – при 199 классах соответственно. В пятом ряду представлено исходное изображение высокого разрешения. С каждого класса было выбрано по одному изображению для обучения. Результирующие изображения имеют размерность  $148 \times 124$  пикселей.

Благодаря структурному сходству изображения лица могут быть синтезированы из линейной комбинации других образов. Регулируя количество собственных лиц в представлении PCA, метод извлекает максимум лицевой информации из изображений лиц с низким разрешением и устойчив к шумам. Разрешение и качество изображений лиц значительно улучшается по сравнению с входными изображениями. Данный метод был реализован в MATLAB (пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений и одноименный язык программирования). Метод позволяет не только визуально оценить изменения, но и, благодаря индексу SSIM (индекс структурного сходства является одним из методов измерения схожести между двумя изображениями), оценить результат, основываясь на математических вычислениях.

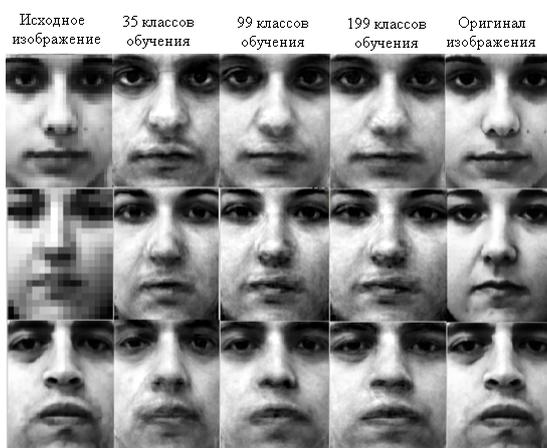


Рис. 2. Результаты экспериментов

## Литература

1. Wang Xiaogang, Tang Xiaoou. Hallucinating face by eigentransformation // IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics Part C. – 2005. – V. 9. – 10 p.
2. Кухарев Г.А., Каменская Е.И., Матвеев Ю.Н., Щеглова Н.Л. Методы обработки и распознавания изображений лиц в задачах биометрии. – СПб.: Политехника, 2013. – 388 с.
3. Baker S., Kanade T. Hallucinating faces // Proc. IEEE Int. Conf. Automatic Face and Gesture Recog. – 2000. – P. 83–88.
4. Liu Ce, Shum Heung-Yeung, Freeman W.T. Face Hallucination: Theory and Practice [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.imageprocessingplace.com/downloads\\_V3/root\\_downloads/tutorials/FaceHallucination\\_IJCV--Theory%20and%20Practice.pdf](http://www.imageprocessingplace.com/downloads_V3/root_downloads/tutorials/FaceHallucination_IJCV--Theory%20and%20Practice.pdf), своб.
5. Dedeoglu G., Baker S., Kanade T. Resolution-aware fitting of active appearance models to low-resolution images // In Proc. European Conference on Computer Vision. – 2006. – P. 83–97.



### **Иванько Дмитрий Викторович**

Год рождения: 1991

Факультет информационных технологий и программирования,  
кафедра речевых информационных систем, группа № 6599

Направление подготовки: 05.13.11 – Математическое и программное  
обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей  
e-mail: ivanko@speechpro.com

УДК 612.087

## **ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ**

**Д.В. Иванько**

**Научный руководитель – д.т.н., профессор Ю.Н. Матвеев**

В работе исследовались алгоритмы распознавания лиц с использованием яркостных признаков. Критериями качества работы алгоритма выступают такие показатели, как вероятность правильного распознавания на открытой и закрытой задаче, а также вычислительная сложность алгоритмов.

**Ключевые слова:** алгоритмы распознавания лиц, яркостные признаки, открытая и закрытая задачи распознавания.

Алгоритмы распознавания лиц применяются для таких задач, как биометрия, верификация и идентификация личности, автоматическое наблюдение и др. Суть алгоритмов заключается в том, чтобы определить на любых двух изображениях лиц, изображен ли один и тот же человек или два разных. Для проверки качества алгоритмов проводят тестовые эксперименты.

В тестовом наборе эксперимента заранее известно, какие пары принадлежат одному и тому же человеку, а какие разным людям. Задача алгоритма заключается в том, чтобы правильно определить, какие именно пары принадлежат одному и тому же человеку, а какие нет. Отношение количества правильно определенных пар к общему количеству проведенных сравнений характеризует важнейший критерий любого алгоритма распознавания лиц – вероятность правильного распознавания или вероятность ID («Identification»). Вероятность ID показывает, какова вероятность того, что следующая (не тестовая) пара изображений будет распознана алгоритмом правильно. Важно указать, что это статистическая вероятность, т.е. качество (достоверность) оценки вероятности напрямую будет зависеть от количества проведенных тестовых сравнений. Следующим

важным критерием алгоритма является его вычислительная сложность, обозначим как BC (выраженная в количестве элементарных математических и логических операций), от которой напрямую будет зависеть быстродействие и вычислительные требования к системе, использующей алгоритм. Заключительным критерием алгоритма будет являться его практическая применимость. Важно отметить, что несмотря на то, что имеется множество индивидуальных требований для применения того или иного алгоритма, все же существуют общие требования к критериям алгоритма, без выполнения которых ни один алгоритм не может быть реализован на практике. Одним из этих требований является вероятность правильного распознавания в так называемых «реальных условиях». «Реальные условия» подразумевают, что у нас нет априорной информации о том, какие изображения поступают на вход алгоритмов, а следовательно, необходимо учитывать попадание изображений, не участвующих в обучении/построении системы, т.е. из другого, открытого множества. Критерием этого выступает вероятность правильного распознавания на открытом множестве: IDopen. Соответственно вероятность распознавания без учета открытого множества (первый критерий) обозначим как IDclose. Критерием практической применимости является то, что ни один из этих показателей не должен быть ниже или равен 0,5. В работе исследуются следующие алгоритмы распознавания лиц: так называемый гистограммно-яркостный метод Hist [1], совмещенный гистограммно-яркостный метод mHist из [2], а также методы Scale [3] и Random из работ [2, 4]. Как уже было описано выше, данные алгоритмы будут оцениваться по трем критериям. Вероятность правильного распознавания на закрытом множестве (базе изображений) IDclose. Вычислительной сложности алгоритма BC. Вероятность правильного распознавания на открытом множестве, т.е. при добавлении изображений, вообще не принадлежавших ни одному из известных классов в алгоритме – IDopen.

В таблице представлены результаты анализа алгоритмов, по представленным выше параметрам. В таблице IDcl – сокращение от IDclose, IDop – сокращение от IDopen.

Таблица. Результаты анализа алгоритмов распознавания

Алгоритмы распознавания	1 эталон			2 эталона			3 эталона		
	IDcl	IDop	BC	IDcl	IDop	BC	IDcl	IDop	BC
Hist (32bin)	0,54	0,49	32	0,82	0,75	65	0,87	0,79	99
Hist (16bin)	0,51	0,46	16	0,81	0,72	33	0,86	0,77	51
mHist (32–32bin)	0,64	0,56	64	0,87	0,77	129	0,93	0,83	195
mHist (16–16bin)	0,62	0,53	32	0,88	0,78	65	0,93	0,83	99
Scale (×0,05)	0,24	0,18	30	0,43	0,32	61	0,53	0,38	93
Random (200)	0,17	0,10	200	0,31	0,19	401	0,37	0,22	603
Random (400)	0,17	0,08	400	0,28	0,14	801	0,31	0,17	1203

Для проводимых экспериментов использовалась база ORL [5]. На рисунке представлена схема деления базы для проведенных экспериментов. Множество I – эталонные образцы, применяемые для сравнения. Множество II – тестовые изображения, при их сравнении с множеством I получалась оценка IDclose. Множество III – так называемая «база развития» при их сравнении с множеством I происходила оценка порога, по которому система должна отделять изображения, которым не соответствует ни один класс. Множество IV – составляют так называемое «открытое множество», среднее арифметическое оценки на этом множестве и IDclose образует оценку IDopen.

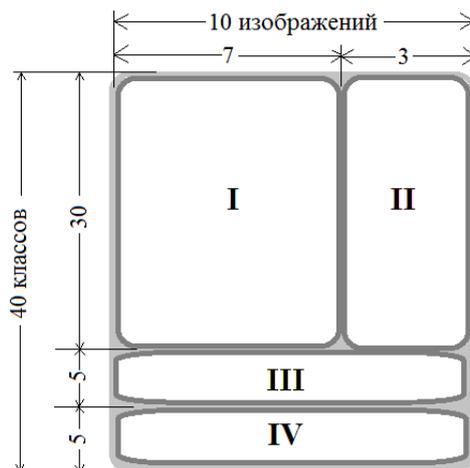


Рисунок. Схема разделения базы ORL

В заключении важно отметить, что подобное разделение позволило провести эксперименты всех представленных алгоритмов исходя из реальных условий их дальнейшего практического применения. Полученные результаты свидетельствуют о недостаточном качестве работы алгоритмов Scale и Random.

### Литература

1. Tistarelli M., Grosso E. Active face recognition with a hybrid approach // Pattern recognition. – 1997. – P. 521–524.
2. Кухарев Г.А., Щеголева Н.Л. Методы построения систем распознавания человека по изображению лица. – СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2007. – 96 с.
3. Кухарев Г.А., Матвеев Ю.Н., Каменская Е.И., Щеголева Н.Л. Методы обработки и распознавания изображений лиц в задачах биометрии. – СПб.: Политехника, 2013. – 394 с.
4. De Vel O., Aeberhard S. Line-based face recognition under varying pose // IEEE Transaction on PAMI. – 1999. – P. 1081–1088.
5. The Database of Faces [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cl.cam.ac.uk/research/dtg/attarchive/facedatabase.html>, своб.



**Ивашкова Ксения Павловна**

Год рождения: 1994

Факультет точной механики и технологий, кафедра технологии приборостроения, группа № 3652

Направление подготовки: 230100 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: [greatwillow@mail.ru](mailto:greatwillow@mail.ru)



**Игнатова Юлия Андреевна**

Год рождения: 1993

Факультет точной механики и технологий, кафедра технологии приборостроения, группа № 3652

Направление подготовки: 230100 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: [ignatovayuliya0@gmail.com](mailto:ignatovayuliya0@gmail.com)

**Осадчая Татьяна Сергеевна**

Год рождения: 1994

Факультет точной механики и технологий, кафедра технологии приборостроения, группа № 3652

Направление подготовки: 230100 – Информатика и вычислительная техника

e-mail: taniajulyss@yandex.ru

УДК 378.1

**РАЗРАБОТКА ПОРТФОЛИО СТУДЕНТОВ КАФЕДРЫ****К.П. Ивашкова, Ю.А. Игнатова, Т.С. Осадчая****Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Н. Филиппов**

В работе описаны современные теоретические аспекты построения портфолио студентов вузов, определены их достоинства и недостатки. Представлена структура портфолио студентов кафедры, отличающаяся адаптивностью к нуждам кафедры, а также прогрессирующая соответственно времени, определены основные методы работы с портфолио. Подробно описана инфологическая модель базы данных, использовавшаяся при разработке.

**Ключевые слова:** портфолио, компетенции, база данных, виртуальное пространство.

Современный подход к взаимоотношениям работодателей и вузов требует организации определенной базы данных, в которой будет содержаться полный спектр информации о студентах и выпускниках, необходимый заказчику для эффективного отбора кандидатов на требуемые должности.

Портфолио является эффективным способом рационального и прозрачного продвижения будущих профессионалов на рынке труда, способом оценивания имеющихся у них ключевых и иных компетенций, а также перспектив делового, профессионального и творческого взаимодействия работодателя с ними [1].

Ведение портфолио позволяет: повысить образовательную активность студентов, уровень осознания ими своих целей и возможностей; фиксировать, накапливать и оценивать индивидуальные, образовательные и профессиональные достижения студента, их динамику в процессе освоения образовательной программы [2]; сформировать личную ответственность студента за результаты учебно-профессиональной деятельности, профессионально-личностного самосовершенствования [3]; правильно оценить возможности и способности студентов преподавателем; осуществить более эффективный поиск требуемого специалиста работодателем.

**Целью работы** являлась разработка структуры единой базы данных студентов кафедры ТПС Университета ИТМО с набором характеристик, описывающих каждого студента или выпускника с точки зрения профессиональных и личностных качеств, а также позволяющую осуществлять поиск по заданным критериям.

В процессе работы был проанализирован существующий Центр дистанционного обучения (ЦДО) Университета ИТМО, в состав которого входит раздел «Портфолио пользователя» [4].

Данное портфолио состоит из ряда нередатируемых и редактируемых разделов. В нередатируемых разделах представлена информация из базы данных университета. Редактируемые разделы могут быть заполнены пользователем или владельцем подразделения, сотрудником которого является пользователь, или вышестоящего подразделения. Такие разделы могут дополняться информацией из базы данных

университета. Неракотируемые разделы не отображаются, если не содержат никакой информации.

К редактируемым разделам относятся: «Степени и звания», «Премии, награды, дипломы», «Индивидуальные планы», «Участие в комиссиях, комитетах, советах, объединениях обучающихся, спортивных секциях и сборных», «Общественная, культурно-творческая, спортивная деятельность», «Научное руководство», «Проекты, гранты», «Объекты интеллектуальной собственности», «Конференции, школы, симпозиумы, семинары», «Повышение квалификации», «Монографии, сборники, статьи».

К неракотируемым разделам относятся: «Должности», «Структура учебной нагрузки», «Результаты обучения», «Результаты анкетирования», «Электронные учебно-методические материалы», «Структура учебной нагрузки».

Имеющийся в ЦДО раздел «Портфолио пользователя» не удовлетворяет интересам кафедры, так как ориентирован на другую целевую аудиторию, включающую в себя не только студентов, но и преподавателей, а также других сотрудников университета.

В ходе оценки указанного раздела ЦДО было выявлено его частичное несоответствие нуждам кафедры. Можно выделить такие существенные недостатки, как неудобство в использовании данного сервиса, следствием которого является малое распространение среди студентов кафедры, а также отсутствие индивидуального подхода к каждому студенту.

Создание базы данных портфолио студентов кафедры ТПС позволяет упорядочить информацию о студентах кафедры, организовать ее хранение и обработку, а также осуществлять наиболее рациональное оценивание научного и социального потенциалов студентов, ведущего к развитию кафедры.

Структура словарей для организации базы данных портфолио студентов отражает индивидуальную информацию по каждому студенту, начиная от личных данных и общей информации, известной на период поступления в вуз; описание деятельности студента в процессе обучения и заканчивая выпускной информацией на момент окончания вуза.

Информация делится на три логические части, образующие отдельные словари базы данных портфолио студентов.

Общие сведения: «Личность студента (ФИО – дата рождения)», «Паспортные данные», «Наличие загранпаспорта», «Контактная информация (телефон – e-mail)», «Семейное положение (дети)», «Военная обязанность», «Официальные документы о предшествующем образовании», «Информация о здоровье (инвалидность)», «Владение автомобилем», «Хобби, кружки, секции», «Владение иностранными языками», «Владение ПК (ОС и приложения)», «Вредные привычки».

Информация об учебном процессе: «Зачетка (номер)», «Студенческий билет (номер)», «Читательский билет (номер)», «Зачислен по итогам (олимпиады)», «Успеваемость – сдача экзаменов», «Успеваемость – сдача зачетов», «Задолженности», «Стипендия», «Необходимость в общежитии (условия проживания)», «Общественные нагрузки (староста – профорг)», «Прохождение практики (вид – место – сроки – оценка)».

Достижения в научно-исследовательской и учебно-исследовательской работе: «участие в научных конференциях (тема доклада/статьи – дата)», «участие в конкурсах (профессиональные, творческие, интеллектуальные) (название – дата)», «участие в олимпиадах (название – дата)», «Волонтерство», «Спортивные достижения», «Навыки, полученные самостоятельно, вне учебного плана».

Выпускная информация: «Период обучения», «Специальность (номер – название)», «Звание (бакалавр – магистр – специалист – аспирант)», «Дипломный проект»,

«Наличие красного диплома», «Характеристика студента», «Информация о трудоустройстве».

Так как система портфолио студента будет являться одним из агентов многоагентной системы управления кафедрой (МАСУК), словари были стандартизированы посредством использования виртуального строкового пространства.

При создании базы данных портфолио студентов кафедры ТПС была использована среда Microsoft SQL Server Management Studio.

Имена полей были сформированы по правилу P.NAME, где P – описываемый объект, NAME – имя характеристики объекта по требованиям оформления триплетов в виртуальном строковом пространстве технологических данных (ВСПТД) [3].

Так как системе приходится работать с большими объемами информации и многообразием полей, был разработан набор актуальных поисковых предписаний, который позволяет быстро находить нужные записи и формировать отчеты по различным характеристикам студентов.

Набор поисковых предписаний: «Наличие долгов», «Наличие научных достижений», «Знание иностранных языков», «Необходимость в общежитии», «Наличие загранпаспорта», «Наличие общественных нагрузок», «Год выпуска», «Наличие детей», «Прошел военную службу», «Специальность».

В результате выполнения работы была разработана структура словарей базы данных портфолио студентов кафедры ТПС, был создан набор характеристик студента, описывающих его до поступления в вуз, а также в процессе обучения и выпуска из университета.

Благодаря организации набора поисковых предписаний, база данных была максимально адаптирована под пользователя.

Созданная база данных портфолио студентов имеет важное значение, поскольку позволяет совершенствовать систему критериев и показателей оценки эффективности научной деятельности кафедры ТПС, упорядочить организацию и документирование личной информации студентов на основе современных информационных технологий. Кроме того, для студента вуза работа с такой системой способствует развитию его самооценки и самоанализа, а также повышает шансы на получение рабочего места.

Для работодателей данная база студентов ценна тем, что позволяет более эффективно провести профессиональный отбор и подобрать место работы, наиболее соответствующее профессиональным и академическим компетенциям, которыми овладел выпускник.

В дальнейшем планируется расширение набора поисковых предписаний, повышение эффективности ведения и заполнения словарей, улучшение взаимодействия с другими агентами МАСУК, а также дополнение полей словарей по мере возникновения необходимости.

## Литература

1. Григоренко Е.В. Портфолио в вузе: методические рекомендации по созданию и использованию. – Томск, 2007. – 64 с.
2. Джусоева О.В. Методические рекомендации по формированию портфолио студента колледжа к квалификационному экзамену. – Тольятти: Гуманитарный колледж, 2013. – 12 с.
3. Новикова Т.Г. Анализ разработки портфолио на основе зарубежного опыта // Развитие образовательных систем в контексте модернизации образования. – М.: Academia; АПКИПРО, 2003. – 70 с.
4. Инструкция по заполнению и мониторингу портфолио в системе дистанционного обучения НИУ ИТМО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://de.ifmo.ru/>, своб.

5. Филиппов А.Н. Виртуальное строковое пространство технологических данных и знаний. Методы представления данных. Учебное пособие [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://tps.faculty.ifmo.ru/download/2013\\_Book\\_VSPTD\\_theory.pdf](http://tps.faculty.ifmo.ru/download/2013_Book_VSPTD_theory.pdf), своб.



**Идрисов Дамир Рафисович**

Год рождения: 1995

Факультет оптико-информационных систем и технологий,  
кафедра оптико-электронных приборов и систем, группа № 2310

Направление подготовки: 200400 – Оптико-электронные приборы  
и системы

e-mail: idrisov.dom@icloud.com

УДК 796.062

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ ГИМНАСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЙ СО СТУДЕНТАМИ СПЕЦИАЛЬНЫХ МЕДИЦИНСКИХ ГРУПП**

**Д.Р. Идрисов**

**Научный руководитель – доцент В.А. Платонова**

На современном этапе развития нашего общества, характеризующегося сложными социально-экономическими изменениями, остро стоит проблема сохранения здоровья населения, как неперенной составляющей человеческой жизни, являющейся непреходящей ценностью. Здоровье нации – важнейшее условие ее благополучия.

**Ключевые слова:** здоровье, мотивация, гимнастические системы, специальные медицинские группы.

Здоровый человек, обладая более высокой работоспособностью и производительностью труда, способствует увеличению экономических ресурсов общества. Несомненно, наиболее подверженным негативному влиянию социальной среды контингентом считается учащаяся молодежь, так как ее представители являются еще не до конца сформировавшимися в физическом отношении индивидуумами. В связи с этим особое значение приобретает совершенствование системы образования.

Для достижения поставленной цели изучим физическое состояние и здоровье студенток Университета ИТМО, определим мотивацию студенток специальных медицинских групп к занятиям физической культурой и разработаем методику проведения занятий на основе комплексного использования оздоровительных гимнастических систем и экспериментально ее обоснуем.

Решение поставленных задач предусматривало использование следующих методов: анализ научно-методической литературы и документальных материалов; опрос; врачебно-педагогические наблюдения, педагогическое тестирование, педагогический эксперимент.

С целью определения отношения студенток к занятиям физической культурой был проведен опрос в форме анкетирования. Всего было опрошено 70 студенток, занимающихся в специальных медицинских группах Университета ИТМО. На данном этапе были отобраны наиболее эффективные средства и методы, на основе которых была разработана методика комплексного использования оздоровительных гимнастических систем в физическом воспитании студенток.

Проводился педагогический эксперимент с целью изучения влияния оздоровительных гимнастических систем на показатели физического состояния, здоровья, а также на успешность обучения. В педагогическом эксперименте приняли участие студентки с заболеваниями сердечно-сосудистой системы. Был проведен анализ карт медицинского

обследования студентов, обучающихся в Университете ИТМО, который выявил, что за последние три года продолжает увеличиваться количество студенток, относящихся по состоянию здоровья к подготовительной и специальной медицинским группам.

В 2012 году у 20,3% студенток из 612 обследований были выявлены различные заболевания. Из этого контингента 6,4% были отнесены к подготовительной группе, 9,5% – к специальной медицинской группе и 4,4% – освобождены от занятий физической культуры.

В 2013 году у 24,1% студенток из 624 обследованных выявлены различные заболевания. Подготовительную группу составили 6,9% студенток, специальную медицинскую – 11,1%, от практических занятий были освобождены 6,1%.

Тенденция к увеличению числа студенток, имеющих отклонения в состоянии здоровья, прослеживалась и в 2014 году. Различного рода заболевания отмечены у 29,7% девушек из 636 обследованных. При этом 7,7% студенток было предписано заниматься в подготовительной группе, 11,3% – в специальной медицинской и 10,1% – освобождены от занятий физической культуры.

Проведенный анализ позволил выделить основные категории заболеваний, которые являются характерными в настоящее время для студентов Университета ИТМО, отнесенных к специальным медицинским группам.

Наибольшее количество студенток имеют отклонения в состоянии сердечно-сосудистой системы (ССС) – 29,9%, опорно-двигательном аппарате (ОДА) – 20,8%. Третье место занимают заболевания желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), общий процент которых, среди лиц, имеющих данные заболевания, составляет 16,6%. Четвертое место занимают заболевания центральной нервной системы (ЦНС) – 12,3%.

В свободное от учебы время 47,1% студенток не хотят заниматься физической культурой, а занимаются дополнительно дома 30% респондентов.

Основными мотивами, побуждающими девушек заниматься физическими упражнениями в свободное от учебы время, являются: необходимость укрепить свое здоровье – отметило 32,9% студенток; развивать физические качества – 25,7%; желание улучшить фигуру, осанку – 24,3%.

Наиболее популярными видами двигательной активности у студенток специальной медицинской группы являются: шейпинг – 28,6%, плавание – 21%, тренажерный фитнес – 15,7%.

На основании данных, полученных при тестировании и опросе студенток, а также анализе литературных источников, касающихся проблемы оздоровления молодежи, были отобраны оздоровительные гимнастические системы (шейпинг, плавание, стретчинг, тренажерный фитнес), которые в дальнейшем были введены в программу занятий специальной медицинской группы.

Оздоровительные гимнастические системы применялись нами в течение всего учебного года, который условно был разделен на два периода.

Первый период включал в себя три этапа.

На первом этапе (втягивающий) преимущественное внимание уделялось выявлению функциональных возможностей студенток с целью определения допустимых физических нагрузок; постепенной адаптации сердечно-сосудистой системы к ним; укреплению мышечной системы. Основными средствами данного этапа явились элементы легкой атлетики, спортивные и подвижные игры, дыхательные упражнения.

На втором этапе осуществлялось постепенное повышение тренированности организма студенток; развитие физических качеств; освоение двигательных умений и навыков. На данном этапе применялись упражнения по системе шейпинга.

Третий этап (развивающий) использовался для улучшения деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем; развития физических качеств (выносливости, гибкости, силы, координации); а также для повышения общего уровня работоспособности и создания благоприятного психоэмоционального состояния студенток перед зимней сессией.

Основными средствами, применяемыми на данном этапе, явились физические упражнения в воде (плавание).

Второй период (2-й семестр) также включал в себя три этапа.

На четвертом этапе осуществлялась адаптация организма студенток к предстоящей работе после проведенных каникул, в ходе которых рекомендовалось проведение самостоятельных занятий. Основным средством данного этапа были упражнения тренажерного фитнеса.

Пятый этап (2-й развивающий) включал в себя упражнения стретчинга, плавание, для улучшения деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем; развития физических качеств (выносливости, гибкости координации); а также для повышения общего уровня работоспособности.

Шестой этап (результатирующий) предусматривал определение итогового уровня физического развития; дальнейшего совершенствования функциональных возможностей и развитие физических качеств. На данном этапе вновь использовались элементы легкой атлетики, спортивные и подвижные игры, общеразвивающие упражнения.

Эффективность внедрения предложенной методики комплексного использования оздоровительных гимнастических систем оценивалась по динамике показателей физического развития, физической подготовленности и функционального состояния организма.

К моменту окончания основного этапа исследования было проведено повторное тестирование, по результатам которого можно было судить об эффективности влияния введенного экспериментального фактора (оздоровительные гимнастические системы) на исследуемые показатели.

Результаты педагогического эксперимента показали, что за учебный год в группе в целом отмечалась достоверная тенденция к улучшению результатов показателей физической подготовленности студенток. По показателям физической подготовленности у них произошли улучшения в подтягивании на низкой перекладине на 33,7%, в проявлении гибкости позвоночника – на 24,4% и в челночном беге 3×10 м – на 6,7%.

Изменилась и мотивация, побуждающая студенток посещению занятий физической культурой. В иерархии мотивов произошли положительные изменения в сторону более осознанного понимания важности занятий физической культурой. После эксперимента у студенток ведущим стал мотив укрепления здоровья, который свойственен 58,3% испытуемым (до эксперимента 8,3%), а желание получить зачет стало не столь значимым и снизилось с 58,3% до 38,3%.

Для оценки эффективности влияния разработанной оздоровительной методики на организацию учебной деятельности испытуемых был проведен сравнительный анализ общей учебной успеваемости студенток.

В начале исследования было установлено, что средний балл учебной успеваемости студенток в каждой группе составлял 3,6 балла, в конце эксперимента успеваемость улучшилась на 11,1%.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение оздоровительных гимнастических систем положительно повлияло не только на физическое укрепление организма, но и улучшило учебные показатели студенток, а также сказалось на положительной мотивации к занятиям физической культурой и учебной успеваемости.

## Литература

1. Бишаева А.А. Профессионально-оздоровительная физическая культура студента. Учебное пособие. – М.: КНОРУС, 2014. – 204 с.
2. Бутченко Л.А., Суриасьян Р.Г. Совместная работа врача и тренера по профилактике, лечению и реабилитации спортсменов при заболеваниях, вызванных физическим перенапряжением // Спортивная медицина. – 2008. – № 1. – С. 8–13.

3. Горелов А.А., Румба О.Г., Кондаков В.А. О физкультурно-оздоровительных технологиях и их структурировании к образовательному процессу вуза // Культура физическая и здоровье. – 2012. – № 5(41). – С. 14–19.



**Иголкин Алексей Федорович**

Год рождения: 1947

Факультет холодильной, криогенной техники и кондиционирования, кафедра технологии металлов и металловедения, к.т.н., доцент  
e-mail: zav.metal@irbt-itmo.ru



**Вологжанина Светлана Антониновна**

Год рождения: 1961

Факультет холодильной, криогенной техники и кондиционирования, кафедра технологии металлов и металловедения, д.т.н., профессор  
e-mail: svet\_spb@mail.ru



**Ильина Екатерина Евгеньевна**

Год рождения: 1989

Факультет холодильной, криогенной техники и кондиционирования, кафедра технологии металлов и металловедения, аспирант  
Специальность: 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов  
e-mail: il-190.89@mail.ru

УДК 669.14-15:621.78

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ И ТЕРМОАКУСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ВЕЛИЧИНУ УДАРНОЙ ВЯЗКОСТИ СТАЛЕЙ 40 И 40Х**

**А.Ф. Иголкин, С.А. Вологжанина, Е.Е. Ильина**

**Научный руководитель – д.т.н., профессор С.А. Вологжанина**

В работе ставились задачи по исследованию влияния нового перспективного метода обработки – термоакустическая обработка – на структуру и свойства металлов и сплавов. Приведен краткий обзор влияния термоакустической обработки на механические свойства и размер зерен технического железа, на микроструктуру инструментальных сплавов, на свойства стали 40Х. Подтверждено положительное влияние термоакустической обработки на величину ударной вязкости стали 40Х.

**Ключевые слова:** термоакустическая обработка, упрочнение, технологическое оборудование, ударная вязкость.

Современные технологии обработки деталей и инструментов позволяют обеспечивать широкий спектр свойств материалов. У каждого из таких процессов есть как достоинства, так и недостатки. В связи с этим до сих пор остается актуальной задача разработки такого метода упрочняющей обработки, который бы обеспечивал малые энергозатраты, высокие экономические показатели, был экологичным и одновременно с этим обеспечивал необходимый комплекс характеристик механических свойств, в том числе для деталей сложной конфигурации.

Представляется, что термоакустическая обработка (ТАО) может удовлетворять всем этим требованиям. Первое, что необходимо выяснить для подтверждения этого

предположения – это механизмы (процессы) влияния ТАО на структуру и свойства металлов и сплавов, а также оценить эффективность этих воздействий.

Для достижения этих целей ставятся следующие задачи:

- изучение влияния нестационарных газовых потоков на конструктивную прочность металлических материалов, как термоупрочняемых, так и не подвергаемых упрочняющей термической обработке;
- установления амплитудно-частотных характеристик нестационарных газовых потоков, оказывающие наибольшее положительное влияние на структуру и свойства металлических материалов и изделий. При этом необходимо учитывать, что изделия в процессе обработки газовыми потоками могут охлаждаться до температур ниже комнатной;
- определения зависимости влияния нестационарных газовых потоков на металлические материалы и изделия от продолжительности и направления воздействия, геометрических параметров изделия, а также места его размещения;
- исследования влияния нестационарных газовых потоков на напряженно-деформированное состояние металлических изделий и возможность управления им.

Следует отметить, что в каждом случае разработка режимов аэротермоакустической обработки (АТАО) носит индивидуальный характер и не может быть механически применена к любому материалу. Перечислим основные параметры технологических режимов при АТАО:

- основная дискретная частота;
- уровень звукового давления;
- время выдержки в заданном акустическом поле.

Кроме того, при АТАО важно учитывать параметры режима проведенной термической обработки:

- температуру предварительного нагрева образца;
- время выдержки при этой температуре;
- скорость охлаждения.

Исследования предполагается осуществлять с использованием газоструйного генератора, способного создавать дозвуковые течения с широким спектром амплитудно-частотных характеристик. Впервые вопрос о влиянии АТАО на структуру металлов поставлен В.К. Ерофеевым и Г.А. Воробьевой в БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова. Свои исследования они проводили на установке вертикального типа (рис. 1, а). Мы располагаем модифицированной версией этой установки горизонтального типа (рис. 1, б, в). Исходя из этого, не исключаем в дальнейшем возможность некоторого расхождения результатов, связанную с этим фактом.

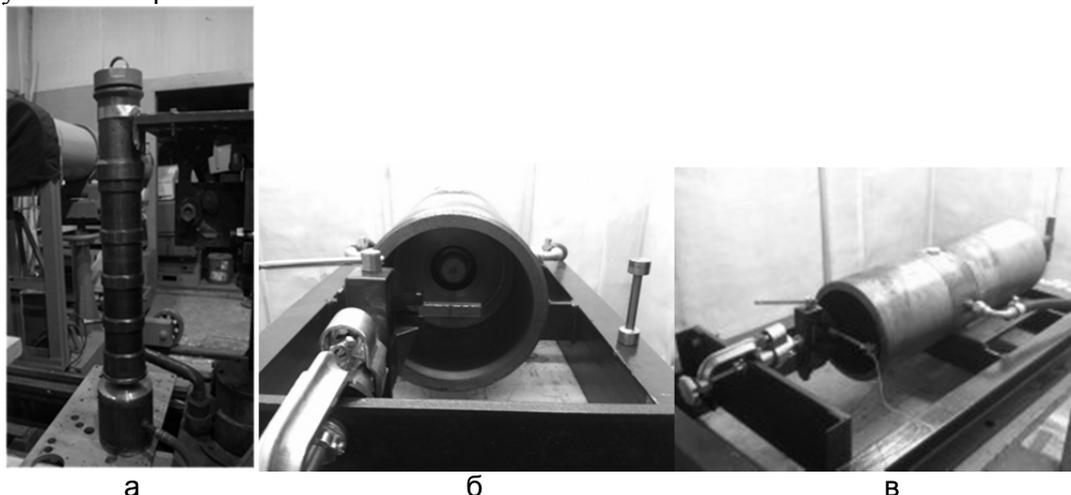


Рис. 1. Газоструйный генератор звука: вертикального типа (а) и горизонтального типа (б, в)

Приведем некоторые результаты первой группы исследователей данной технологии.

Таблица 1. Влияние ТАО на механические свойства и размер зерен технического железа

Обработка материала	Механические свойства		Размер диаметра зерен, мкм	
	$\sigma_{0,2}$ , МПа	НВ, МПа	Крупные	Средние/ мелкие
Исходное состояние	120	600–700	40	12/–
АТАО	230	800–900	15	8/1–3
Исходное состояние+хпд*	230–300	1000–1100	15–18	8–9/0,2–0,5

\*хпд – холодная пластическая деформация

По результатам (табл. 1) видно, что после ТАО увеличивается предел текучести, повышается твердость, уменьшается размер зерен технического железа, в сравнении с исходным состоянием.

Таблица 2. Влияние ТАО на микроструктуру инструментальных сплавов

Обработка материала	Твердость HRC заковки	Режим отпуска	Твердость HRC	$\sigma_{\text{в}}$ , МПа	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\psi$ , %	KCU, Дж/м <sup>2</sup>
Исходное состояние	56	550°C 0,5 ч	33–35	1180	1120	52	70
		550°C 1,5 ч	30–32	1170	1080	56	80
		550°C 1,5 ч	20–23	1020	930	58	115
АТАО	56–58	550°C 0,5 ч	35	1290	1215	56	80
		550°C 1,5 ч	32–34	1200	1140	56	120
		550°C 1,5 ч	30	1060	980	60	120

Как видно из табл. 2 здесь также имеет место уменьшение зерен, идет измельчение карбидной фазы. Показано увеличение твердости по всему сечению образца.

Таблица 3. Влияние ТАО на свойства стали 40X

Режим обработки	Область исследования	Размер, мкм		Микротвердость Н100		
		зерна	Карбидов мелких/крупных	Min	Max	Средняя
СТО	поверхность	6,4	2,73/7,6	642	724	680
АТАО		5,8	2,33/7,1	642	724	680
СТО	середина	6,53	2,6/7,6	572	828	700
АТАО		5,6	1,87/7,27	643	1097	870

Из табл. 3 видно, что применение ТАО после СТО, позволяет незначительно повысить твердость и прочность и в значительной степени увеличить величину ударной вязкости.

С целью подтверждения результатов, полученных первой группой исследователей, а также эффективности этого метода был разработан план экспериментальных исследований.

Первая серия экспериментов была посвящена рассмотрению влияния ТАО на структуру и свойства стали 40X. На текущий момент проведенные эксперименты подтверждают, что для всех режимов термической обработки (закалка высокий отпуск, закалка средний отпуск, закалка низкий отпуск) дополнительная обработка ТАО обеспечивает повышение величины ударной вязкости.

Однако необходимо проведение дополнительных исследований для понимания механизма воздействия ТАО на структуру и свойства металлических сплавов.

## Литература

1. Ерофеев В.К., Воробьева Г.А., Генкин П.Г. Аэротермоакустическая обработка металлов и сплавов // Металлообработка. – 2001. – № 6. – С. 18–22.

2. Ерофеев В.К., Воробьева Г.А. Концептуальная модель влияния аэротермоакустической обработки на свойства металлических материалов // *Металлообработка*. – 2009. – № 3. – С. 31–38.
3. Ерофеев В.К., Воробьева Г.А., Лукьянов Г.А., Генкин П.Г. Влияние аэротермоакустической обработки на свойства литейных и деформируемых алюминиевых сплавов // *Металлообработка*. – 2007. – № 4. – С. 21–25.
4. Ерофеев В.К., Воробьева Г.А. Исследование влияния аэротермоакустической обработки на структуру инструментальных быстрорежущих сталей и сплавов // *Металлообработка*. – 2009. – № 6. – С. 34–40.



**Ильинская Александра Дмитриевна**

Год рождения: 1993

Факультет инфокоммуникационных технологий, кафедра программных систем, группа № 5957

Направление подготовки: 11.04.02 – Программное обеспечение в инфокоммуникациях

e-mail: [copyright123@yandex.ru](mailto:copyright123@yandex.ru)

УДК 330.46

## МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ВЕБ-СЕРВИСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛИЗАЦИИ

А.Д. Ильинская, С.М. Газуль

Научный руководитель – к.т.н., доцент И.В. Ананченко

Приведены рекомендации построения образовательного веб-сервиса при помощи технологий: виртуализация, SOA (service-oriented architecture), Web 2.0. Рассмотрены ситуации, позволяющие получить экономический эффект при проектировании сервисов с использованием данных технологий.

**Ключевые слова:** веб-сервисы, виртуализация, SOA, Web 2.0.

Современное развитие сферы образования происходит под влиянием информационных технологий.

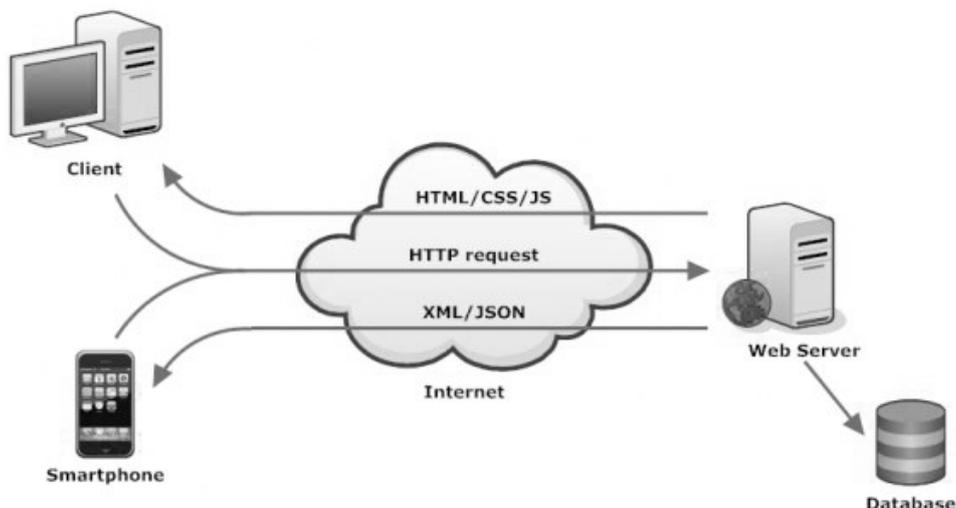


Рис. 1. Типовая архитектура веб-сервиса

Отмечаем преобразование классической цепи <лектор – студент – библиотека – учебник – практикум> в цепь <лектор – информационная технология (для доставки

информации и закрепления знаний) – студент» [1]. Лектором может быть как человек, так и соответствующий ресурс в локальной сети высшего учебного заведения или в сети Интернет [1]. Веб-сервис предоставляет подобную возможность при реализации образовательных ресурсов учебных заведений. Веб-служба, веб-сервис – сетевая технология, обеспечивающая межпрограммное взаимодействие на основе веб-стандартов. Консорциум W3C определяет веб-сервис как программную систему, разработанную для поддержки интероперабельного межкомпьютерного (machine-to-machine) взаимодействия через сеть [2] (рис. 1).

Понимание веб-сервиса как частного случая SOA (service-oriented architecture) несет в себе ряд преимуществ вследствие SOA принципов:

- сокращение издержек при разработке приложений за счет упорядочивания процесса разработки;
- расширение повторного использования кода;
- независимость от используемых платформ, инструментов, языков разработки;
- повышение масштабируемости создаваемых систем;
- улучшение управляемости создаваемых систем.

Как итог, упрощается процесс разработки веб-сервисов, а количество препятствий, которые могли бы возникнуть, уменьшается.

SOA – стремление индустрии программирования к замене «кустарного» кодирования программ «от и до» на «промышленную» сборку приложений из «стандартных комплектующих», как в автомобильной, или других традиционных отраслях промышленности. После перехода на SOA с каждым годом возрастает повторное использование сервисов – 10% в первый год, 20% – во второй, 30% – в третий, что напрямую сказывается на сокращении затрат.

С другой стороны, рассматриваем концепцию Web 2.0. По нашему мнению, такие ресурсы, как Википедия, YouTube, Facebook и другие, созданы в рамках данной концепции, в связи с этим очень важно учитывать принципы построения таких сервисов при проектировании образовательных пользовательских сервисов. Данный подход позволит пользователям (студентам и преподавателям) самим участвовать в развитии веб-сервиса, развивать и дополнять его какой-либо информацией, делиться собственными знаниями, и при этом нет необходимости обращаться напрямую к администратору веб-сервиса.

При реализации таких веб-сервисов рекомендуем учитывать, что использование технологий виртуализации в ряде случаев способствует эффективной работе с IT-инфраструктурой по ряду причин:

- экономия оборудования – нет необходимости закупки большого количества оборудования, потому что имеется возможность развертывания нескольких сервисов на одном сервере;
- сокращение количества администраторов – как следствие, вытекающее из экономии оборудования;
- удобная миграция ресурсов – возможность беспрепятственного переноса ресурсов на другой сервер;
- масштабируемость.

Рассматриваем построение образовательных сервисов с использованием технологий виртуализации одним из удобных путей реализации ряда потребностей современного учебного процесса. Результаты выполненного исследования опубликованы в [1, 3].

В ходе данного исследования удалось выявить наиболее востребованные среди студентов образовательные информационные ресурсы (рис. 2).



Рис. 2. Наиболее востребованные образовательные информационные ресурсы среди студентов [4]

На одном физическом сервере можно разместить сервисы, такие как: студенческий портал, сервер мгновенных сообщений, сайты курсов, корпоративная почта для студентов и преподавателей. При этом данный способ реализации сервисов способствует экономии бюджетных средств, которые в дальнейшем можно потратить на другие нужды учебного заведения.

#### Литература

1. Газуль С.М. Принципы проектирования гибридной информационной системы для поддержки образовательного процесса в высшем учебном заведении // Вестник СПбГЭУ. Серия: Экономика. – 2014. – № 5(72). – С. 58–61.
2. Web Services Architecture // The World Wide Web Consortium [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.w3.org/TR/ws-arch>, своб.
3. Шаповалова И.М., Газуль С.М. Анализ перспективных направлений развития инновационных технологий в области научно-педагогической деятельности // Новая экономика России: наука и образование // Тезисы докладов Всероссийской науч.-практ. конф. – 2014. – С. 314–316.
4. Хоружников С.Э., Зудилова Т.В., Ананченко И.В., Прыгун В.В. Облачные сервисы на современном этапе развития ИТ-технологий // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2013. – № 11(77). – С. 64–77.

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>3</b>
<b>Абушкевич В.Б.</b> Исследование физически корректных систем рендеринга для задач предметной визуализации .....	4
<b>Аксенова О.И.</b> Определение класса корма распознаванием образов, на основе подходов нечеткой логики.....	7
<b>Алейник С.В.</b> Ускорение алгоритма фильтрации Зелинского .....	10
<b>Александрова А.М., Костина Е.Е., Балканский А.А.</b> Сравнительный анализ программного обеспечения для регистрации взгляда пользователя.....	15
<b>Алексиков А.И.</b> Системы охлаждения воздуха на входе в газотурбинные установки .....	18
<b>Алентьева О.С.</b> Исследование влияния температуры экрана на испаряемость гелия в безазотном криостате.....	24
<b>Алушкина Е.В.</b> Проблемы внедрения корпоративных информационных систем в России.....	27
<b>Ананько Е.С., Романова Г.Э.</b> Исследование возможностей абберационной коррекции и разработка методики расчета оптических систем, построенных по схеме объектива Гаусса .....	29
<b>Аргымбаева А.Е., Данилов Н.П.</b> Обоснование разработки технологий новых кисломолочных напитков .....	33
<b>Арефьев Р.А.</b> Модель SOA фреймверка для применения в мультиплатформенной разработке .....	36
<b>Арисов А.М.</b> Анализ принятия решений на основе нечеткой логики .....	38
<b>Афанасьева Н.А.</b> Ресурсосберегающие технологии в производстве кормов функционального назначения .....	39
<b>Ахмедов А.А., Бодейко Н.В.</b> Лидерство в современном корпоративном менеджменте и предпринимательстве .....	41
<b>Барсукова А.А.</b> Проектирование визуально-информационной среды, ориентированной на систематизацию знаний.....	44
<b>Баулина М.А., Силантьева Л.А.</b> Разработка функциональных кисломолочных десертов с пророщенными семенами бобовых культур .....	47
<b>Бекалдиев Л.Л.</b> Стабилизация крутизны пеленгационной характеристики импульсного оптического координатора цели .....	51
<b>Бибииков С.В.</b> Информационно-адаптивный метод обнаружения и классификации приближающегося поезда .....	54
<b>Бойков Д.А.</b> Алгоритм обработки запросов пользователя на естественном языке в интеллектуальных автоматических диалоговых системах.....	57
<b>Бойцева А.А., Павлова Е.А.</b> Особенности проведения фундаментальных и прикладных исследований .....	59
<b>Болгурцев Н.К.</b> Применение пространственного индекса для извлечения объектов из электронных навигационных карт.....	62
<b>Болотнов Ф.В., Бибииков С.В.</b> Исследование полосно-энергетического алгоритма обнаружения виброакустических колебаний приближающегося поезда .....	65
<b>Борбенчук А.С.</b> Приборы для гранулометрического анализа .....	66
<b>Борбенчук А.С.</b> Размерное описание микрочастиц.....	71
<b>Борздая Е.В., Стрижнева О.Н.</b> Разработка пивоподобного напитка на основе пермеата из творожной сыворотки .....	75
<b>Боровицкий А.В.</b> Компенсация перекрестных связей в системе векторного управления позиционным вентильным электроприводом.....	78

<b>Бороздкин С.В.</b> Результаты численного моделирования течения воды в буферном баке чиллера.....	81
<b>Борщевский А.А.</b> Анализ возможности осуществления термокомпенсации в линзовом объективе .....	84
<b>Булгакова Е.В.</b> Оценка надежности автоматических и экспертных методов в рамках решения задачи идентификации диктора по голосу и речи .....	86
<b>Бураков А.В., Сафин А.А.</b> Исследование принципов организации сенсорных сетей в системах мониторинга сооружений защиты от скально-обвальных явлений.....	89
<b>Бутылкина К.Д.</b> Исследование и разработка зеркальных обзорных объективов без промежуточного изображения.....	91
<b>Васильев Н.А., Копылов Д.С., Иванюшин Д.А.</b> Разработка модуля анализа достижений обучения в системе открытого онлайн-обучения «ИТМОcourses».....	96
<b>Вережинская Е.А.</b> Оптико-электронная система предотвращения аварийных ситуаций на железнодорожных переездах .....	98
<b>Волкова Д.А.</b> Оптико-электронная система распознавания дорожных знаков.....	102
<b>Воробьев В.С., Томашевич С.И.</b> Поисковое поведение агента на основе логистического отображения.....	104
<b>Гавриленков А.А.</b> Проектирование SAAS-системы для создания интерактивных обучающих курсов .....	106
<b>Гарайс В.Л., Савченко Г.А.</b> Исследование и разработка технологии аналога алтайского кисломолочного продукта чеген .....	109
<b>Гаршин А.С.</b> Методика расчета объективов, работающих в двух спектральных диапазонах .....	112
<b>Гольденберг Р.Б.</b> Критерии качества требований к программному обеспечению .....	116
<b>Гречишников А.С.</b> Влияние применения ультразвуковых технологий на процесс управления выращивания хлебопекарных дрожжей .....	119
<b>Гринченко И.В., Патрушева О.В.</b> Обоснование минимального расхода воздуха в защитном укрытии .....	121
<b>Гришина Н.Ю.</b> Анализ паразитных изображений в составных призмных структурах ....	124
<b>Гусаров В.Ф.</b> Возможности применения цифровой обработки отображений равносигнальной зоны при удаленном контроле позиционирования рабочих органов строительных машин .....	126
<b>Дебрянская Е.А.</b> Стратегическая роль предприятий атомной энергетики в народном хозяйстве России .....	130
<b>Добрягин Р.В., Калинина О.А.</b> Переработка побочных продуктов мясной отрасли для естественных кормовых угодий.....	133
<b>Домнин В.Г., Бурлов Д.И.</b> Принципы создания короткометражного видеоконтента, распространяющегося через социальные сети .....	138
<b>Дроздов Е.А.</b> Основные принципы проектирования GUI-интерфейса, ориентированного на пользователя .....	141
<b>Дубицкая Е.А., Цуканова О.А.</b> Понятие и сущность коммерциализации результатов научной деятельности.....	143
<b>Евсеев М.С.</b> Анализ и расчет теплопритоков к экранам термобарокамеры .....	146
<b>Егоров Д.И.</b> Исследование и разработка объективов для оптической когерентной томографии .....	148
<b>Егорова Е.С., Лавров А.В.</b> Исследование качества распознавания в рабочем пространстве системы Kinect.....	153
<b>Елизаров Н.М.</b> Проектирование и реализация настраиваемого Web-приложения .....	156
<b>Елистратов В.Д.</b> Исследование цифровых систем управления прецизионными электроприводами для объектов с низкими резонансными частотами .....	158
<b>Ермагамбетова Г.Т.</b> Распознавание изображений в реальном масштабе времени .....	161

<b>Ерусланова А.И.</b> Методика проведения занятий для студентов с ослабленным здоровьем .....	164
<b>Ерусланова А.И.</b> Анализ деятельности инновационно-активных предприятий в реальном секторе экономики .....	167
<b>Ефимова С.В., Чичина Т.В.</b> Технология получения белкового ингредиента со свойствами сорбента микотоксинов на пищевые и кормовые нужды.....	169
<b>Ефимова С.В.</b> Белковый ингредиент из остаточных пивных дрожжей со свойствами сорбента микотоксинов для хлебопекарного производства.....	172
<b>Жебалов В.Г.</b> Направления развития механизмов управления здравоохранением .....	176
<b>Жебалова Е.А.</b> Аутсорсинг в социальной сфере .....	179
<b>Железняков А.С., Компаниец О.В., Лычагина В. А, Широков Р.А.</b> Разработка алгоритма автоматической сегментации изображения сайменной нерпы .....	181
<b>Жигалов К.А.</b> Обзор основных шаблонов развертывания программных систем .....	184
<b>Жигалова С.А.</b> Анализ и исследование SEO-данных .....	186
<b>Жилина В.А.</b> Проблемы перехода на свободное программное обеспечение.....	188
<b>Житков К.Д.</b> Методы защиты от атак, основанных на эмуляции HID-устройств.....	192
<b>Иголкин А.Ф., Вологжанина С.А., Жучков Д.В.</b> Влияние химического состава на структуру и свойства сварных соединений сталей для нефтехимической отрасли .....	194
<b>Загуменнов А.С.</b> Оптико-электронная система контроля размеров гранулированных материалов .....	197
<b>Зайцева А.С., Романова Г.Э.</b> Анализ габаритных соотношений в системе для концентрации лазерного излучения с переменным расстоянием фокусировки .....	199
<b>Захаров Д.С.</b> Статистические методы формирования фонетических транскрипций.....	202
<b>Иванов С.Е.</b> Разработка термостабильного объектива для систем мониторинга.....	204
<b>Иванова Л.Б., Кордий Л.В.</b> Применение социальной мотивации для повышения эффективности деятельности персонала .....	210
<b>Иванько Д.В.</b> Улучшение качества изображений лиц, на основе метода анализа главных компонент .....	213
<b>Иванько Д.В.</b> Исследование алгоритмов распознавания лиц.....	215
<b>Ивашкова К.П., Игнатова Ю.А., Осадчая Т.С.</b> Разработка портфолио студентов кафедры .....	217
<b>Идрисов Д.Р.</b> Использование оздоровительных гимнастических систем при проведении занятий со студентами специальных медицинских групп .....	221
<b>Иголкин А.Ф., Вологжанина С.А., Ильина Е.Е.</b> Оценка влияния режимов термической и термоакустической обработки на величину ударной вязкости сталей 40 и 40Х .....	224
<b>Ильинская А.Д., Газуль С.М.</b> Методика построения образовательного веб-сервиса с использованием технологий виртуализации .....	227

**АЛЬМАНАХ НАУЧНЫХ РАБОТ  
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ УНИВЕРСИТЕТА ИТМО  
Том 1**

В авторской редакции

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Дизайн обложки

Н.А. Потехина

Зав. РИО

Н.Ф. Гусарова

Редактор

Л.Н. Точилина

Лицензия ИД № 00408 от 05.11.99

Подписано к печати 23.11.15

Заказ № 3569

Тираж 100 экз.