

# ВЕСТНИК

**Липецкого государственного технического университета**  
(Вестник ЛГТУ)

№ 3 (33). 2017 г.

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**

---

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-57003.  
Выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций  
(Роскомнадзор) 25.02.2014 г.

ISSN 2304-9235

# ВЕСТНИК

Липецкого государственного технического университета  
(Вестник ЛГТУ)

№ 3 (33). 2017 г.

Научно-технический журнал

Регистрационный номер ПИ № ФС77-57003

**Главный редактор**

доктор технических наук

**Шмырин Анатолий Михайлович**

**Зам. главного редактора**

доктор технических наук, профессор

**Володин Игорь Михайлович**

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, проф. Погодаев А.К. (Россия)  
д-р физ.-мат. наук, проф. Блюмин С.Л. (Россия)  
д-р техн. наук, доц. Гончарова М.А. (Россия)  
д-р техн. наук, проф. Зверев В.В. (Россия)  
д-р экон. наук, проф. Иода Е.В. (Россия)  
д-р техн. наук, проф. Козлов А.М. (Россия)  
д-р техн. наук, проф. Корчагин В.А. (Россия)  
д-р техн. наук, проф. Лебедев С.В. (Россия)  
д-р техн. наук, проф. Мещеряков В.Н. (Россия)  
д-р техн. наук, проф. Михайлов В.В. (Россия)

д-р экон. наук, доц. Московцев В.В. (Россия)  
д-р техн. наук, проф. Мухин Ю.А. (Россия)  
д-р физ.-мат. наук, проф. Пеньков В.Б. (Россия)  
д-р филос. наук, доц. Полякова И.П. (Россия)  
д-р техн. наук, доц. Сараев П.В. (Россия)  
д-р техн. наук, проф. Шкатов В.В. (Россия)  
д-р психол. наук, проф. Чиликин А.Н. (Россия)  
д-р техн. наук, проф. Филоненко Ю.Я. (Россия)  
д-р техн. наук, проф. Михайлов Е. (Болгария)  
д-р техн. наук, проф. Кнапински М. (Польша)

Редакционная коллегия выпуска:

**Математика**

Шпиганович А.Н., д-р техн. наук, проф.  
Мишачев Н.М., канд. физ.-мат. наук, доц.  
Кудинов Ю.И., д-р техн. наук, проф.

**Педагогика и дистанционное образование**

Андронов Н.Б., д-р филос. наук, проф.  
Дячкин О.Д., канд. физ.-мат. наук, доц.  
Мактамкулова Г.А., канд. психол. наук, доц.

**Физика**

Осинин В.Ф., д-р физ.-мат. наук, проф.  
Дождиков В.И., д-р техн. наук, проф.  
Кашченко А.П., канд. физ.-мат. наук, доц.

**Архитектура и строительство**

Скляднев А.И., д-р техн. наук, проф.  
Козомазов В.Н., д-р техн. наук, проф.  
Бабкин В.И., канд. техн. наук, доц.

**Металлургия**

Мазур И.Н., д-р техн. наук, проф.  
Коршиков В.Д., д-р техн. наук, проф.  
Гамов Е.С., д-р техн. наук, проф.

**Общественные науки**

Сауров И.Ф., д-р полит. наук, проф.  
Шляпкинова Е.А., д-р ист. наук, проф.  
Половинкина М.Л., канд. ист. наук, доц.

*Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ.*

Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Ulrich's Periodicals Directory».

---

Учредитель: © ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет».  
Адрес: 398055, Липецк, ул. Московская, 30. E-mail: kaf-vm@stu.lipetsk.ru

## СОДЕРЖАНИЕ

## CONTENTS

### ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

#### NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES

##### МАТЕМАТИКА

##### MATHEMATICS

*СТР.*

- 5 **Седых И.А., Овчинников М.Д.**  
Моделирование мультиагентных систем с помощью сетей Петри

**Sedykh I.A., Ovchinnikov M.D.**  
*Multiagent systems modeling via Petri nets*

- 10 **Кудинов Ю.И., Пашченко Ф.Ф., Келина А.Ю.**  
Схемы нечетких ПИД регуляторов Мамдани

**Kudinov Y.I., Pashchenko F.F., Kelina A.Yu.**  
*Schemes of fuzzy PID Mamdani controllers*

- 18 **Шмырин А.М., Корнеев А.М., Кавыгин В.В., Кузнецов А.Г.**  
Исследование навыко-вычислительных систем с использованием окрестностного подхода

**Shmyrin A.M., Korneev A.M., Kavygin V.V., Kuznetsov A.G.**  
*Investigation of skill-computing systems with the use of the neighborhood approach*

- 22 **Ярославцева В.Я.**  
Оценки решений краевой задачи в нормах Гельдера

**Yaroslavtseva V.Ya.**  
*Estimations of the boundary value problem solutions in Holder norms*

- 26 **Седых И.А., Соловьева Е.В.**  
Параметрическая идентификация дискретных динамических систем с временным лагом

**Sedykh I.A., Solovyova E.V.**  
*Parametric identification of discrete dynamic systems with time lag*

##### ФИЗИКА

##### PHYSICS

- 31 **Сериков В.И., Воронин С.В., Демидова А.А.**  
Моделирование уединенных волн с помощью уравнений Бюргерса и Кортевега-Де Вриза

**Serikov V.I., Voronin S.V., Demidova A.A.**  
*Modelling of solitary waves by means of Burgers equations and equations of Korteweg de Vries*

##### МЕТАЛЛУРГИЯ

##### METALLURGY

- 36 **Польшин А.А., Бельский С.М., Мухин Ю.А.**  
Особенности технологии текстурирования рабочих валков станов холодной прокатки

**Polshin A.A., Belskiy S.M., Mukhin Yu.A.**  
*Peculiarities of the technology of texturing the work rolls of cold rolling mills*

##### АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

##### ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION ENGINEERING

- 40 **Бутузова М.А., Лунева Д.С.**  
Исследование теплозащитных характеристик ограждающих конструкций энергосберегающего административно-бытового здания ООО «Viessmann Липецк»

**Butuzova M.A., Luneva D.S.**  
*Research of heat-shielding characteristics of the enclosing structures of the energy-saving office building of LLC Viessmann Lipetsk*

- 48 **Бутузова М.А., Отрепьева А.А.**  
Система активного энергосбережения с рекуперацией тепла для энергоэффективных зданий  
**Butuzova M.A., Otrepyeva A.A.**  
*The active energy conservation system with heat recovery for energy efficient buildings*
- 58 **Скляднев А.И., Попова Г.Н.**  
Коэффициенты интенсивности напряжений при действии расклинивающих сил для полосы с поперечной трещиной  
**Sklyadnev A.I., Popova G.N.**  
*Stress intensity factors of wedge forces acting on a strip with a transverse crack*

## ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

### HUMANITIES

#### ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

#### SOCIAL SCIENCES

- 63 **Бурлакова Е.В., Качалова С.М.**  
Феномен медиакультуры как фактор социального влияния  
**Burlakova E.V., Kachalova S.M.**  
*The phenomenon of media culture as a factor of social influence*
- 68 **Качалова С.М., Бурлакова Е.В.**  
Влияние креативной идеи на формирование рекламной кампании  
**Kachalova S.M., Burlakova E.V.**  
*The impact of creative ideas on the formation of an advertising campaign*
- 76 **Меньшакова С.А.**  
Роль символов в формировании национальной идентичности. Социально-философский анализ  
**Menshakova S.A.**  
*The role of symbols in building national identity (social-philosophical analysis)*

#### ПЕДАГОГИКА И ДИСТАНЦИОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

#### PEDAGOGICS AND DISTANCE EDUCATION

- 82 **Жуков В.М., Трухачёва Л.А.**  
Динамика изменения физической подготовленности студентов в процессе занятий по физическому воспитанию  
**Zhukov V.M., Truhachjova L.A.**  
*Changes in students' physical fitness in physical education lessons*
- 89 **Щедрина А.С.**  
Динамика изменения физической подготовленности студентов первого года обучения (девушек) в процессе занятий по физическому воспитанию  
**Shchedrina A.S.**  
*Dynamics of change of 1<sup>st</sup> year female students' (girls) physical fitness in physical education lessons*

94

#### АННОТАЦИИ СТАТЕЙ

#### ABSTRACTS

УДК 519.711.2

### МОДЕЛИРОВАНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ СЕТЕЙ ПЕТРИ

Липецкий государственный технический университет

И.А. Седых, М.Д. Овчинников

Даны основные понятия сетей Петри. Рассматривается моделирование мультиагентной системы управления с помощью сетей Петри.

Агент – это сущность, находящаяся в некоторой среде, от которой она получает данные, которые отражают события, происходящие в среде, интерпретирует их и исполняет команды, воздействующие на среду. Агент может содержать программные и аппаратные компоненты. Во множестве направлений искусственного интеллекта большое значение играют исследования под названием «Многоагентные системы». Исследования по интеллектуальным агентам и многоагентным системам объединены в самостоятельный раздел искусственного интеллекта. Мультиагентные системы используются для решения таких сложных задач, как моделирование и построение систем. Далее рассматривается мультиагентная система цементного производства и её построение с помощью сетей Петри.

#### СЕТИ ПЕТРИ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Сетью Петри (СП) называется двудольный ориентированный граф  $N = \langle P, T, * \rangle$ , где  $P = \{p_i\}$ ,  $\Phi = \{\phi_j\}$ , где  $i = 1, \dots, n$ ;  $j = 1, \dots, m$  – конечные непустые множества вершин, называемые позициями и переходами.  $*$  – отношение между вершинами, соответствующее дугам графа. Позиции обозначаются кругами, а переходы – полочками (черточками). Дуги соединяют кружки с черточками и черточки с кружками, но не однотипные вершины между собой [1].

Маркировкой сети Петри называется функция  $\Phi$ , которая каждой позиции ставит в соответствие целое неотрицательное число. Маркировка характеризуется вектором  $\Psi = (\Psi(p_1), \dots, \Psi(p_n))^\Phi$ , где  $n$  – число позиций сети Петри.

Различные маркировки сети Петри характеризуют состояния соответствующей ей динамической системы, причем динамика изменений состояний моделируется движением меток по позициям. Маркировка сети может изменяться при срабатывании ее переходов.

Обычно в сетях Петри считается, что если при одной и той же маркировке возбуждено несколько переходов, то может сработать любой, но только один из них. Это ограничение не является принципиальным и может быть снято.

При применении сетей Петри для целей управления позициям сопоставляют операции (действия), а переходам – условия, при выполнении которых возбужденные переходы

срабатывают, активизируя соответствующие операции. При этом попадание меток в позицию ассоциируется с началом операции, а удаление метки – с её окончанием. При использовании такого предположения считают, что любая операция не может быть повторно начата до её завершения. Для описания таких процессов могут применяться безопасные сети Петри. Безопасные сети – сети, в которых при любой маркировке в каждой позиции не может быть более одной метки.

Так как при любом течении дискретного процесса должна быть возможность его возобновления, а любая из множества заданных операций должна быть выполнена, то сеть Петри в таких случаях является живой. Живая сеть – сеть, которая не должна порождать такие маркировки, для которых другие маркировки недостижимы. Безопасные и живые сети Петри называют правильными.

Основное достоинство сетей Петри состоит в возможности отображения в виде одной компоненты взаимодействия нескольких параллельно-последовательных процессов, а их недостаток заключается в том, что они не описывают в явном виде поведение – динамику смены состояний. В этом смысле сети Петри аналогичны мостиковым контактными схемам, для которых описание их структуры отличается от описания их схемы поведения.

## МУЛЬТИАГЕНТНАЯ СИСТЕМА ЦЕМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ

Рассмотрим мультиагентную систему цементного производства [2-4]. В этой системе каждый отдельно взятый объект рассматривается как интеллектуальный агент. При этом, в свою очередь, они также представляют собой мультиагентные системы и состоят из множества агентов.

Рассмотрим процессы, происходящие в системе цементного производства. В общем виде агент представляется в виде кортежа:

$$A_g = \langle G, S, A, \text{и}, \varphi \rangle,$$

где  $G$  – целевая функция,  $S = \{s_1, s_2, \dots, s_k\}$  – набор параметров состояния,  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_d\}$  – набор действий,  $\text{и}$  – база знаний,  $\varphi$  – оператор. В системе цементного производства определено следующее множество агентов:

$$A_G = \{A_s, A_{sm}, A_{tm}, A_{si}, A_{vp}, A_{sk}, A_{cm}, A_{sc}\},$$

где  $A_s$  – агент склад,  $A_{sm}$  – агент сепараторные мельницы,  $A_{tm}$  – агент трубные мельницы,  $A_{si}$  – агент силос сырьевой муки,  $A_{vp}$  – агент вращающаяся печь,  $A_{sk}$  – агент склад клинкера,  $A_{cm}$  – агент цементные мельницы,  $A_{sc}$  – агент силос цемента.

На рис. 1 можно увидеть сеть, моделирующую взаимодействие агента склад с системой цементного производства:

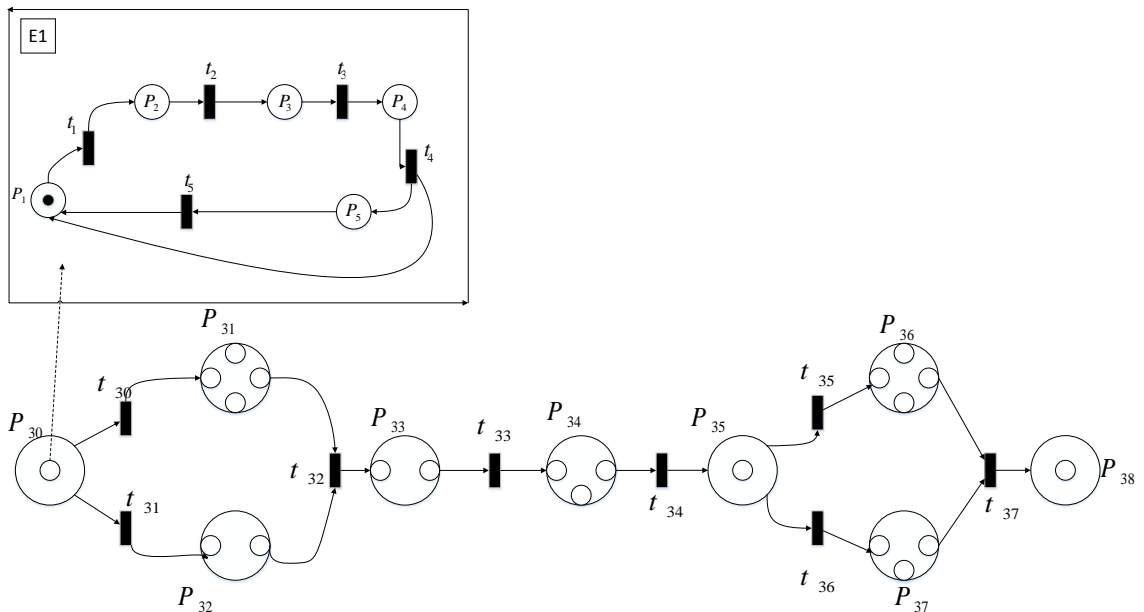


Рис. 1. Система взаимодействия системы цементного производства с агентом - склад

На рис. 1 товар на складе сырья E1 является частью системы цементного производства. Агент товар на складе сырья находится в позиции  $P_{30}$  и может иметь несколько состояний:  $P_1$  – подготовка к упаковке,  $P_2$  – подготовка к погрузке материалов,  $P_3$  – подготовка к разгрузке материала на складе,  $P_4$  – материал находится на складе,  $P_5$  – технический перерыв. В качестве переходов выступают события:  $t_1$  – упаковка материала,  $t_2$  – погрузка материала,  $t_3$  – разгрузочный процесс,  $t_4$  – материал находится на складе,  $t_5$  – технический перерыв окончен.

Количество маркеров, находящихся в каждом состоянии сети Петри, моделирующей систему цементного производства, соответствует количеству агентов.

Переходы  $t_{30}$  и  $t_{31}$  отвечают за отправку материала по агентам мельницам, состояния которых –  $P_{31}$  и  $P_{32}$ . Рассмотрим подробно сети  $P_{31}$  и  $P_{32}$ . На рис. 2 показана сеть взаимодействия агента сепараторная мельница  $P_{31}$ :

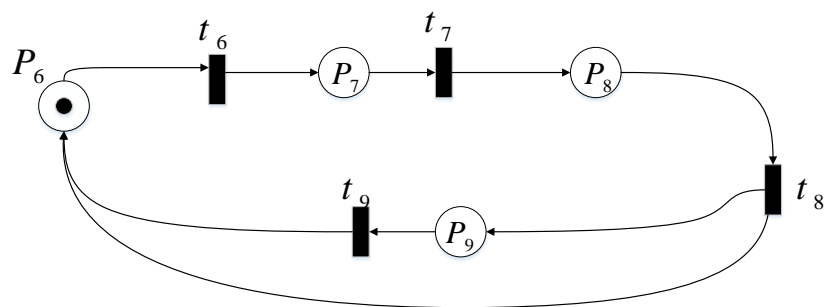


Рис. 2. Агент сепараторная мельница

Этот агент может находится в нескольких состояниях:  $P_6$  – ожидание распределения по мельницам,  $P_7$  – подготовка к обработке,  $P_8$  – обработка в мельнице закончена,  $P_9$  – технический перерыв. В качестве переходов выступают следующие события:  $t_6$  – распределение по мельницам,  $t_7$  – обработка материала,  $t_8$  – распределение и отсеивание,  $t_9$  – технический перерыв окончен.

На рис. 3 показана сеть взаимодействия агента трубные мельницы:

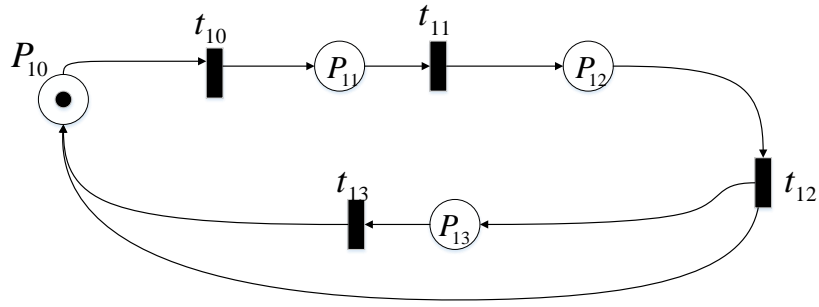


Рис. 3. Агент трубная мельница

Этот агент может находиться в следующих состояниях:  $P_{10}$  – ожидание распределения по мельницам,  $P_{11}$  – подготовка к обработке,  $P_{12}$  – обработка в мельнице закончена,  $P_{13}$  – технический перерыв. В качестве переходов выступают следующие события:  $t_{10}$  – распределение по мельницам,  $t_{11}$  – обработка материала,  $t_{12}$  – распределение и отсеивание,  $t_{13}$  – технический перерыв окончен.

Переход  $t_{32}$ , связанный с позициями  $P_{31}$  и  $P_{32}$ , отвечает за распределение сырья в силос сырьевой муки  $P_{33}$ . Рассмотрим подробно систему агента-силос сырьевой муки. На рис. 4 показана сеть взаимодействия агента-силос сырьевой муки:

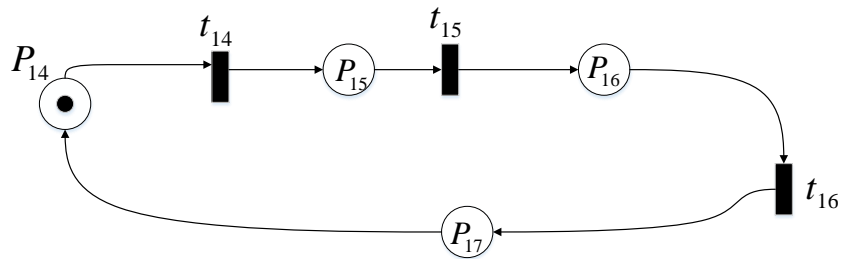


Рис. 4. Агент силос сырьевой муки

Данный агент может находиться в следующих состояниях:  $P_{14}$  – получение сырьевой муки,  $P_{15}$  – обработка сырьевой муки,  $P_{16}$  – сырьевая мука отобрана,  $P_{17}$  – сырьевая мука распределена. В качестве переходов выступают следующие события:  $t_{14}$  – выборка сырьевой муки,  $t_{15}$  – отбор сырьевой муки,  $t_{16}$  – подготовка распределения сырьевой муки по печам.

Переход  $t_{33}$  является транспортировкой готовой сырьевой муки по печам, которые являются позицией  $P_{34}$ . Рассмотрим подробнее систему агента-вращающаяся печь  $P_{34}$ .

На рис. 5 показана сеть взаимодействия агента-вращающаяся печь:

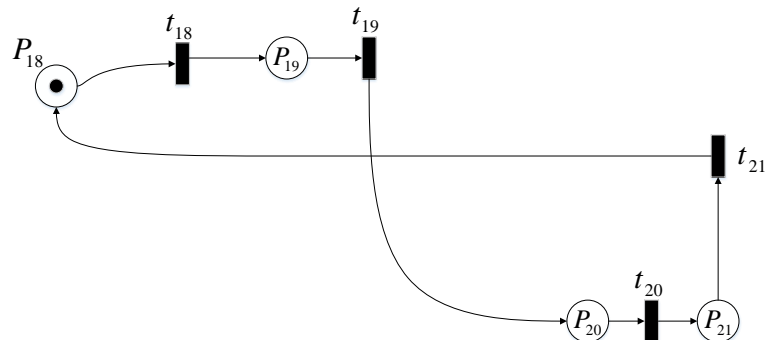


Рис. 5. Агент вращающаяся печь



Этот агент может находиться в следующих состояниях:  $P_{18}$  – сырьевая мука готова к обработке,  $P_{19}$  – печи подготовлены,  $P_{20}$  – процесс обработки,  $P_{21}$  – клинкер готов. В качестве переходов выступают следующие события:  $t_{18}$  – подготовка печей для обработки,  $t_{19}$  – начало процесса обработки,  $t_{20}$  – завершение процесса обработки,  $t_{21}$  – подготовка к транспортировке.

Переходом  $t_{34}$  является транспортировка готового клинкера на склад, который является позицией  $P_{35}$ . Рассмотрим подробнее систему агентасклад клинкера.

На рис. 6 показана сеть взаимодействия агентасклад клинкера:

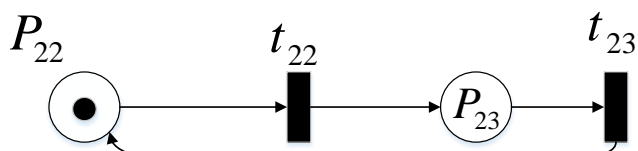


Рис. 6. Агент склад клинкера

Этот агент может находиться в следующих состояниях:  $P_{22}$  – клинкер готов к распределению,  $P_{23}$  – подготовка завершена. В качестве переходов выступают следующие события:  $t_{22}$  – подготовка к распределению,  $t_{23}$  – подготовка к отправке.

Переходами  $t_{35}$  и  $t_{36}$  является отправка готового клинкера на цементные мельницы, состояния которых  $P_{36}$  и  $P_{37}$ . Рассмотрим подробнее механизм состояний  $P_{36}$  и  $P_{37}$ .

На рис. 7 показана сеть взаимодействия агентацементные мельницы:

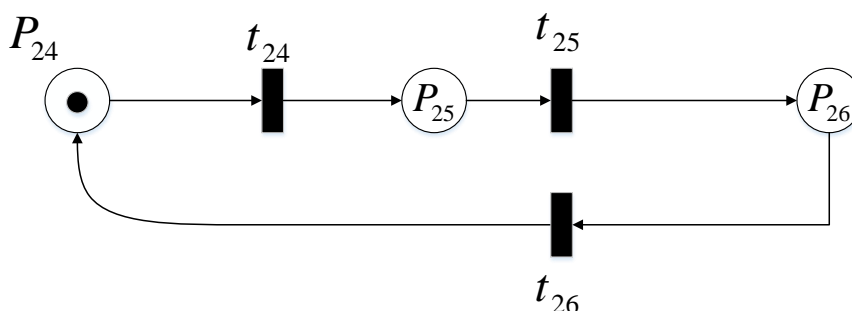


Рис. 7. Агент цементные мельницы

Этот агент может находиться в следующих состояниях:  $P_{24}$  – распределение клинкера для обработки,  $P_{25}$  – обработка,  $P_{26}$  – готовый продукт. В качестве переходов выступают следующие события:  $t_{24}$  – подготовка к обработке,  $t_{25}$  – завершение обработки,  $t_{26}$  – подготовка к распределению.

Цемент распределяется в переходе  $t_{37}$  по силосам готового продукта в позицию  $P_{38}$ .

Набор параметров объектов  $S = \{s_1, s_2, \dots, s_{38}\}$  определяет набор состояний сети Петри  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_{38}\}$ , а набор действий агента  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_{37}\}$  соответствует набору переходов  $T = \{t_1, t_2, \dots, t_{37}\}$ .

Таким образом, в работе показаны мультиагентные системы, их практическое применение с помощью сетей Петри. Изложены основные понятия сетей Петри. Смоделирована мультиагентная система цементного производства с помощью сетей Петри.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ломазова, И.А. Вложенные сети Петри и моделирование распределенных систем [Текст] / И.А. Ломазова. – Москва: Наука. Физматлит, 2004. – С. 337–352.
2. Седых, И.А. Применение раскрашенных временных сетей Петри для моделирования цементного производства [Текст] / И.А. Седых, Е.С. Анискин // Вестник Донского государственного технического университета. – Ростов-на-Дону, 2016. – №4(87). – С. 140-145.
3. Седых, И.А. Моделирование цементного производства на основе систем массового обслуживания с использованием GPSS [Текст] / И.А. Седых, Н.В. Стеганцев // Вестник Липецкого государственного технического университета. – №3 (29), 2016. – С. 28-33.
4. Седых, И.А. Моделирование цементного производства на основе раскрашенных временных сетей Петри [Текст] / И.А. Седых, Е.С. Анискин // Сб. тезисов докладов науч. конф. студентов и аспирантов Липецкого государственного технического университета: В 2-х ч. Ч.1. – Липецк: Изд-во Липецкий государственный технический университет, 2016. – С. 345-348.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №16-07-00-854).

Ключевые слова: мультиагентная сеть, агент, моделирование, сеть Петри.

Сведения об авторах:

Седых Ирина Александровна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики Липецкого государственного технического университета.

Овчинников Михаил Дмитриевич, студент группы САУ-14-1 кафедры высшей математики Липецкого государственного технического университета.

E-mail: kaf-vm@stu.lipetsk.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК 658.012.011.56

## СХЕМЫ НЕЧЕТКИХ ПИД РЕГУЛЯТОРОВ МАМДАНИ

Липецкий государственный технический университет

Ю.И. Кудинов, Ф.Ф. Пашенко, А.Ю. Келина

Рассматриваются основные схемы нечетких ПИД регуляторов Мамдани, которые классифицируются по числу входных переменных и по числу баз продукционных управляющих правил.

Первый нечеткий регулятор, разработанный известным специалистом в области нечетких множеств Мамдани для управления паровой машиной, содержал операции фаификации и дефаификации, механизм вывода и продукционные правила с нечеткими множествами в левых и правых частях и именовался обобщенным регулятором Мамдани.

Нечеткие пропорционально-интегрально-дифференциальные (ПИД) регуляторы Мамдани в отличие от обобщенных регуляторов реализуют П, ПД, ПИ и ПИД законы регулирования и имеют гораздо большее количество схем и элементов настройки, чем линейные ПИД регуляторы.

В настоящей работе дается краткий обзор основных схем нечетких ПИД регуляторов Мамдани.

Нечеткие ПИД регуляторы Мамдани различаются количеством входных переменных (не более трех), взаимодействием (совместным, параллельным и комбинированным) сочетаний (ПИ, ПД, П, И, Д) составляющих. Теперь для каждой структуры нечеткого ПИД регулятора или позиции из табл. приведем рабочую схему, уравнение нечеткого регулятора и базы правил, необходимые для определения настроечных элементов.

Таблица

Структуры нечетких ПИД регуляторов

Позиция	Количество входов	Тип	Источник
	Один вход:		
1	$e$	П	[1]
2	$e$	И	[2]
3	$e$	ПИД	[3]
4	$e$	П+И+Д	[3]
	Два входа:		
5	$e, \Delta e$	ПИ	[4]
6	$e, \Delta e$	ПД	[5]
7	$e, \Delta e$	ПИД	[6]
8	$e, \Delta e$	П+И+Д	[7]
	Три входа:		
9	$e, \Delta e, \Delta^2 e$	ПИД	[8]
10	$e, \Delta e, \Delta^2 e$	П+И+Д	[9]
11	$e, \Delta e, \Delta y$	ПИ-Д	[10]

### 1. Схемы нечетких регуляторов с одним входом

Схема нечеткого П регулятора (позиция 1 из табл.) приводится на рис. 1. Здесь и далее тип нечеткого регулятора будет определять набор из прописных букв, соответствующих закону регулирования (П, И, ПИ, ПД и ПИД), и двух цифр, разделенных точкой и задающих количество входных переменных (первая цифра) и количество баз правил (вторая цифра), соответственно. Например, нечеткий пропорциональный регулятор с одним входом и одной базой правил, изображенный на рис. 1, имеет тип П1.1. Опираясь на методику, изложенную в работе [11], получим выражение нечеткого П регулятора

$$u_{\Pi}(k) = K_u \tilde{f}_{\Pi}(\hat{e}(k)), \quad (1)$$

описывающее схему на рис. 1 и использующее базу правил

$$R_{\Pi}^{\theta}: \text{если } \hat{e}(k) \text{ есть } E_{\Pi}^{\theta}, \text{ то } u_{\Pi} \text{ есть } U_{\Pi}^{\theta}, \quad \theta = \overline{1, q_{\Pi}}, \quad (2)$$

где  $\hat{e}(k) = [-1, 1]$  – нормированная с помощью коэффициента нормализации  $K_e$  ошибка регулирования;  $\tilde{f}_{\Pi}$  – нечеткий оператор П регулятора, содержащий операции фазификации, нечеткого вывода и дефазификации;  $E_{\Pi}^{\theta}, U_{\Pi}^{\theta}$  – нечеткие множества, характеризующие величину ошибки и управления.  $K_u$  – коэффициент денормализации, переводящий нормированное значение управления  $\hat{u}_{\Pi}$  в естественное  $u$ .

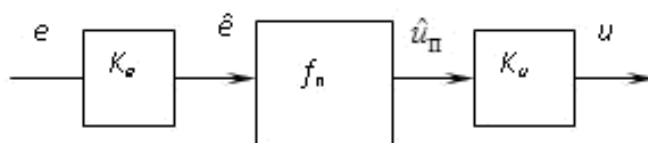


Рис. 1. Схема нечеткого П регулятора (П1.1)

Нечеткий И регулятор (позиция 2) имеет схему, изображенную на рис. 2. Выход  $u$  определяют действующие последовательно операции умножения на коэффициент  $K_u$  и

суммирования  $u(k) = \Delta u(k) + u(k - 1)$ . Следуя той же методике, сначала определим инкрементный выход

$$\Delta u(k) = K_u \tilde{f}_u(\hat{e}(k)) \quad (3)$$

с использованием базы правил

$$R_u^\theta: \text{если } \hat{e}(k) \text{ есть } E_u^\theta, \text{ то } \Delta u(k) \text{ есть } \Delta U_u^\theta, \theta = \overline{1, q_u}, \quad (4)$$

а затем и абсолютный выход нечеткого И регулятора

$$u(k) = \Delta u(k) + u(k - 1). \quad (5)$$

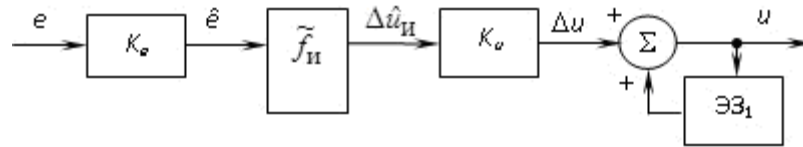


Рис. 2. Схема нечеткого И регулятора (И1.1)

Нечеткому ПИД регулятору с одним входом и одной базой правил (позиция 3) соответствует схема на рис. 3.

В первом блоке обычный входной сигнал  $e(k)$  преобразуется в нормализованный  $\hat{e}(k) \in [-1, 1]$  согласно соотношению

$$\hat{e}(k) = \begin{cases} 1, & \text{если } K_e e(k) > 1, \\ K_e e(k), & \text{если } |K_e e(k)| \leq 1, \\ -1, & \text{если } K_e e(k) < -1, \end{cases} \quad (6)$$

в котором коэффициент  $K_e$  вычисляется как

$$K_e = \left| 1 / (y^0(0) - y(0)) \right| = |1/e(0)|,$$

где  $y^0(0)$  и  $y(0)$  – задание и выход регулятора в момент  $k = 0$  ( $y^0(0) - y(0) \neq 0$ ).

Второй блок - нечеткий П оператор, определяющий управление

$$\hat{u}_p(k) = \tilde{f}_p(\hat{e}(k)),$$

и содержащий одну базу правил

$$R_p^\theta: \text{если } \hat{e}(k) \text{ есть } E_p^\theta, \text{ то } \hat{u}_p(k) \text{ есть } U_p^\theta, \quad (7)$$

где  $\hat{e}, \hat{u}_p, \hat{u}_n \in [-1, 1]$ , и  $\theta = \overline{1, q_p}$ .

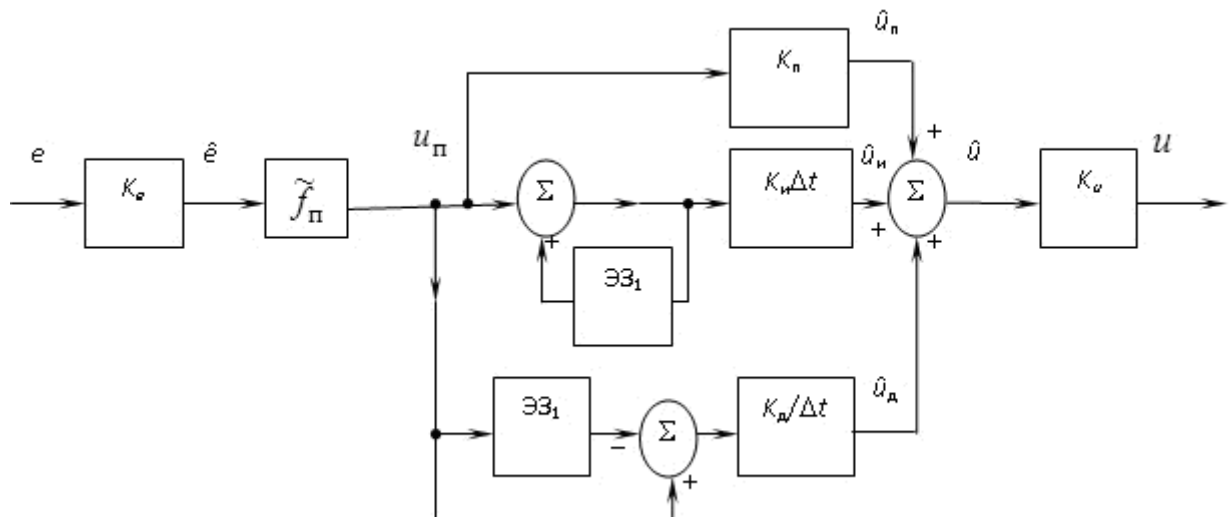


Рис. 3. Схема нечеткого ПИД регулятора с одним входом и одной базой правил (ПИД1.1)

По аналогии можно составить и добавить интегральную  $\hat{u}_i(k)$  и дифференциальную  $\hat{u}_d(k)$  составляющие, которые образуют уравнение нечеткого ПИД регулятора:

$$u(k) = K_u [K_{\Pi} \hat{u}_{\Pi}(k) + K_{\text{И}} \sum_{i=0}^k \hat{u}_{\Pi}(i) \Delta t + K_{\text{Д}} (\hat{u}_{\Pi}(k) - \hat{u}_{\Pi}(k-1)) / \Delta t]. \quad (8)$$

В блоке  $K_u$  осуществляется денормализация выхода  $\hat{u}$  с ограничением

$$u(k) = \begin{cases} u_{\max}, & \text{если } K_u \hat{u}_{\Pi}(k) \geq u_{\max}, \\ K_u \hat{u}_{\Pi}(k), & \text{если } u_{\min} < K_u \hat{u}_{\Pi}(k) < u_{\max}, \\ u_{\min}, & \text{если } K_u \hat{u}_{\Pi}(k) \leq u_{\min}, \end{cases} \quad (9)$$

где  $K_u$  – коэффициент денормализации,  $0 < K_u \leq \max\{|u_{\min}|, |u_{\max}|\}$ ;  $u_{\max}$ ,  $u_{\min}$  – максимальное и минимальное допустимые значения выхода регулятора.

Нечеткому П+И+Д регулятору с одним входом и тремя базами (позиция 4) соответствует схема на рис. 4, которая содержит коэффициент нормализации  $K_e$ , удовлетворяющий ограничению (9).

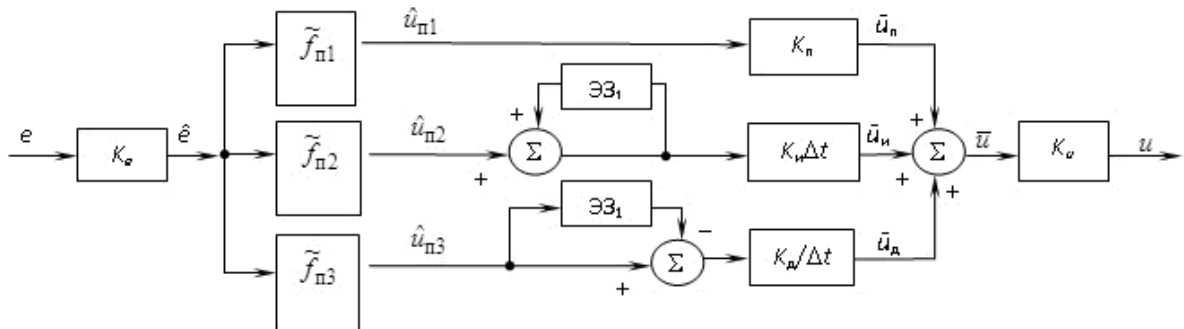


Рис. 4. Схема нечеткого ПИД регулятора с одним входом и тремя базами правил (ПИД1.3)

Три нечетких параллельных оператора  $\tilde{f}_{\text{п}1}$ ,  $\tilde{f}_{\text{п}2}$ ,  $\tilde{f}_{\text{п}3}$  реализуют три разновидности нечеткого П регулятора:

$$\hat{u}_{\text{п}j}(k) = \tilde{f}_{\text{п}j}(\hat{e}(k)), j = 1, 2, 3,$$

и содержат три базы правил

$$R_{\text{п}j}^{\theta} : \text{если } \hat{e}(k) \text{ есть } E_{\text{п}j}^{\theta}, \text{ то } \hat{u}_{\text{п}j} \text{ есть } U_{\text{п}j}^{\theta}, j = 1, 2, 3, \theta = \overline{1, q_{\text{п}j}}. \quad (10)$$

Здесь также сформированы пропорциональная  $u_{\text{п}}(k)$ , интегральная  $u_{\text{И}}(k)$  и дифференциальная  $u_{\text{Д}}(k)$  части, вырабатывающие ПИД воздействие  $u(k)$ , по уравнению

$$u(k) = K_u \hat{u}(k) = K_u [K_{\Pi} \hat{u}_{\text{п}1}(k) + K_{\text{И}} \Delta t \sum_{i=0}^k \hat{u}_{\text{п}2}(i) + K_{\text{Д}} / \Delta t (\hat{u}_{\text{п}3}(k) - \hat{u}_{\text{п}3}(k-1))]. \quad (11)$$

## 2. Схемы нечетких регуляторов с двумя входами

Схема нечеткого ПИ регулятора с двумя входами и одной базой данных (позиция 5) изображена на рис. 5. Две переменные  $e(k)$  и  $\Delta e(k) = (e(k) - e(k-1)) / \Delta t$  после умножения на коэффициенты нормализации  $K_e$  и  $K_{\Delta e}$  нечетким ПИ оператором  $\tilde{f}_{\text{ПИ}}$  преобразуются в инкрементное управление

$$\Delta \hat{u}_{\text{ПИ}}(k) = \tilde{f}_{\text{ПИ}}(\hat{e}(k), \Delta \hat{e}(k)),$$

которое выводится из базы правил

$$R_{\text{ПИ}}^{\theta} : \text{если } \hat{e}(k) \text{ есть } E_{\text{ПИ}}^{\theta}, \Delta \hat{e}(k) \text{ есть } \Delta E_{\text{ПИ}}^{\theta}, \text{ то } \Delta u_{\text{ПИ}} \text{ есть } U_{\text{ПИ}}^{\theta}, \theta = \overline{1, q_{\text{ПИ}}} \quad (12)$$

и рассчитывается в виде суммы

$$u(k) = K_u \sum_{i=1}^k \Delta \hat{u}_{\text{ПИ}}(i). \quad (13)$$

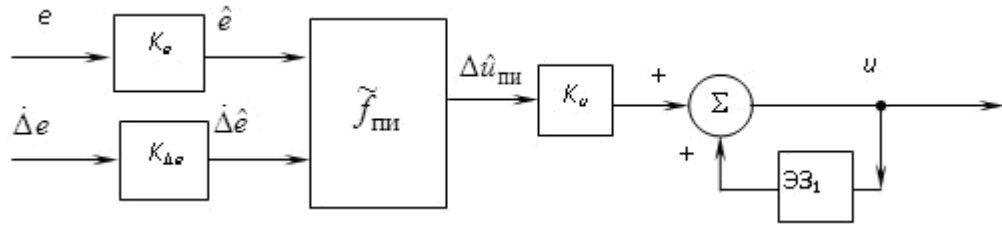


Рис. 5. Схема нечеткого ПИ регулятора с двумя входами и одной базой правил (ПИ2.1)

Соответствующая позиции 6 схема нечеткого ПД регулятора изображена на рис. 6.

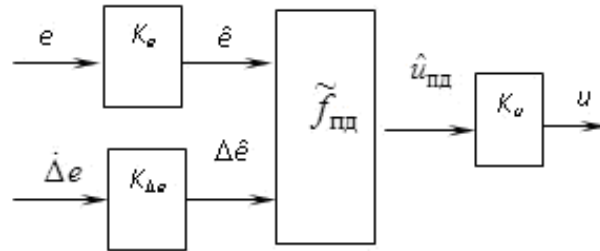


Рис. 6. Схема нечеткого ПД регулятора с двумя входами и одной базой правил (ПД2.1)

По аналогии с нечетким ПИ регулятором записываем нечеткий оператор

$$\hat{u}_{\text{пд}}(k) = \tilde{f}_{\text{пд}}(\hat{e}(k), \Delta\hat{e}(k)),$$

содержащий базу управляющих правил

$$R_{\text{пд}}^{\theta} : \text{если } \hat{e}(k) \text{ есть } E_{\text{пд}}^{\theta}, \text{ то } \Delta\hat{e}(k) \text{ есть } \Delta E_{\text{пд}}^{\theta}, u_{\text{пд}} \text{ есть } U_{\text{пд}}^{\theta}, \theta = \overline{1, q_{\text{пд}}}. \quad (14)$$

Выход  $u$  - это результат умножения нормализованного выхода  $\hat{u}_{\text{пд}}(k)$  на коэффициент денормализации  $K_u$

$$u = K_u \hat{u}_{\text{пд}}(k). \quad (15)$$

Нечеткому ПИД регулятору (позиция 7) соответствует схема на рис. 7.

Первые три блока образуют нечеткий ПД оператор

$$\hat{u}_{\text{пд}}(k) = \tilde{f}_{\text{пд}}(\hat{e}(k), \Delta\hat{e}(k)),$$

содержащий базу правил

$$R_{\text{пд}}^{\theta} : \text{если } \hat{e}(k) \text{ есть } E_{\text{пд}}^{\theta}, \Delta\hat{e}(k) \text{ есть } \Delta E_{\text{пд}}^{\theta}, \text{ то } \hat{u}_{\text{пд}} \text{ есть } U_{\text{пд}}^{\theta}, \theta = \overline{1, q_{\text{пд}}}. \quad (16)$$

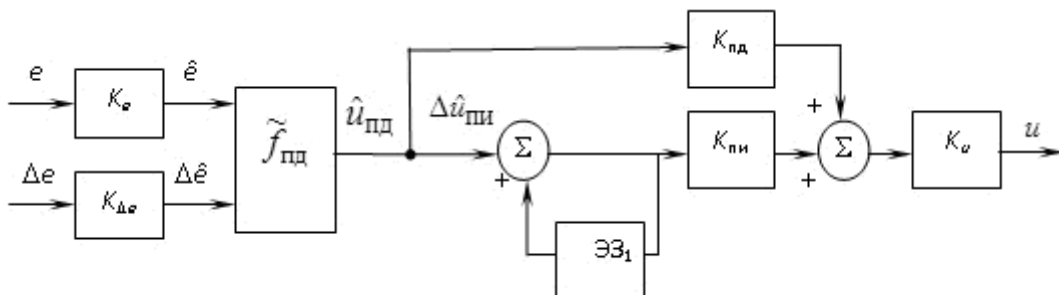


Рис. 7. Схема нечеткого ПИД регулятора с двумя входами и одной базой правил (ПИД2.1)

Сумма пропорционально–дифференциальной  $K_{\text{пд}} \hat{u}_{\text{пд}}(k)$  и пропорционально–интегральной  $K_{\text{пи}} \sum_{i=0}^k \hat{u}_{\text{пд}}(i)$  составляющих, умноженная на  $K_u$ , равна управляющей переменной  $u(k)$

$$u(k) = K_u [K_{пд} \hat{u}_{пд}(k) + K_{пи} \sum_{i=0}^k \hat{u}_{пд}(i)]. \quad (17)$$

Структуре нечеткого ПИД регулятора с двумя входами и тремя базами правил (поз.8) соответствует схема на рис. 8.

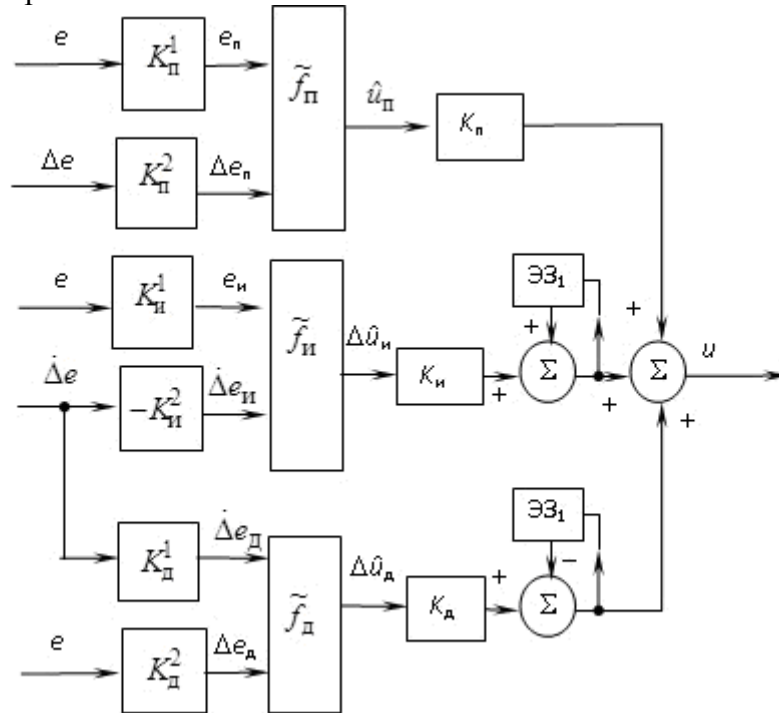


Рис. 8. Схема нечеткого ПИД регулятора с двумя входами и тремя базами правил (ПИД2.3)

Для этой схемы можно записать три параллельных нечетких оператора

$$\begin{aligned} \hat{u}_п(k) &= \tilde{f}_п(e_п(k), \Delta e_п(k)), \\ \Delta \hat{u}_и(k) &= \tilde{f}_и(e_и(k), \dot{\Delta} e_и(k)), \\ \Delta \hat{u}_д(k) &= \tilde{f}_д(e_д(k), \dot{\Delta} e_д(k)), \end{aligned}$$

содержащих три базы правил

$$\begin{aligned} R_п^\theta &: \text{если } e_п(k) \text{ есть } E_п^\theta, \Delta e_п(k) \text{ есть } \Delta E_п^\theta, \text{ то } u_п \text{ есть } U_п^\theta, \theta = \overline{1, q_п}; \\ R_и^\theta &: \text{если } e_и(k) \text{ есть } E_и^\theta, \dot{\Delta} e_и(k) \text{ есть } \Delta E_и^\theta, \text{ то } \Delta u_и \text{ есть } \Delta U_и^\theta, \theta = \overline{1, q_и}; \\ R_д^\theta &: \text{если } e_д(k) \text{ есть } E_д^\theta, \dot{\Delta} e_д(k) \text{ есть } \Delta E_д^\theta, \text{ то } \Delta u_д \text{ есть } \Delta U_д^\theta, \theta = \overline{1, q_д}. \end{aligned} \quad (18)$$

Сумма пропорциональной  $K_п \hat{u}_п$ , интегральной  $K_и \sum_{i=0}^k \Delta \hat{u}_и(i)$  и дифференциальной  $K_д \Delta \hat{u}_д(k-1) - \hat{u}_д(k-1)$  составляющих равна

$$u(k) = K_п \hat{u}_п(k) + K_и \sum_{i=0}^k \Delta \hat{u}_и(i) + K_д \Delta \hat{u}_д(k-1) - \hat{u}_д(k-1). \quad (19)$$

### 3. Схемы нечетких регуляторов с тремя входами

Структуре нечеткого ПИД регулятора с тремя входами и одной базой правил (позиция 9 табл.) соответствует схема на рис. 9, которая содержит коэффициенты нормализации  $K_e$ ,  $K_{\Delta e}$ ,  $K_{\Delta^2 e}$  и нечеткий ПИД оператор

$$\Delta \hat{u}_{пид}(k) = \tilde{f}_{пид}(\hat{e}(k), \Delta \hat{e}(k), \Delta^2 \hat{e}(k)),$$

с базой правил

$$R_{\text{пид}}^{\theta} : \text{если } \hat{e}(k) \text{ есть } E_{\text{пид}}^{\theta}, \Delta \hat{e}(k) \text{ есть } \Delta E_{\text{пид}}^{\theta}, \Delta^2 \hat{e}(k) \text{ есть } \Delta^2 E_{\text{пид}}^{\theta},$$

$$\text{то } u_{\text{пид}}(k) \text{ есть } U_{\text{пид}}^{\theta}, \quad \theta = \overline{1, q_{\text{пид}}}. \quad (20)$$

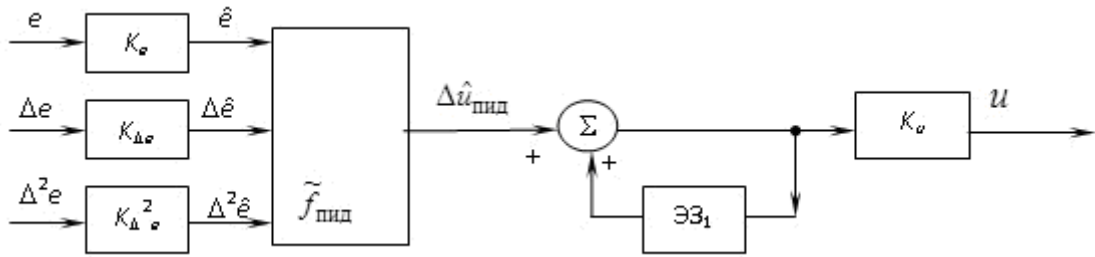


Рис. 9. Схема нечеткого ПИД регулятора с тремя входами и одной базой правил (ПИДЗ.1)

Функция  $S_{\text{пид}}$  - это умножение выхода  $\Delta \hat{u}_{\text{пид}}$  на коэффициент денормализации  $K_u$  и вычисление суммы

$$u = K_u \sum_{i=1}^k \Delta \hat{u}_{\text{пид}}(i). \quad (21)$$

Этот регулятор использует в качестве третьего входа ускорение ошибки  $\Delta^2 e(k) = \Delta e(k) - \Delta e(k-1)$ .

Нечеткий П+И+Д регулятор (позиция 10) и соответствующая схема на рис. 10 содержат коэффициенты нормализации  $K_{\Delta e}$  параллельные нечеткие операторы

$$\Delta \hat{u}_n(k) = \tilde{f}_n(\hat{e}(k)),$$

$$\Delta \hat{u}_p(k) = \tilde{f}_p(\Delta \hat{e}(k)),$$

$$\Delta \hat{u}_d(k) = \tilde{f}_d(\Delta^2 \hat{e}(k))$$

с отдельными по каждой входной переменной базами правил

$$R_n^{\theta} : \text{если } \hat{e}(k) \text{ есть } E_n^{\theta}, \text{ то } \Delta u_n \text{ есть } \Delta U_n^{\theta}, \theta = \overline{1, q_n},$$

$$R_p^{\theta} : \text{если } \Delta \hat{e}(k) \text{ есть } \Delta E_p^{\theta}, \text{ то } \Delta u_p \text{ есть } \Delta U_p^{\theta}, \theta = \overline{1, q_p}, \quad (22)$$

$$R_d^{\theta} : \text{если } \Delta^2 \hat{e}(k) \text{ есть } \Delta^2 E_d^{\theta}, \text{ то } \Delta u_d \text{ есть } \Delta U_d^{\theta}, \theta = \overline{1, q_d}.$$

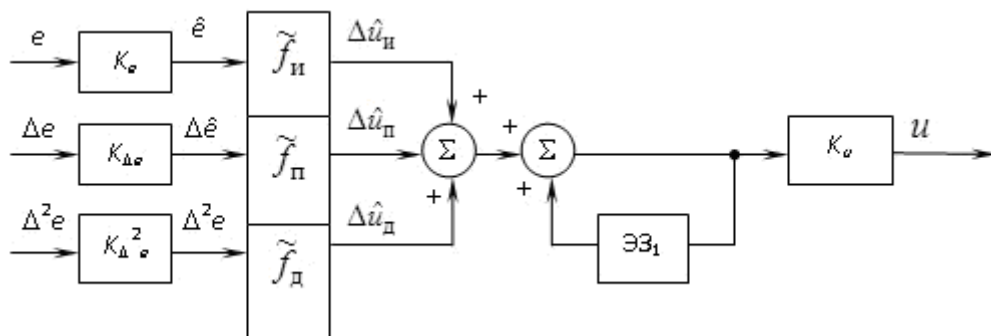


Рис. 10. Схема нечеткого П+И+Д-регулятора с тремя входами и тремя базами правил (ПИДЗ.3)

В этом случае имеем три совокупности правил для каждой входной переменной. Нечеткий вывод осуществляется для каждой группы правил для нахождения  $\Delta \hat{u}_n$ ,  $\Delta \hat{u}_p$  и  $\Delta \hat{u}_d$ . Соотношение для вычисления конечной величины управляющего воздействия определяется как

$$u(k) = K_u \sum_{i=0}^k (\Delta \hat{u}_p(i) + \Delta \hat{u}_n(i) + \Delta \hat{u}_d(i)). \quad (23)$$



Схема нечеткого комбинированного ПИ-Д регулятора (позиция 11) с тремя входами и двумя базами правил изображена на рис. 11.

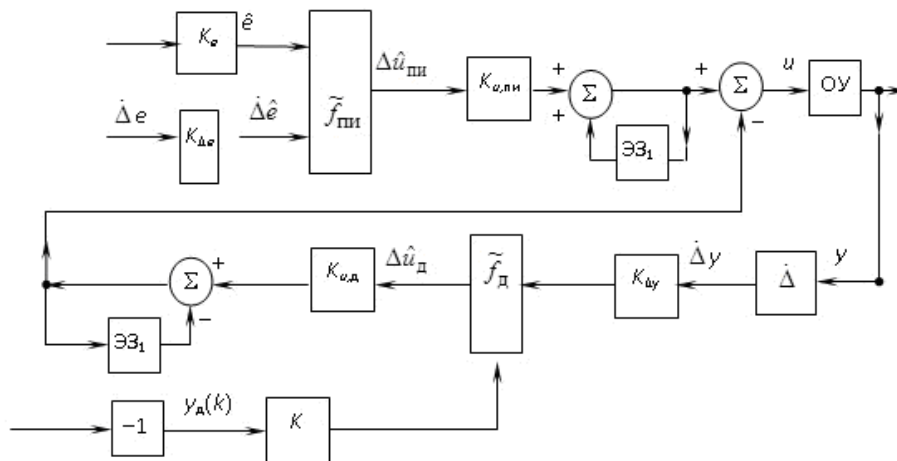


Рис. 11. Схема нечеткого ПИ-Д регулятора с тремя входами и двумя базами правил (ПИ-ДЗ.2)

Схема нечеткого ПИ-Д регулятора содержит три входа  $\hat{e}$ ,  $\dot{\hat{e}}$  и  $\dot{\Delta}y$  и два нечетких оператора

$$\Delta \hat{u}_{\text{пи}}(k) = \tilde{f}_{\text{пи}}(\hat{e}(k), \dot{\hat{e}}(k)),$$

$$\Delta \hat{u}_{\text{д}}(k) = \tilde{f}_{\text{д}}(\dot{\Delta}y(k), -\hat{y}_{\text{д}}(k))$$

с базами правил

$$R_{\text{пи}}^{\theta}: \text{если } \hat{e}(k) \text{ есть } E^{\theta}, \dot{\hat{e}}(k) \text{ есть } \dot{\Delta}E^{\theta}, \text{ то } \Delta u_{\text{пи}}(k) \text{ есть } \Delta U_{\text{пи}}^{\theta}, \theta = \overline{1, q_{\text{пи}}} \quad (24)$$

$$R_{\text{д}}^{\theta}: \text{если } \dot{\Delta}y(k) \text{ есть } \dot{\Delta}Y^{\theta}, \hat{y}_{\text{д}}(k) \text{ есть } Y_{\text{д}}, \text{ то } \Delta \hat{u}_{\text{д}}(k) \text{ есть } \Delta U_{\text{д}}^{\theta}, \theta = \overline{1, q_{\text{д}}}, \quad (25)$$

$$\dot{\Delta}y(k) = K_{\Delta y} \Delta y(k), \hat{y}_{\text{д}}(k) = -K_{y_{\text{д}}} y(k).$$

Выход ПИ-Д регулятора определяется по формуле

$$u(k) = K_{u,\text{пи}} \sum_{i=1}^k \Delta \hat{u}_{\text{пи}}(i) = K_{u,\text{д}} (\Delta \hat{u}_{\text{д}}(k) - \Delta \hat{u}_{\text{д}}(k-1)). \quad (26)$$

В настоящее время рассмотренная номенклатура нечетких ПИД регуляторов начала пополняться так называемыми гибридными нечеткими регуляторами, содержащими, помимо нечетких П, ПИ, ПД и ПИД составляющих, еще и аналогичные линейные. Информация об этих регуляторах будет изложена в последующих публикациях.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Passino, K.M. Fuzzy control [Text] / K.M. Passino, S. Yurkovich. – Menlo Park, California: Addison Wesley Longman, 1998.
2. Kickert, W.J.M. Application of a fuzzy controller in a warm water plant [Text] / W.J.M. Kickert, H. R. Van Nauta Lemke // Automatica. - 1976. – Vol. 12. – P. 301-308.
3. Mann, G.K.I. Two-level tuning of fuzzy PID controllers [Text] / G.K.I. Mann, B.-G. Hu, R.G. Gosine // IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. Part B. - 2001. – Vol. 31. - № 2. – P. 263-269.
4. Ying, H. The simplest fuzzy controllers using different inference methods are different nonlinear proportional-integral controllers with variable gains [Text] / H. Ying // Automatica. - 1993. – Vol. 29. - № 6. – P. 1579-1589.
5. Layne, J.R. Fuzzy learning control for antiskid braking systems [Text] / J.R. Layne, K.M. Passino, S. Yurkovich // IEEE Transactions on Control Systems Technology. - 1993. – Vol. 1. – P. 122-129.

6. Li, H.-X. Conventional fuzzy control and its enhancement [Text] / H.-X. Li, H.B. Gatland // IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. Part B. - 1996. – Vol. 26. - № 5. – P. 791-797.
7. Kumar, V. Parallel fuzzy P + fuzzy I + fuzzy D controller: Design and performance evaluation [Text] / V. Kumar, A.P. Mittal // International Journal of Automation and Computing. - 2010. – Vol. 7. - № 4. – P. 463-471.
8. Maeda, M. Fuzzy gain scheduling of PID controllers [Text] / M. Maeda, S. Murakami // Fuzzy Sets and Systems. - 1992. – Vol. 51. – P. 29-40.
9. Silva, C.W. Intelligent control: fuzzy logic applications [Text] / C.W. Silva. – New York: CRC. - 1995.
10. An optimal fuzzy PID controller [Text] / K.S. Tang, K.F. Man, G. Chen, S. Kwong // IEEE Transactions on Industrial Electronics. - 2001. – Vol. 48. - № 4. – P. 757-765.
11. Pivonka, P. Design and implementation of classical and fuzzy PI/PD/PID controllers in fuzzy control [Text] / P. Pivonka // Automatizace. - 1998. – Vol. 1-5. - № 41. – P. 11-44.

Работа выполнена при поддержке РФФИ по проекту № 14-19-01772П.

Ключевые слова: схемы, нечеткие ПИД регуляторы, классификация

Сведения об авторах:

Кудинов Юрий Иванович, доктор технических наук, профессор кафедры информатики Липецкого государственного технического университета.

Пашенко Федор Федорович, доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией Института проблем управления РАН, г. Москва.

Келина Анастасия Юрьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры информатики Липецкого государственного технического университета.

E-mail: kaf-inf@stu.lipetsk.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК 681.2.083: 681.518.3

## **ИССЛЕДОВАНИЕ НАВЫКО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОКРЕСТНОСТНОГО ПОДХОДА**

Липецкий государственный технический университет

А.М. Шмырин, А.М. Корнеев,  
В.В. Кавыгин, А.Г. Кузнецов

Представлены результаты исследования навыко-вычислительных систем на основе окрестностного моделирования, направленных на снижение влияния зашумлённости изображений на достоверность распознавания.

Предложена программа-эмулятор для обучения навыко-вычислительных систем технического зрения распознаванию трехмерных изображений и методика моделирования трёхмерного поиска объекта роботом.

При разработке и исследовании информационно-аналитической технологии моделирования распределенных технических систем возможно использование окрестностного подхода [1-4]. Сложные объекты представляют наибольший интерес для

моделирования, так как именно здесь моделирование может дать результаты, которые нельзя получить другими методами исследования.

Широкое применение систем технического зрения сдерживается влиянием различных факторов на достоверность распознавания объектов: изменение освещённости, степень зашумлённости, изменение фона, расположения объекта в пространстве и так далее. Запрограммировать заранее влияние различных факторов, имеющих зачастую случайный характер затруднительно и чаще невозможно. Однако такие интеллектуальные задачи по силам нейророботным системам, которые способны приобретать навыки путём обучения.

Перспективным инструментом для моделирования сложных объектов является теория окрестностных систем, обобщающих классические дискретные системы, позволяющих изучать объекты со сложной структурой связей между подсистемами, с соотношением переменных к компонентам состояния или управления.

Для описания процесса обучения навыко-вычислительной системы использовался математический аппарат окрестностных систем. Общая модель определения (прогнозирования) объекта [2,4] включает в себя в качестве входных переменных (факторов) в наиболее простом случае - номера объектов, в качестве переменных состояния – совокупность значений пикселей растров, соответствующих объектам.

Решение задачи смешанного управления позволяет определить неизвестные компоненты входов  $V$  и состояний  $X$  по известной их части  $V^*$  и  $X^*$ .

Линейная окрестностная система имеет вид

$$\sum_{\alpha \in O_x[a]} w_x[a, \alpha] \bar{x}[\alpha] = \sum_{\beta \in O_v[a]} w_v[a, \beta] \bar{v}[\beta],$$

где  $\bar{v}[a] \in \langle \mathbf{R}^m \rangle$ ,  $\bar{x}[a] \in \langle \mathbf{R}^n \rangle$ ,  $w_x[a, \alpha] \in \langle \mathbf{R}^{c \times m} \rangle$ ,  $w_v[a, \beta] \in \langle \mathbf{R}^{c \times m} \rangle$ ,  $O_x[a]$ ,  $O_v[a]$

— окрестности вершины  $a$  носителя по состоянию и входному воздействию соответственно;  $a, \alpha, \beta \in \mathbf{A}$ ,  $\mathbf{A} = \{a_1, \dots, a_N\}$ .  $\mathbf{A}$  — множество значений дискретного аргумента системы, имеющего мощность  $|\mathbf{A}| = N$ .

Здесь  $N$  - количество рассматриваемых объектов,  $x[i] \in \mathbf{R}^n$ ,  $1 \leq i \leq N$  - состояние в  $i$ -ом узле, т.е.  $n$ -значений пикселей растра, соответствующего  $i$ -му объекту,  $v[i] \in \mathbf{R}^m$  - значение входных воздействий в  $i$ -ом узле, в частности,  $v[i] = i$ ,  $m = N$  - количество ситуаций или вариантов (выборки). Считаем в частном случае:  $w_v[i, j] = 1$ ,  $w_x[i, j] = \omega_i$ .

После завершения процедуры идентификации параметров  $\omega_i$  решаем задачу смешанного управления: определяем по полученным в эксперименте  $x[i]$  и рассчитанным  $\omega_i$  значения  $v_p[i]$  (расчётные). Находим разности

$$\Delta v_i = (v[i] - v_p[i])x[i, j] / \sum_{j=1}^n x^2[i, j]$$

и расчётные значения  $v_p[i]$  с использованием смешанного управления и  $\Delta v_i$ . Далее организуем итерационный цикл до выполнения условия  $\Delta v_i \leq \varepsilon$ , где  $\varepsilon$  - заданная точность. По заданному состоянию  $x[i, j]$  в  $i$ -ом узле определяем значения  $v_p[i]$  и соответствующий номер объекта.

Расчётные значения кодов изображений определяются по формуле:

$$v_p[i] = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x[i, j] c_j,$$

где  $c_j$  - весовые коэффициенты.

Распознавание объёмных трёхмерных объектов имеет свои особенности в отличие от плоских двумерных. Такие объекты могут иметь одинаковые проекции под одним и разные

проекции под другим углом зрения. Задача распознавания трёхмерных объектов сводится к распознаванию двумерных, если есть возможность рассматривать объект под разными углами зрения. Это возможно при использовании нескольких видеокамер или промышленного робота с видеокамерой. Андроидный робот с видеокамерой [5-7] способен находить трёхмерные объекты, проекции которых отличаются под разными углами зрения. Натурные исследования не позволяют легко менять свойства объектов и окружающей среды. Целесообразна разработка виртуальной среды, которая помогла бы в исследовании навыко-вычислительных систем технического зрения, в изучении поведения системы при распознавании движущихся объектов, распознавании деталей при различном освещении, фоне, из разных материалов и ряда других явлений и процессов.

Компьютерное моделирование (программа-эмулятор) позволяет создавать виртуальную среду процесса распознавания трёхмерных объектов под разными углами зрения разной конструкции и разными свойствами окружающей среды. Программа написана на Delphi с использованием прикладных библиотек OpenGL для повышения визуальных эффектов и простоты работы в трёхмерной среде.

Описывая алгоритм обучения, предположим, что необходимо найти некую деталь, назовем её «Деталь 1», среди похожих на неё ещё нескольких деталей. После итерационно-рекуррентного обучения начинаем поиск объекта. Движение осуществляется в одной плоскости – плоскость XY. Во время движения видеокамеры, закреплённой на руке робота, в её поле зрения попадают поочередно две разные детали (рис.а), но с одинаковыми видами со стороны камеры на плоскость XY (рис.б). Одна из деталей является предметом поиска. Система примет за искомую деталь ту, которая раньше попадёт в объектив видеокамеры. А так как первой по счёту на пути следования камеры может оказаться и ненужная нам деталь, в данном случае это «Деталь 2», то недостаточно использовать только одну плоскость движения. Для полноты представления исследуемого объекта необходимо увеличить количество плоскостей, по которым может осуществлять движение видеокамера. Необходимо осмотреть объект с разных сторон. Поэтому в обучающую выборку включаем несколько изображений интересующего предмета с разных позиций. Во время движения видеокамеры, закреплённой на руке робота, в её поле зрения попадают поочередно две разные детали (рис.а), но с одинаковыми видами со стороны камеры на плоскость XY (рис.б). Изображение детали в каждой плоскости является, по сути, подвидом целого вида детали. Распознавание трёхмерного вида осуществляется на основании анализа во взаимосвязи трёх подвидов изображения. Это обстоятельство является основным по сравнению с системой, работающей с плоскими изображениями.

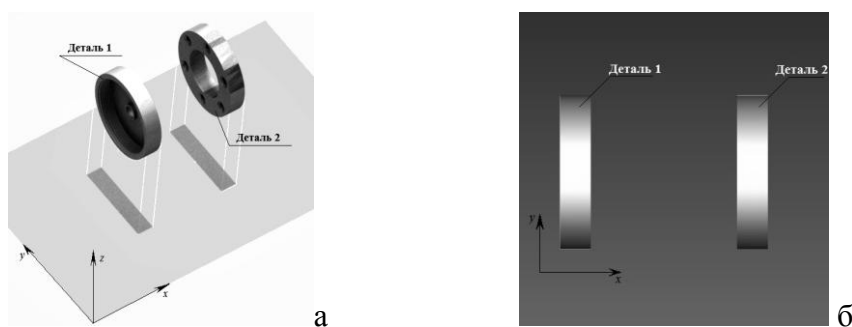


Рис. Изображение деталей а – при работе в трёхмерной;  
б – в плоской среде поиска

Перемещение виртуальной видеокамеры возможно в трёх координатных направлениях с одновременным осуществлением необходимых поворотов. Перемещения и повороты можно осуществлять как в ручном режиме, так и в автоматическом, когда видеокамера движется в зависимости от результата отклика по каждому из направлений.

Напомним, что для описания процесса обучения навыко-вычислительной системы использовался математический аппарат окрестностных систем.

Отметим также, что наибольшая достоверность распознавания достигается при включении в обучающую выборку изображений с разной зашумлённостью.

Разработанная программа относится к программам-эмуляторам, ее задача сводится к моделированию работы систем в условиях, приближённых к естественным для их эксплуатации.

Для исследования процесса обучения и распознавания навыко-вычислительной системы технического зрения целесообразно использовать трёхмерное моделирование, которое позволяет сравнительно просто изменять размеры, форму и свойства трёхмерных изображений.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мещеряков, В.Н. Навыковые системы: технического зрения, диагностики гепатитов, экологического мониторинга и выбора оборудования [Текст] / В.Н. Мещеряков, В.В. Кавыгин, С.В. Полозов // Информационно-измерительные и управляющие системы. – №1-3. – Т.4, 2006. – С. 133-136.

2. Навыко-вычислительная система технического зрения [Текст] / П.И. Попиков, А.М. Шмырин, В.В. Кавыгин, Н.А. Корниенко, Т.А. Шмырина // Датчики и системы. – 2010. - №2(129). – С.37-40

3. Кавыгин, В.В. Распознавание изображений навыко-вычислительной системой технического зрения [Текст] / В.В. Кавыгин // Вести высших учебных заведений Черноземья. Научно-технический и производственный журнал. – 2015. – №3(41). – 116с.

4. Шмырин, А.М. Применение окрестностных моделей для анализа микроструктуры стали [Текст] / А.М. Шмырин, В.В. Кавыгин, О.А. Шмырина // Вести высш. учебн. заведений Черноземья. Научно-технический и производственный журнал. – 2008. – №3(13) – С.100– 102.

5. Кавыгин, В.В. Поиск объектов сложной формы навыковой системой технического зрения [Текст] / В.В. Кавыгин, А.С. Московко // Известия ОрёлГТУ. Серия: «Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии» - 2010. - №2/2(280). – 143с.

6. Попиков, П.И. Навыковая система управления промышленными роботами с градиентным распределением весовых коэффициентов [Электронный ресурс] / П.И. Попиков, В.В. Кавыгин, А.С. Московко // Научный журнал КубГАУ. – 2011. – №74(10) <http://ej.kubagro.ru/2011/10/pdf/18.pdf>

7. Кавыгин, В.В. Особенности идентификации изображений навыковой системой технического зрения при градиентном распределении весовых коэффициентов [Текст] / В.В. Кавыгин, А.С. Московко // Вести высших учебных заведений Черноземья. Научно-технический и производственный журнал. – 2012. – №2(28). – С.47-51.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (код проекта 16-07-00854 а).

Ключевые слова: окрестностные системы, система технического зрения, обучающая выборка, отклик, шум, трёхмерное изображение, распознавание, робот.

Сведения об авторах:

Шмырин Анатолий Михайлович, доктор технических наук, профессор Липецкого государственного технического университета.

Корнеев Андрей Матиславович, доктор технических наук, профессор Липецкого государственного технического университета.

Кавыгин Валерий Васильевич, кандидат технических наук, доцент Липецкого государственного технического университета.

Кузнецов Артём Геннадьевич, студент Липецкого государственного технического университета.

E-mail: [amsh@lipetsk.ru](mailto:amsh@lipetsk.ru)

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

## ОЦЕНКИ РЕШЕНИЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ В НОРМАХ ГЕЛЬДЕРА

Липецкий государственный технический университет

В.Я. Ярославцева

В настоящей работе рассматривается общая краевая задача для одного класса сингулярных эллиптических уравнений, в которых по одной из переменных действует дифференциальный оператор типа оператора Лежандра-Гегенбауэра, методом операторов преобразования выводятся оценки решений указанной задачи.

1. Операторы преобразования. Через  $C_{\{0\}}^{\infty}(0; \infty)$  обозначим класс бесконечно дифференцируемых функций с компактным на замкнутой полупрямой  $[0; \infty)$  носителем. Функции из  $C_{\{0\}}^{\infty}(0; \infty)$  равны нулю в окрестности бесконечности и могут иметь особенность в нуле. Через  $C_{чет,0}^{\infty}[0; \infty)$  обозначим класс функций, состоящий из бесконечно дифференцируемых функций с компактным носителем на замкнутой полупрямой  $[0; \infty)$  и удовлетворяющих условию:  $D^{2j+1}v(0) = 0, \quad j = 0, 1, 2, \dots$ . Для  $v \in C_{чет,0}^{\infty}[0; \infty)$  определим операторы  $\Phi_v$  и  $\Phi_v^{-1}$  формулами [1]

$$\Phi_v v = \frac{2^v}{\sqrt{\pi}\Gamma(v)} \Gamma\left(v + \frac{1}{2}\right) (shx)^{1-2v} \int_0^x v(z) (chx - chz)^{v-1} dz \quad (1)$$

и

$$\Phi_v^{-1} v = \frac{\sqrt{\pi}}{2^v \Gamma\left(v + \frac{1}{2}\right) \Gamma(1-v)} \frac{d}{dx} \int_0^x v(z) sh^{2v} z (chx - chz)^{-v} dz, \quad (2)$$

где  $\Gamma(\alpha)$  - функция Эйлера. Формула (1) определяет оператор  $\Phi_v$  при  $Re v > 0$ , а формула (2) определяет оператор  $\Phi_v^{-1}$  при  $Re v < 1$ .

Для остальных значений  $v$  ( $v \neq -\frac{1}{2}, -\frac{3}{2}, \dots$ ) операторы  $\Phi_v$  и  $\Phi_v^{-1}$  определяются с помощью аналитического продолжения по параметру  $v$ . Обозначим через  $D^2$  производную  $i^2 \frac{d^2}{dy^2}$ , а через  $P_y$  - оператор Лежандра-Гегенбауэра

$$P_y = \frac{1}{sh^{2v} y} \cdot \frac{\partial}{\partial y} \left( sh^{2v} y \cdot \frac{\partial}{\partial y} \right) + v^2. \quad (3)$$

Операторы  $\Phi_v$  и  $\Phi_v^{-1}$  ( $v \neq -\frac{1}{2}, -\frac{3}{2}, \dots$ ) являются операторами преобразования для оператора Лежандра-Гегенбауэра  $P_y$ , и справедливы следующие формулы [1]:

$$\Phi_v^{-1} \Phi_v v = \Phi_v \Phi_v^{-1} v, \quad v \in C_{\{0\}}^{\infty}(0; \infty),$$

$$P_y \Phi_v v = \Phi_v D^2 v, \quad v \in C_{чет,0}^{\infty}[0; \infty).$$

Функциональные пространства. Введем функциональные пространства: для целого положительного числа  $l$  через  $C_{чет,0}^l[0; \infty)$  будем обозначать пространство четных  $l$ -раз непрерывно дифференцируемых функций с компактным носителем в интервале  $[0; \infty)$  с нормой

$$\|u\|_{C_{\text{чет},0}^l} = \sum_{j=0}^l \sup_x |u^j(x)|.$$

Символ  $C_{\text{чет},0}^{l,\nu}[0;\infty)$  обозначает множество четных функций с компактным носителем в интервале  $[0;\infty)$  непрерывно выдерживающих  $\frac{l}{2}$  - раза применение оператора  $P_y$ , если  $l$  - четное число, и применение оператора  $\frac{d}{dy} P_y^{\frac{l-1}{2}}$ , если  $l$  - нечетное число, с нормой

$$\|u\|_{C_{\text{чет},0}^{l,\nu}} = \sum_{j=0}^{l/2} \sup_x \left( ch \frac{x}{2} \right)^{2\nu} |P_x^j u(x)| < \infty,$$

если  $l$  - четное число,

$$\|u\|_{C_{\text{чет},0}^{l,\nu}} = \sum_{j=0}^{\frac{l-1}{2}} \sup_x \left( ch \frac{x}{2} \right)^{2\nu} |P_x^j u(x)| + \sup_x \left( ch \frac{x}{2} \right)^{2\nu} \left| \frac{d}{dx} P_x^{j \frac{l-1}{2}} u(x) \right| < \infty,$$

если  $l$  - нечетное число,  $\nu > 0$ .

Будем говорить, что функция  $u(x)$  принадлежит весовому классу Гельдера  $C_{\text{чет},0}^{l+\alpha,\nu}[0;\infty)$ , если она принадлежит классу  $C_{\text{чет},0}^{l,\nu}[0;\infty)$  и если

$$\sup_{0 < x \neq z} \left( ch \frac{x}{2} \right)^{2\nu} \frac{\left| P_x^{\frac{l}{2}} u(x) - P_z^{\frac{l}{2}} u(z) \right|}{|x-z|^\alpha} < \infty$$

при  $l$  - четном и

$$\sup_{0 < x \neq z} \left( ch \frac{x}{2} \right)^{2\nu} \frac{\left| \frac{d}{dx} P_x^{\frac{l-1}{2}} u(x) - \frac{d}{dz} P_z^{\frac{l-1}{2}} u(z) \right|}{|x-z|^\alpha} < \infty$$

при  $l$  - нечетным,  $\nu > 0$ ,  $0 < \alpha < 1$ .

Через  $C_{\text{чет},0 \text{ loc}}^{l+\alpha,\nu}$  будем обозначать локальные пространства Гельдера.

Теорема 1. Для фиксированного внутреннего отрезка полупрямой  $[0;\infty)$  имеют место неравенства

$$\|\Phi_\nu u\|_{C_{\text{чет},0 \text{ loc}}^{l+\alpha+\nu,\nu}} \leq C_1 \|u\|_{C_{\text{чет},0 \text{ loc}}^{l+\alpha}} \quad \forall u \in C_{\text{чет},0 \text{ loc}}^{l+\alpha},$$

$$\|\Phi_\nu^{-1} u\|_{C_{\text{чет},0 \text{ loc}}^{l+\alpha-\nu}} \leq C_2 \|u\|_{C_{\text{чет},0 \text{ loc}}^{l+\alpha,\nu}} \quad \forall u \in C_{\text{чет},0 \text{ loc}}^{l+\alpha,\nu},$$

где  $\Phi_\nu$  и  $\Phi_\nu^{-1}$  - операторы, определяемые формулами (1) и (2) соответственно,  $l > \nu$ ,  $\nu > 0$ . Здесь постоянные  $C_1$  и  $C_2$  зависят  $l, \alpha, \nu$ ;  $\alpha$  - такое положительное число, что  $0 < \alpha + \{\nu\} < 1$  и  $0 < \alpha - \{\nu\} < 1$ , где  $\{\nu\}$  обозначает дробную часть числа  $\nu$ ,

Рассмотрим область  $Q = \{-\infty < x < \infty, y > 0, t > 0\}$  ( $n+2$ ) - мерного евклидова пространства точек  $(x = (x_1, x_2, \dots, x_n), y = x_{n+1}, t = x_{n+2})$ . Символ  $C_{\text{чет},0}^{l,\nu}(Q)$  обозначает класс функций, заданных в области  $Q$ ,  $l$  - раз непрерывно дифференцируемых функций по совокупности переменных  $x$  и  $t$ , и по переменной  $y$  принадлежащих пространству  $C_{\text{чет},0}^{l,\nu}[0;\infty)$ . Норму в пространстве  $C_{\text{чет},0}^{l,\nu}(Q)$  определим формулой

$$\|u\|_{C_{\text{чет},0}^{l,\nu}} = \sum_{|k|+2r \leq l} \sup_Q \left( ch \frac{y}{2} \right)^{2\nu} |D_{x,t}^k P_y^r u| \quad (4)$$

Под пространствами  $C_{чет,0}^{\infty,\nu}(Q)$  при фиксированном компактном носителе будем понимать пересечение соответствующих пространств при том же фиксированном компактном носителе. Полунормы введем в этих пространствах формулами (4),  $l = 1, 2, 3, \dots$ . Операторы  $\Phi_\nu$  и  $\Phi_\nu^{-1}$  будут действовать по переменной  $y$ . Все предыдущие результаты с естественным видоизменением переносятся на многомерный случай.

2. Краевая задача. Рассмотрим в области  $Q$   $(n+2)$ - мерного евклидова пространства точек линейный дифференциальный оператор

$$L(x, D_{x,t}, P_y) = \sum_{|k|+2r \leq 2m} a_{k,r}(x, t) D_{x,t}^k P_y^r$$

порядка  $2m$  и систему граничных операторов  $M_j$

$$M_j(x, D_{x,t}, P_y) = \sum_{|k|+2r \leq m_j} b_{k,r}^j(x, t) D_{x,t}^k P_y^r, \quad j = 1, 2, \dots, m, \quad 0 \leq m_j \leq 2m - 1,$$

порядка  $m_j$  соответственно. Здесь

$$D_{x,t}^k = i^{|k|} \frac{\partial^k}{\partial x_1^{k_1} \dots \partial x_n^{k_n} \partial t^{k_{n+1}}}, \quad k = (k_1, \dots, k_n, k_{n+1}), \quad |k| = k_1 + \dots + k_n + k_{n+1},$$

$P_y$  - оператор Лежандра-Гегенбауэра, определяемый формулой (3).

Здесь и ниже  $\nu$  - фиксированное действительное число,  $\nu > 0$ . Коэффициенты оператора  $L$  не зависят от  $y$ , а коэффициенты операторов  $M_j$  не зависят от  $y$  и  $t$ .

Будем предполагать, что относительно операторов  $L$  и  $M_j$  выполнены следующие условия: 1) оператор  $L(D, P_y)$  является  $p$ - эллиптическим в  $Q$ , т.е. при любом  $x \in Q$  и при любом векторе  $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n+1}, \alpha_{n+2})$  выполняется неравенство

$$L_0(x, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n+1}, \alpha_{n+2}^2) \geq \delta |\alpha|^{2m},$$

где  $\delta$  - положительное число,  $L_0$  - главная часть оператора  $L$ ;

2) характеристический полином  $L_0(x, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n+1}, \alpha_{n+2}^2)$  имеет  $m$  корней с положительной мнимой частью с учетом их кратностей;

3) система граничных операторов  $M_j$  удовлетворяет условию Шапиро – Лопатинского [2].

В статье устанавливаются априорные оценки для решений уравнения

$$L(x, t, D_{x,t}, P_y)u(x, y, t) = f(x, y, t), \quad (5)$$

удовлетворяющих граничным условиям на гиперплоскости  $t = 0$

$$M_j(x, D_{x,t}, P_y)u(x, y, 0) = g_j(x, y), \quad j = 1, 2, \dots, m. \quad (6)$$

Основным из методов исследования таких краевых задач здесь является метод операторов преобразования. Метод операторов преобразования существенно расширяет класс сингулярных уравнений с оператором Лежандра-Гегенбауэра, благодаря использованию операторов преобразования, параметр  $\nu$  в операторе  $P_y$  может принимать и комплексные значения, но в данной краевой задаче мы предполагаем, что  $\nu$  - действительное положительное число.

Оператор  $\Phi_\nu$  является оператором преобразования  $P_y$  в  $D_y^2$ , действующим из  $C_{чет,0}^{\infty}(Q)$  в  $C_{чет,0}^{\infty,\nu}(Q)$ . Любую функцию  $u \in C_{чет,0}^{\infty,\nu}(Q)$  можно единственным образом представить в виде

$$u(x, y, t) = \Phi_\nu v(x, y, t), \quad (7)$$



где функция  $v(x, y, t) \in C_{чет,0}^\infty(Q)$ . Подставляя (7) в уравнение (5) и граничные условия (6), получим

$$L(x, t, D_{x,t}, D_y^2)v(x, y, t) = \Phi_v^{-1} f(x, y, t) = \tilde{f}(x, y, t), \quad (8)$$

$$M_j(x, D_{x,t}, D_y^2)v(x, y, 0) = \Phi_v^{-1} g_j(x, y) = \tilde{g}_j(x, y), \quad j=1, \dots, m. \quad (9)$$

Таким образом, сингулярная краевая задача (5) - (6) в области  $Q$  сводится к соответствующей регулярной эллиптической краевой задаче (8) - (9). Предположим, что функции  $\tilde{f}$ ,  $\tilde{g}_j$  и коэффициенты операторов  $L(D, D_y^2)$  и  $M_j(D, D_y^2)$  принадлежат функциональным пространствам

$$C_{чет,0,loc}^{l+\alpha-2m}, \quad C_{чет,0,loc}^{l+\alpha, -m_j} \quad (j=1, 2, \dots, m) \text{ соответственно, и нормы}$$

всех этих функций ограничены одним и тем же числом,  $l \geq l_0 = \max\{2m, m_j\}$ . Тогда [2] имеет место

$$\|\tilde{v}\|_{C_{чет,0,loc}^l} \leq C \left\{ [\tilde{f}]_{C_{чет,0,loc}^{l+\alpha-2m}} + \|\tilde{v}\|_{C_{чет,0,loc}} + \sum_{j=1}^m [\tilde{g}_j]_{C_{чет,0,loc}^{l+\alpha-m_j}} \right\}, \quad (10)$$

где константа  $C$  зависит от  $l$ ,  $\alpha$  и постоянной эллиптичности, а знак  $[ \ ]$  означает полунорму Гельдера

$$[v]_{C_{чет,0}^{l+\alpha}} = \sup \frac{|D^l v(x, y, t) - D^l v(x', y', t')|}{[(x-x')^2 + (y-y')^2 + (t-t')^2]^{\frac{\alpha}{2}}}$$

Применяя к функции  $\tilde{v}$  оператор преобразования  $\Phi_v$ , получим функцию  $u = \Phi_v \tilde{v}$ , удовлетворяющую уравнению (5) и граничным условиям (6). Действительно, для  $u = \Phi_v \tilde{v}$ , имеем

$$\begin{aligned} L(D, P_y)u &= L(D, P_y)\Phi_v \tilde{v} = \Phi_v L(D, D_y^2)\tilde{v} = \Phi_v \tilde{f} = f, \\ M_j(D, P_y)u(x, y, 0) &= M_j(D, P_y)\Phi_v \tilde{v}(x, y, 0) = \Phi_v M_j(D, D_y^2)\tilde{v}(x, y, 0) = \\ &= \Phi_v \tilde{g}_j(x, y) = g_j(x, y) \quad (j=1, 2, \dots, m) \end{aligned}$$

Если

$$\tilde{f} \in C_{чет,0,loc}^{l+\alpha-2m}, \quad \tilde{g}_j \in C_{чет,0,loc}^{l+\alpha-m_j}, \quad \tilde{v} \in C_{чет,0}^{l+\alpha},$$

то в силу теоремы 1

$$u \in C_{чет,0,loc}^{l+\alpha+v}, \quad f \in C_{чет,0,loc}^{l+\alpha-2m+v}, \quad g_j \in C_{чет,0,loc}^{l+\alpha-m_j+v},$$

и имеют место неравенства

$$\|u\|_{C_{чет,0,loc}^{l+\alpha+v}} \leq C_1 \|\tilde{v}\|_{C_{чет,0,loc}^{l+\alpha}},$$

$$\|f\|_{C_{чет,0,loc}^{l-2m+\alpha+v}} \leq C_2 \|\tilde{f}\|_{C_{чет,0,loc}^{l-2m+\alpha}},$$

$$\|g_j\|_{C_{чет,0,loc}^{l-m_j+\alpha+v}} \leq C_3 \|\tilde{g}_j\|_{C_{чет,0,loc}^{l-m_j+\alpha}}.$$

Учитывая (10) и последние неравенства, получаем оценки решений краевой задачи (5) - (6).

**Теорема 2.** Пусть  $u(x, y, t)$  есть ограниченное решение по норме пространства  $C_{чет,0,loc}^{l+\alpha+v}$  задачи (5) - (6) и пусть выполнены условия 1-3. Если при фиксированном

$$l \geq l_0 = \max\{2m, m_j\},$$

$$f \in C_{\text{чет},0,\text{loc}}^{l+\alpha-2m+v,v}, \quad g_j \in C_{\text{чет},0,\text{loc}}^{l+\alpha-m_j+v,v} \quad (j = 1, 2, \dots, m),$$

а коэффициенты операторов  $L$  и  $M_j$  принадлежат пространствам  $C_{0,\text{loc}}^{l+\alpha-2m+v,v}$  и  $C_{0,\text{loc}}^{l+\alpha-m_j+v,v}$  соответственно, и все нормы этих величин ограничены одним и тем же числом, то имеет место неравенство

$$[u]_{C_{\text{чет},0,\text{loc}}^{l+\alpha+v,v}} \leq C \left\{ [f]_{C_{\text{чет},0,\text{loc}}^{l-2m+\alpha+v,v}} + \sum_1^m [g_j]_{C_{\text{чет},0,\text{loc}}^{l-m_j+\alpha+v,v}} + \|u\|_{C_{\text{чет},0,\text{loc}}^{v,v}} \right\},$$

$v > 0$ , где константа  $C$  не зависит от  $u$ .

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ярославцева, В.Я. Операторы преобразования на гладких функциях [Текст] / В.Я. Ярославцева, Н.Ф. Палинчак, Н.В. Лузянина // Вестник Липецкого государственного технического университета. - 2016. - № 1 (27). - С. 21-24.
2. Агмон, С. Оценки вблизи границы эллиптических уравнений в частных производных при общих граничных условиях [Текст] / С. Агмон, А. Дуглис, Л. Ниренберг. - Москва: Иностранная литература, 1962. - 70 с.

Ключевые слова: краевая задача, оператор преобразования, оператор Лежандра, оператор Гегенбауэра

Сведения об авторе:

Ярославцева Валентина Яковлевна, кандидат физико – математических наук, доцент кафедры высшей математики Липецкого государственного технического университета.

E-mail: kaf-vm@stu.lipetsk.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30

УДК 519.711.2

## ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДИСКРЕТНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ВРЕМЕННЫМ ЛАГОМ

Липецкий государственный технический университет

И.А. Седых, Е.В. Соловьева

В работе рассматривается нахождение параметров дискретной динамической системы с временным лагом. Приведён пример параметрической идентификации.

Параметрическая идентификация [1] моделей объектов позволяет сразу находить значения коэффициентов модели объекта по измеряемым значениям управляемого  $y$  и управляющего  $u$  и сигналов объекта. При этом предполагается, что структура и порядок модели объекта уже известен. Измеряемые значения  $y$  и  $u$  представляются в виде временного ряда, поэтому в результате идентификации оцениваются параметры модели объекта или параметры его дискретной передаточной функции.

Важным преимуществом методов параметрической идентификации является возможность использования рекуррентных алгоритмов, позволяющих проводить текущую

идентификацию в реальном времени при номинальных режимах работы объекта. Эти преимущества определили широкое использование методов параметрической идентификации в задачах управления и автоматизации. К таким методам относятся: метод наименьших квадратов, метод максимального правдоподобия и метод стохастической аппроксимации.

### ДИСКРЕТНАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА С ВРЕМЕННЫМ ЛАГОМ

Рассмотрим дискретную динамическую систему с временным лагом  $d$ :

$$\begin{cases} x(t) = a_1x(t-1) + a_2x(t-2) + \dots + a_dx(t-d) + bu(t) + c, \\ y(t) = gx(t) + fu(t) + e, \end{cases}$$

где  $x(t-k)$  – состояние в момент  $t-k$ ,  $k=0, \dots, d$ ;  $x(t)$  – состояние системы;  $y(t)$  – выход системы;  $u(t)$  – вход в момент времени  $t$ ;  $g, f, b, c, a_i$  – параметры модели,  $i=1, \dots, d$ .

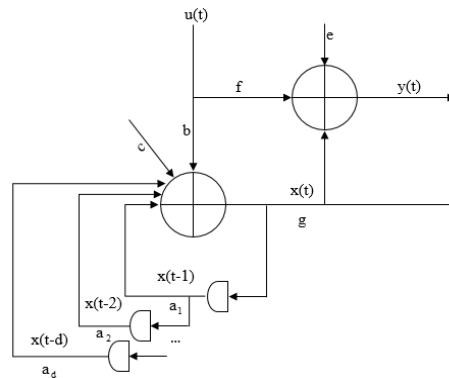


Рис 1. Структурная схема объекта управления

Структура модели показана на рис. 1, где  $\square$  – задержка на 1 временную единицу. Далее будем рассматривать дискретную динамическую систему с лагом  $d=3$ .

### ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА РЕГРЕССИОННЫМ МЕТОДОМ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ

Применим для оценивания параметров модели регрессионную процедуру метода наименьших квадратов (МНК) [2,3]. Пусть накоплено  $N$  точек измерения, управляемого и управляющего сигналов объекта. С учетом порядка дискретной модели ( $n=3$ ) функционал, минимизирующий квадратичную ошибку, будет иметь вид, представленный ниже.

Для идентификации уравнения состояния необходимо выполнение условия:

$$J_1 = \sum_{k=4}^N [x(t) - a_1x(t-1) + a_2x(t-2) + a_3x(t-3) + bu(t) - c]^2 \rightarrow \min.$$

Система уравнений для нахождения неизвестных параметров, отвечающая равенству нулю соответствующих частных производных, имеет вид:

$$\begin{cases} \frac{\partial J_1}{\partial a_1} = -2 \sum_{k=4}^N [x(t) - a_1x(t-1) + a_2x(t-2) + a_3x(t-3) + bu(t) - c]x(t-1) \\ \frac{\partial J_1}{\partial a_2} = -2 \sum_{k=4}^N [x(t) - a_1x(t-1) + a_2x(t-2) + a_3x(t-3) + bu(t) - c]x(t-2), \\ \frac{\partial J_1}{\partial a_3} = -2 \sum_{k=4}^N [x(t) - a_1x(t-1) + a_2x(t-2) + a_3x(t-3) + bu(t) - c]x(t-3) \\ \frac{\partial J_1}{\partial b} = -2 \sum_{k=4}^N [x(t) - a_1x(t-1) + a_2x(t-2) + a_3x(t-3) + bu(t) - c]u(t) = 0 \\ \frac{\partial J_1}{\partial c} = -2 \sum_{k=4}^N [x(t) - a_1x(t-1) + a_2x(t-2) + a_3x(t-3) + bu(t) - c] = 0. \end{cases} \quad (1)$$

Проведем ряд преобразований и обозначим суммы произведений соответствующих отдельных измерений в дискретные моменты времени следующим образом:

$$\begin{aligned}
 S_1 &= \sum_{t=4}^N x^2(t-1); & S_2 &= \sum_{t=4}^N x(t-2)x(t-1); & S_3 &= \sum_{t=4}^N x(t-3)x(t-1); & S_4 &= \sum_{t=4}^N u(t)x(t-1); \\
 S_5 &= \sum_{t=4}^N x(t-1); & S_6 &= \sum_{t=4}^N x(t)x(t-1); & S_7 &= \sum_{t=4}^N x^2x(t-2); & S_8 &= \sum_{t=4}^N x(t-3)x(t-2); \\
 S_9 &= \sum_{t=4}^N u(t)x(t-2); & S_{10} &= \sum_{t=4}^N x(t-2); & S_{11} &= \sum_{t=4}^N x(t)x(t-2); & S_{12} &= \sum_{t=4}^N x^2(t-3); \\
 S_{13} &= \sum_{t=4}^N u(t)x(t-3); & S_{14} &= \sum_{t=4}^N x(t-3); & S_{15} &= \sum_{t=4}^N x(t)x(t-3); & S_{16} &= \sum_{t=4}^N u^2(t); \\
 S_{17} &= \sum_{t=4}^N u(t); & S_{18} &= \sum_{t=4}^N x(t)u(t); & S_{19} &= N; & S_{20} &= \sum_{t=4}^N x(t).
 \end{aligned}$$

Представим систему (1) в матричной форме согласно принятым обозначениям:

$$\begin{bmatrix} S_1 & S_2 & S_3 & S_4 & S_5 \\ S_2 & S_7 & S_8 & S_9 & S_{10} \\ S_3 & S_8 & S_{12} & S_{13} & S_{14} \\ S_4 & S_9 & S_{13} & S_{16} & S_{17} \\ S_5 & S_{10} & S_{14} & S_{17} & S_{19} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_6 \\ S_{11} \\ S_{15} \\ S_{18} \\ S_{20} \end{bmatrix}.$$

Разрешая с помощью регрессионной процедуры МНК, найдем вектор оцениваемых параметров дискретной модели:

$$\begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_1 & S_2 & S_3 & S_4 & S_5 \\ S_2 & S_7 & S_8 & S_9 & S_{10} \\ S_3 & S_8 & S_{12} & S_{13} & S_{14} \\ S_4 & S_9 & S_{13} & S_{16} & S_{17} \\ S_5 & S_{10} & S_{14} & S_{17} & S_{19} \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} S_6 \\ S_{11} \\ S_{15} \\ S_{18} \\ S_{20} \end{bmatrix}.$$

Для идентификации уравнения выходов

$$J_2 = \sum_{k=1}^N [y(t) - gx(t) - fu(t) - e]^2 \rightarrow \min.$$

Система уравнений для нахождения неизвестных параметров, отвечающая равенству нулю соответствующих частных производных, имеет вид:

$$\begin{cases} \frac{\partial J_2}{\partial g} = -2 \sum_{k=1}^N [y(t) - gx(t) - fu(t) - e]x(t) = \\ \frac{\partial J_2}{\partial f} = -2 \sum_{k=1}^N [y(t) - gx(t) - fu(t) - e]u(t) = \\ \frac{\partial J_2}{\partial e} = -2 \sum_{k=1}^N [y(t) - gx(t) - fu(t) - e] = 0. \end{cases} \quad (2)$$

Проведем ряд преобразований и обозначим суммы произведений соответствующих отдельных измерений в дискретные моменты времени следующим образом:

$$\begin{aligned}
W_1 &= \sum_{k=1}^N x^2(t); & W_2 &= \sum_{k=1}^N u(t)x(t); & W_3 &= \sum_{k=1}^N x(t); \\
W_4 &= \sum_{k=1}^N y(t)x(t); & W_5 &= \sum_{k=1}^N u^2(t); & W_6 &= \sum_{k=1}^N u(t); \\
W_7 &= \sum_{k=1}^N y(t)u(t); & W_8 &= N; & W_9 &= \sum_{k=1}^N y(t).
\end{aligned}$$

Представим систему (2) в матричной форме согласно принятым обозначениям:

$$\begin{bmatrix} W_1 & W_2 & W_3 \\ W_2 & W_5 & W_6 \\ W_3 & W_6 & W_8 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} g \\ f \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_4 \\ W_7 \\ W_9 \end{bmatrix}.$$

Разрешая с помощью регрессионной процедуры МНК, найдем вектор оцениваемых параметров дискретной модели:

$$\begin{bmatrix} g \\ f \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_1 & W_2 & W_3 \\ W_2 & W_5 & W_6 \\ W_3 & W_6 & W_8 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} W_4 \\ W_7 \\ W_9 \end{bmatrix}.$$

### ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДИНАМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА РЕГРЕССИОННЫМ МЕТОДОМ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ

Приведем реализацию регрессионной процедуры оценивания параметров дискретной динамической по управляемым и управляющим данным для объекта третьего порядка.

Расчитанные оценки параметров дискретной модели:

$$a_1 = -0,02192; a_2 = -0,09743; a_3 = -0,10326; b = 0,00589; c = 0,62261; g = 1; f = 1; e = 0.$$

Таблица 1

Фрагмент расчётных значений задачи идентификации динамического объекта рекуррентным методом наименьших квадратов

№	u(t)	x(t)	y(t)	$\hat{x}(t)$	$\hat{y}(t)$	$(x(t) - \hat{x}(t))^2 + (y(t) - \hat{y}(t))^2$
5	0,73731	0,35202	1,08933	0,47501	1,08933	3,40384
6	0,36993	0,29573	0,66566	0,42515	0,66566	1,73971
7	0,83416	0,77517	1,60932	0,58001	1,60932	1,10794
8	0,90023	0,08482	0,98505	0,50889	0,98505	0,31059
9	0,49552	0,66494	1,16046	0,50321	1,16046	2,34944
10	0,64198	0,69645	1,33842	0,46085	1,33842	0,38081
11	0,56243	0,60022	1,16266	0,47239	1,16266	0,05501
12	0,97267	0,93009	1,90276	0,53222	1,90276	0,60666
13	0,43745	0,73522	1,17268	0,46112	1,17268	1,36314
14	0,96538	0,85639	1,82178	0,56296	1,82178	3,76411
15	0,69208	0,64199	1,33407	0,50874	1,33407	0,11022
...				...		
300	0,62279	0,57497	1,19775	0,53836	1,19775	1,24043

Средняя квадратичная ошибка идентификации вычисляется по формуле

$$\sigma^2 = \frac{1}{2(N-3)} \sum_{i=4}^N (x_i(t) - \hat{x}_i(t))^2 + (y_i(t) - \hat{y}_i(t))^2,$$

где  $N=300$ ;  $\hat{x}_i(t)$  – модельное значение состояний;  $\hat{y}_i(t)$  – модельное значение состояний в момент времени  $t$ .

Для рассматриваемого примера  $d^2 = 0,39237$ .

Сравнение полученных модельных состояний и выходов с их исходными значениями показывает высокую точность оценивания.

Таким образом, в работе рассмотрены дискретные системы с временным лагом, показан алгоритм их параметрической идентификации и приведён пример системы с временным лагом  $d=3$  на конкретных данных.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дилигенская, А.Н. Идентификация объектов управления: учеб. пособие [Текст] / А.Н. Дилигенская. – Самара: Изд-во Самар. гос. ун-та, 2009. – 136 с.
2. Эйкхофф, П. Основы идентификации систем управления [Текст] / П. Эйкхофф. – Москва: Мир, 1975. – 686 с.
3. Седых, И.А. Параметрическая идентификация линейной динамической окрестностной модели [Текст] / И.А. Седых // Инновационная наука: прошлое, настоящее, будущее: сб. статей междунар. науч.-практ. конф. – Уфа: АЭТЕРНА, 2016. – С. 2–19.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №16-07-00-854).

Ключевые слова: параметрическая идентификация, дискретная динамическая система, временной лаг.

Сведения об авторах:

Седых Ирина Александровна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики Липецкого государственного технического университета.

Соловьева Елена Владимировна, студентка группы САУ-14-1 кафедры высшей математики Липецкого государственного технического университета.

E-mail: kaf-vm@stu.lipetsk.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК 534.8

## МОДЕЛИРОВАНИЕ УЕДИНЕННЫХ ВОЛН С ПОМОЩЬЮ УРАВНЕНИЙ БЮРГЕРСА И КОРТЕВЕГА-ДЕ ВРИЗА

Липецкий государственный технический университет

В.И. Сериков, С.В. Воронин, А.А. Демидова

Рассматривается связь решений обобщённого уравнения Бюргерса и уравнения Кортевега - де Вриза, а также нелинейного уравнения Шрёдингера. Показано, что решения уравнения Кортевега - де Вриза или нелинейного уравнения Шрёдингера в виде уединенных волн индуцируют соответствующие решения обобщённого уравнения Бюргерса; уравнение Клейна-Гордона с потенциальной энергией типа решения уравнения Кортевега - де Вриза для волн с соответствующим аргументом может быть представлено в форме, отвечающей соотношению Миура, что приводит к решениям типа уединённых волн.

Изучение распространения и взаимодействия нелинейных волн продолжает оставаться актуальным. При исследовании распространения волн в нелинейных средах нередко возникают ситуации, в которых приходится рассматривать различные типы нелинейных волн [1,2], причём для одних волн существенными являются диссипативные процессы, а для других процессы, обусловленные дисперсией [3]. Существенным является и то, что распространение одних волн влияет на распространение других. Наиболее известными уравнениями для моделирования таких процессов являются уравнения Бюргерса [4] и Кортевега – де Вриза [1]. В работе [5] предлагается унифицированный подход к уравнениям такого типа. Но, ввиду существенного различия операторов, связь решений этих уравнений не рассматривается. Настоящая работа посвящена рассмотрению связи решений этих уравнений.

Уравнения Бюргерса и уравнения Кортевега – де Вриза (КдВ) в нелинейной акустике имеют вид [2]

$$\frac{\partial f}{\partial x} - \frac{\varepsilon}{c} f \frac{\partial f}{\partial \tau} = \alpha \frac{\partial^2 f}{\partial \tau^2}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial f}{\partial x} - \frac{\varepsilon}{c} f \frac{\partial f}{\partial \tau} + \beta \frac{\partial^3 f}{\partial \tau^3} = 0. \quad (2)$$

Здесь  $f = v/c$  безразмерная скорость,  $\alpha$  - постоянная поглощения, а  $\varepsilon$  - нелинейная постоянная,  $\beta$  - параметр дисперсии, а величина  $v$  и константа  $c$  имеют смысл скорости. Поскольку переменная  $x$  и переменная  $c\tau$ , где  $\tau$  - временная переменная, имеют одинаковую размерность, это позволяет рассмотреть ещё одну замену  $x \rightarrow ict, c\tau \rightarrow x$  и записать уравнения в форме

$$\frac{\partial f}{ic\partial t} - \varepsilon f \frac{\partial f}{\partial x} = \alpha c^2 \frac{\partial^2 f}{\partial x^2}, \quad (3)$$

$$\frac{\partial f}{ic\partial t} - \varepsilon f \frac{\partial f}{\partial x} + \beta c^3 \frac{\partial^3 f}{\partial x^3} = 0. \quad (4)$$

В уравнении (4) произведём следующие преобразования:

$$x \rightarrow x' + i\lambda c \varepsilon t', t \rightarrow t', f_1 = \lambda - f \quad (5)$$

и представим уравнение в форме, которая представляет собой уравнение КдВ для функции  $f_1 - \lambda$

$$\frac{i\partial f_1}{c\partial t'} - \varepsilon f_1 - \lambda \frac{\partial f_1}{\partial x'} + \beta c^3 \frac{\partial^3 f_1}{\partial x'^3} = 0. \quad (6)$$

Уравнение (6) можно рассмотреть совместно с модифицированным уравнением (мКдВ)

$$\frac{i\partial f_2}{c\partial t'} - \varepsilon f_2^2 \frac{\partial f_2}{\partial x'} + \beta c^3 \frac{\partial^3 f_2}{\partial x'^3} = 0. \quad (7)$$

Миура [3] показал, что соотношение

$$f_1 - \lambda = f_2^2 + K \frac{\partial f_2}{\partial x'}, \quad (8)$$

позволяет представить связь уравнений КдВ и мКдВ в виде

$$\begin{aligned} \frac{i\partial (f_1 - \lambda)}{c\partial t'} - \varepsilon (f_1 - \lambda) \frac{\partial (f_1 - \lambda)}{\partial x'} + \beta c^3 \frac{\partial^3 (f_1 - \lambda)}{\partial x'^3} = \\ = \left( K \frac{\partial}{\partial x'} + 2f_2 \right) \left( \frac{i\partial f_2}{c\partial t'} - \varepsilon f_2^2 \frac{\partial f_2}{\partial x'} + \beta c^3 \frac{\partial^3 f_2}{\partial x'^3} \right), \end{aligned} \quad (9)$$

где  $K = 2\beta c^3 / \varepsilon$ . Применяя в соотношении (8) подстановку Хопфа – Коула  $f_2 = K \frac{1}{\varphi} \frac{\partial \varphi}{\partial x}$ , имеем

$$(f_1 - \lambda) \varphi = K^2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x'^2}. \quad (10)$$

Соотношение (10) представляет собой уравнение типа стационарного уравнения Шрёдингера (УШ) [4,5]. Стационарному УШ отвечает обобщённое уравнение Бюргерса с потенциальной энергией [6,7]. Легко установить, что потенциальной энергии в УШ отвечает величина  $U = mc^2 f_1$ , а значениям полной энергии  $E = mc^2 \lambda$ . Соответствующее обобщённое уравнение Бюргерса (Боу) имеет вид [6]

$$\frac{\partial f}{i c \partial \tau} = \varepsilon f \frac{\partial f}{\partial x} + \frac{l_k}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{l_k}{\varepsilon \hbar c} \frac{\partial U}{\partial x}, \quad (11)$$

где  $l_k = \left( \frac{\hbar}{mc} \right) = 2\alpha c^2$ . Поскольку аргумент  $t$  играет в функции  $f_1$  роль параметра [8], то величина  $U$  рассматривается как не зависящая от времени  $\tau$  фигурирующего в стационарном УШ, решения которого имеют вид  $\psi(x, \tau) = e^{-\frac{iE}{\hbar} \tau} \varphi(x)$ , а подстановка Хопфа – Коула в этом случае приводит к функциям вида  $f = \frac{l_k}{\varepsilon} \frac{\partial \ln \varphi}{\partial x}$ . С учётом энергетических соотношений уравнение (11) можно записать в форме

$$\varepsilon \varphi \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \frac{l_k}{2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{1}{\varepsilon} \frac{\partial f_1}{\partial x} = 0. \quad (12)$$

Рассмотрим решение КдВ в виде уединённой волны [3]

$$f_1 - \lambda = -\frac{a^2}{2} \operatorname{sch}^2 \left[ \frac{a}{2} (x + ik_0 a^2 t) \right], \quad (13)$$

где  $k_0 = c^3 \sqrt{\varepsilon \beta c} / 2$ ,  $k_1 = 2 \sqrt{\frac{\varepsilon}{\beta c}}$ . Уравнение (12) имеет первый интеграл, который можно записать в виде



$$\frac{\varepsilon}{2} f(\xi) + \frac{l_k}{2} \frac{\partial f(\xi)}{\partial x} = C - \frac{1}{\varepsilon} f_1(\xi, t). \quad (14)$$

Это уравнение позволяет найти решения обобщённого уравнения Бюргерса, отвечающие решениям уравнения Кортевега – де Вриза.

Тогда решения (11) можно искать в виде  $f = Ath \left[ \frac{a}{2} (\xi_1 x + ik_0 a^2 t) \right]$ . Подстановка в уравнение (14) приводит к следующим уравнениям для коэффициентов

$$C = \frac{\varepsilon A^2}{2}, \quad \varepsilon A^2 - \frac{l_k A a k_1}{2} + a^2 = 0. \quad (15)$$

Из (15) получаем  $A = \frac{l_k a k_1}{4\varepsilon} \left( 1 \pm \sqrt{1 - \frac{16\varepsilon}{l_k^2 k_1^2}} \right)$ , так что решение уравнения (14) имеет вид

$$f = \left[ \frac{l_k a k_1}{4\varepsilon} \left( 1 \pm \sqrt{1 - \frac{16\varepsilon}{l_k^2 k_1^2}} \right) \right] th \left[ \frac{a}{2} (\xi_1 x + ik_0 a^2 t) \right]. \quad (16)$$

Отметим, что уравнение (14) аналогично уравнению (8). Уравнение (10) привело к развитию методов обратной задачи рассеяния [9], следовательно, поиск решений обобщённого уравнения Бюргерса так же имеет отношение к этому методу.

Возвращаясь к уравнению (10) с учётом замены переменных, имеем

$$f_2 = -\frac{a^2}{2} sch^2 \left[ \frac{a}{2} (\xi_1 x' - \lambda c \xi t' - ik_0 a^2 t') \right], \quad (17)$$

$$-\frac{a^2}{2} sch^2 \left[ \frac{a}{2} (\xi_1 x' - \lambda c \xi t' - ik_0 a^2 t') \right] + \lambda = f_3^2 + K \frac{\partial f_3}{\partial x'}. \quad (18)$$

Функцию  $f_3$  ищем в виде  $f_3 = Bth\theta'$ , где  $\theta' = \left[ \frac{a}{2} (\xi_1 x' - \lambda c \xi t' + k_0 a^2 t') \right]$ , тогда имеем

$$B = \frac{a k_1 K}{4} \left( 1 \pm \sqrt{1 + \frac{8}{\xi_1 K^2}} \right), \quad -\lambda = B^2, \quad \text{так что амплитудный множитель } a \text{ определяется из энергетических соображений.}$$

Для волновых решений с аргументом  $\theta = \left[ \frac{a}{2} (\xi_1 x + ik_0 a^2 t) \right]$  представляет интерес ещё

один аспект. Пусть  $\psi = \psi(\theta)$  тогда  $\psi_{xx} = \psi_{\theta\theta} \frac{a^2 k_1^2}{4}$ , а также

$$-\frac{1}{c^2} \psi_{tt} = \psi_{\theta\theta} \frac{a^6 k_0^2}{4c^2}. \quad \text{Уравнение } \hbar^2 \left( \psi_{xx} - \frac{1}{c^2} \psi_{tt} \right) = (\hbar^2 c^2 + 2mU) \psi \text{ представляет собой}$$

уравнение Клейна – Гордона (КГ) с потенциальной энергией  $U$  [10,11]. Используя потенциальную энергию, определённую выше, запишем уравнение КГ в виде

$$\hbar^2 \left( \psi_{xx} - \frac{1}{c^2} \psi_{tt} \right) = (\hbar^2 c^2 + 2m^2 c^2 f_1) \psi, \quad (19)$$

С учётом выражений для производных, имеем

$$\psi_{\theta\theta} \left( \frac{a^2 k_1^2}{4} + \frac{a^6 k_0^2}{4c^2} \right) = \frac{(\hbar^2 c^2 + 2m^2 c^2 f_1) \psi}{\hbar^2}. \quad (20)$$

Уравнение (24) можно представить в форме

$$\frac{(\hbar^2 c^2 + 2m^2 c^2 f_1) \psi}{\hbar^2 \left( \frac{a^2 k_1^2}{4} + \frac{a^6 k_0^2}{4c^2} \right)} = f^2 + f_\theta, \quad \text{где } f = \frac{\psi_\theta}{\psi}. \quad (21)$$

которое представляет собой обобщение соотношения Миура и, кроме того, показывает, что решение уравнения КдВ можно использовать как потенциальную энергию в уравнении КГ. Отметим, что временная переменная сохраняет свой смысл в отличие от случая, рассматриваемого в работе [8].

Рассмотрим далее кубическое уравнение Шрёдингера

$$-\frac{\partial \psi}{i c \partial t} = -\frac{l_k}{2} \nabla^2 \psi - \frac{1}{2l_k} |\psi|^2 \psi, \quad (22)$$

где  $l_k = 2\alpha c^2$ . Используя подстановку  $\psi = e^{i\Phi}$ , и преобразование Хопфа-Коула  $\Phi = \frac{l_k}{\varepsilon} \nabla \ln \psi$  в уравнении (22) получаем обобщённое нелинейное уравнение Бюргерса-Шрёдингера, отвечающее кубическому уравнению (22):

$$\frac{\partial \Phi}{i c \partial t} = -\frac{l_k}{2} \left\{ \nabla^2 \Phi + \frac{\varepsilon}{l_k} \nabla \Phi \right\} + \frac{\varepsilon}{l_k^2} \nabla |HK \Phi|^2. \quad (23)$$

Здесь  $HK \Phi = \psi$  - обратное преобразование Хопфа-Коула. Одним из решений кубического уравнения (22) является уединённый волновой пакет [8], который имеет вид

$$\psi = A \exp \left[ i \left( x - \left( c^2 - \chi \right) t - 2r\tau \right) \right], \quad (24)$$

где  $\tau = \frac{\hbar}{m} t$ ,  $\chi = l_k^2 \chi \operatorname{sech} \chi^{1/2} \left( c^2 - 2r\tau \right)$ ,  $A$  - нормировочный коэффициент. В этом случае соответствующее решение обобщённого уравнения Бюргерса-Шрёдингера принимает вид

$$\Phi = \frac{l_k}{\varepsilon} \left[ -\chi^{1/2} \tanh \chi^{1/2} \left( c^2 - 2r\tau \right) \right] \quad (25)$$

Функция  $\psi = l_k^2 \chi \operatorname{sech} \chi^{1/2} \left( c^2 - 2r\tau \right)$  в решении (24) аналогична функции  $f_1 = -\frac{a^2}{2} \operatorname{sch}^2 \left[ \frac{a}{2} \left( x + ik_0 a^2 t \right) \right]$  (17), но зависимость скорости волны от амплитуды в них различна. Такое же замечание можно сделать и для решений обобщённых уравнений Бюргерса, отвечающих уравнениям (23) и (11).

Проведенное нами исследование показывает, что между решениями уравнения КдВ и Боу может быть установлена связь. Это обусловлено тем, что решения КдВ определяются соответствующим УШ, что приводит к методу обратной задачи рассеяния (МОЗР [13]). Рассматриваемые УШ, в свою очередь, приводят к Боу во внешнем силовом поле. Это позволяет говорить о том, что решения Боу во внешнем силовом поле индуцированы решениями КдВ. Таким образом, связь решений КдВ и Боу позволяет применять эти уравнения при моделировании процессов, приводящих к возникновению и распространению уединённых волн. В работе показано также, что связь решений КдВ и Боу в определённых случаях может быть установлена через уравнение Клейна – Гордона во внешнем силовом поле, что позволяет расширить круг рассматриваемых моделей.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Инфельд, Э. Нелинейные волны, солитоны и хаос [Текст]: пер. с англ./ Э.Инфельд, Дж.Роуландс. – Москва: Физматлит, 2006. – 484с.
2. Ланда, П.С. Нелинейные колебания и волны [Текст]: пер. с англ./ П.С. Ланда. – Москва: Изд. URSS, 2015. – 552с.
3. Рыскин, Н. Нелинейные волны [Текст]: пер. с англ./ Н. Рыскин, Д. Трубецков Москва: Изд. URSS, 2017. – 312с.

4. Zeyner Nihan, Integrable Vortex Dynamics and Complex Burgers' Equation. [Text]: Zeyner Nihan/ Oktay K. Pashaev. Integrable Vortex Dynamics and Complex Burgers' Equation. Zeyner Nihan, Integrable Vortex Dynamics and Complex Burgers' Equation. VDM Verlag Dr. Müller, 2009. – 140 p.
5. Сидней Лейбович. Примеры диссипативных и диспергирующих систем, описываемых уравнениями Бюргера и Кортевега-де Вриза [Текст] / Лейбович Сидней// Нелинейные волны: сб. статей, под ред. С.Лейбовича и А.Сибасса; пер с англ. – Москва: Мир, 1977. – 319 с.
6. Красильников, В.А. Введение в физическую акустику [Текст]: учеб. пособие для физических специальностей вузов / В.А.Красильников, В.В.Крылов. – Москва: Наука, 1984. – 400 с.
7. Миура Роберт М. Уравнение Кортевега – Вриза – модельное уравнение для нелинейных волн в средах с дисперсией [Текст] / М. Роберт, Миура Нелинейные волны: сб. статей; под ред. С.Лейбовича и А.Сибасса; пер с англ. – Москва: Мир, 1977. – 319с.
8. Леонард, Сасскинд. Квантовая механика. Теоретический минимум [Текст] / Леонард Сасскинд, Арт Фридман. – Питер: Изд. Династия. 2016. – 400 стр.
9. Ландау, Л.Д. Квантовая механика. Нерелятивистская теория [Текст] Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. - Москва: Изд. Физматлит, 2015. – 702 с.
10. Сериков, В.И. Связь обобщённого уравнения Бюргера с уравнениями квантовой теории [Текст]/ В.И. Сериков, С.В. Воронин, О.А. Воронина// Найновите постижения на европейската наука: материалы VIII междунар. науч.-практ. конф. (17 -25 июня 2012 г.). Т.18. – София, 2012. – С.16-19.
11. Сериков, В.И. Квантовый подход к построению трёхмерного уравнения Бюргера [Текст]/ В.И. Сериков, С.В. Воронин //Prospekts of world science,-2015: Materials of the XI International scientific and practical conference. Volume 9. Physics. Modern information technologies. Sheffield, Science and education LTD, 2015
12. Уизем, Дж. Линейные и нелинейные волны [Текст]: пер. с англ./ Дж. Уизем. Линейные и нелинейные волны. – Москва: Мир, 1977. – 638 с.
13. Абловиц, М. Солитоны и метод обратной задачи [Текст]: пер. с англ./ М. Абловиц, Х. Сигур. – Москва: Мир, 1987. – 479 с.
14. К. Коэн-Таннуджи. Квантовая механика, т.2 [Текст]: пер. с англ./ К. Коэн-Таннуджи, Б. Диу, Ф. Лаллоэ. – Москва: Изд. URSS, 2015. – 656 с.
15. Галицкий, В.М. Задачи по квантовой механике [Текст]: учеб. пособие для физических специальностей вузов/ В.М. Галицкий, Б.М. Карнаков, В.И. Коган. – Москва: Наука, 1981. – 648 с.

Ключевые слова: обобщённое уравнение Бюргера, уравнение Кортевега - де Вриза, нелинейное уравнение Шрёдингера, соотношение Миура, уравнение Клейна- Гордона, уединённые волны.

Сведения об авторах:

Сериков Виктор Ильич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики и биомедицинской техники Липецкого государственного технического университета.

Воронин Сергей Васильевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики и биомедицинской техники Липецкого государственного технического университета.

Демидова Аксана Алексеевна, старший преподаватель кафедры физики и биомедицинской техники Липецкого государственного технического университета.

E-mail: voronin\_sv@inbox.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30

УДК 621.771.23

## ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ТЕКСТУРИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ВАЛКОВ СТАНОВ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ

Липецкий государственный технический университет

А.А. Польшин, С.М. Бельский, Ю.А. Мухин

В статье приведены результаты исследования влияния параметров электроэрозионного текстурирования рабочих валков стана холодной прокатки на параметры микрогеометрии поверхности рабочих валков  $Ra$  и  $Pc$  (число пиков на 1 см профиля). В качестве параметров текстурирования были разработаны следующие: аддитивный, представляющий сумму безразмерных величин силы тока и цикла искрового пробоя, а также безразмерные скорости вращения и перемещения рабочего валка. Величина коэффициентов детерминации между аналитическими и фактически полученными зависимостями  $Ra$  и  $Pc$  от разработанных параметров текстурирования и фактически превышает 0,8; это свидетельствует об адекватности аналитического описания влияния параметров электроэрозионного текстурирования рабочих валков на параметры микрогеометрии поверхности рабочих валков.

Установлено, что детерминированность микрогеометрии поверхности холоднокатаных полос положительно сказывается на штампуемости, адгезии при последующем нанесении лакокрасочного покрытия и, в конечном счёте, на сроке службы кузовных деталей автомобиля [1].

Для оценки рельефа поверхности служат статистические параметры микрогеометрии:  $Ra$ , мкм и  $Pc$  (количество пиков на 1 см профиля),  $см^{-1}$ , причём такие автопроизводители, как Volkswagen, Renault, Nissan, регламентируют параметр  $Pc$  для поставляемого проката на уровне  $Pc > 50 см^{-1}$ .

Основным фактором, определяющим микрогеометрию поверхности листового проката, является исходный микрорельеф прокатных валков.

На сегодняшний день известны следующие способы текстурирования поверхности рабочих валков, используемых для прокатки стальных полос: текстурирование струей дроби (SBT), электроэрозионное текстурирование (EDT), топохромный метод (Торосром), лазерное текстурирование (LT), текстурирование электронным лучом (ЕВТ) [1-2].

При подготовке прокатных валков, предназначенных для прокатки автолиста, в действующем металлургическом производстве используется электроэрозионный способ текстурирования (EDT).

Электроэрозионное текстурирование (EDT) – способ текстурирования, при котором в результате воздействия на валок электрических зарядов через диэлектрическую жидкость образуется стохастическая поверхность, характеризующаяся неориентированными, расположенными в случайном порядке кратерами.

На параметры микрогеометрии валка  $Ra$  и  $Pc$  оказывают влияние несколько факторов, обладающих разной степенью воздействия. Наиболее значимыми являются следующие параметры: сила тока ( $I$ , А), длительность искрового пробоя ( $t_{вкл}$ , мс), время между двумя последовательными импульсами ( $t_{выкл}$ , мс). Менее значимыми являются такие параметры, как пороговое напряжение (напряжение при котором происходит искровой пробой), скорость поступательного перемещения валка, скорость вращения валка, материал используемых электродов, полярность.

Ниже приводятся результаты оценки влияния указанных параметров на  $Ra$  и  $Pc$  рабочих валков стана холодной прокатки.

В ходе анализа был введен аддитивный безразмерный параметр  $V_{\text{адит}}$ :

$$V_{\text{адит}} = V_i + V_t, \quad (1)$$

где  $V_i = \frac{l}{l_{\text{баз}}}$ ,  $V_t = \frac{t_{\text{сумм}}}{t_{\text{суммбаз}}}$ ,  $t_{\text{сумм}} = t_{\text{вкл}} + t_{\text{выкл}}$  - обобщенный временной параметр.

В качестве базовых величин  $l_{\text{баз}}$ ,  $t_{\text{суммбаз}}$  были взяты их средние значения за время промышленных экспериментов.

Анализ показал, что наибольший коэффициент детерминации  $R^2$  между фактическими и расчетными значениями имеют зависимости вида  $Ra = f(\log V_{\text{адит}})$  и  $Pc = f(\sqrt{V_{\text{адит}}})$ :

$$Ra = 1,63 + 6,46 \log V_{\text{адит}}, \quad (2)$$

$$Pc = 152,47 - 51 \sqrt{V_{\text{адит}}}. \quad (3)$$

Результаты аппроксимации экспериментальных данных по параметру  $Ra$  приведены на рис. 1.

Материал используемых электродов также оказывает влияние на формирование микрорельефа поверхности валка.

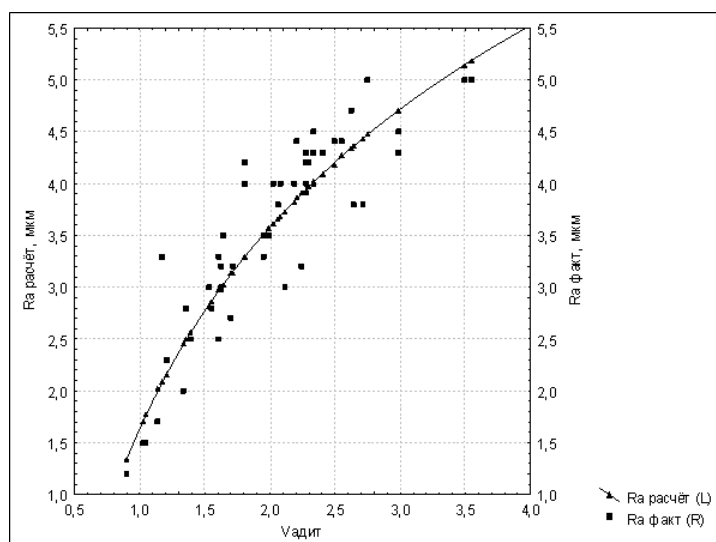


Рис. 1. Аппроксимация экспериментальных данных  $Ra = f(V_{\text{адит}})$

Различают три основных типа электродов: медные, медно-графитовые и бронзовые, каждый из которых обладает характерными особенностями. Так, при использовании медных электродов при низкой силе тока и значительной длительности искрового пробоя наблюдается накопление углерода (коксование) на поверхности электродов, что приводит к неравномерному износу электродов и, как следствие, большой неравномерности параметров  $Ra$ ,  $Pc$  по длине бочки валка.

Медные и бронзовые электроды используют с положительной полярностью, графитовые и медно-графитовые электроды – с отрицательной. При этом медно-графитовые электроды обладают способностью образовывать более высокие значения параметра  $Pc$  на валке, чем медные и бронзовые электроды при текстурировании валков с целевым значением  $Ra \geq 3,5$  мкм. Медно-графитовые электроды имеют два недостатка: высокая степень износа по сравнению с бронзовыми электродами и интенсивное накопление шлама в диэлектрической жидкости, которое увеличивает время технологических пауз в работе установки.

Пороговое напряжение определяет эффективность процесса текстурирования в целом: уменьшение пороговой величины несколько увеличивает  $Ra$  и снижает  $Pc$ . Однако, если величина порогового напряжения слишком низка, т.е. зазор между электродом и валком

слишком мал, то может возникнуть касание электродов валка, и риск образования дефектов на валке возрастёт.

Для оценки влияния скорости вращения и перемещения валка на параметры  $Ra$  и  $Pc$  введём параметры:

$$U = \frac{U_v}{U_{\text{баз}}}, \quad (4)$$

$$\omega = \frac{\omega_i}{\omega_{\text{баз}}}, \quad (5)$$

где  $U_v$  – значение скорости перемещения валка, мм/мин,  $U_{\text{баз}}$  – среднее значение скорости перемещения валка, мм/мин, где  $\omega_i$  – величина скорости вращения валка при обработке, об/мин,  $\omega_{\text{баз}}$  – среднее значение скорости вращения валка.

Разработана регрессионная зависимость параметра  $Ra$  от аддитивных коэффициентов  $V_i$ ,  $V_t$ ,  $U$ ,  $\omega$  по экспериментальным данным:

$$Ra = -0,01 + 0,99 V_i + 1,91 V_t - 1,85 U + 2,47 \omega. \quad (6)$$

Коэффициент детерминации для зависимости (6) составляет  $R^2=0,84$ , что в условиях промышленного эксперимента свидетельствует о значимости модели.

Аналогичная зависимость построена для параметра  $Pc$ :

$$Pc = 118 - 14,30 V_i - 22,74 V_t. \quad (7)$$

Для зависимости (7) коэффициент детерминации  $R^2$  составляет 0,79. Следует отметить, что в зависимости (7) отсутствуют параметры  $U$  и  $\omega$  ввиду их малого влияния.

В результате исследований установлена связь частотного параметра  $Pc$  и амплитудного параметра  $Ra$ :

$$Pc = 105 - 1,85 Ra^2. \quad (8)$$

Коэффициент детерминации для зависимости (8) имеет значение  $R^2=0,85$ , что свидетельствует о статистической значимости модели.

Аппроксимация экспериментальных данных приведена на рис. 2.

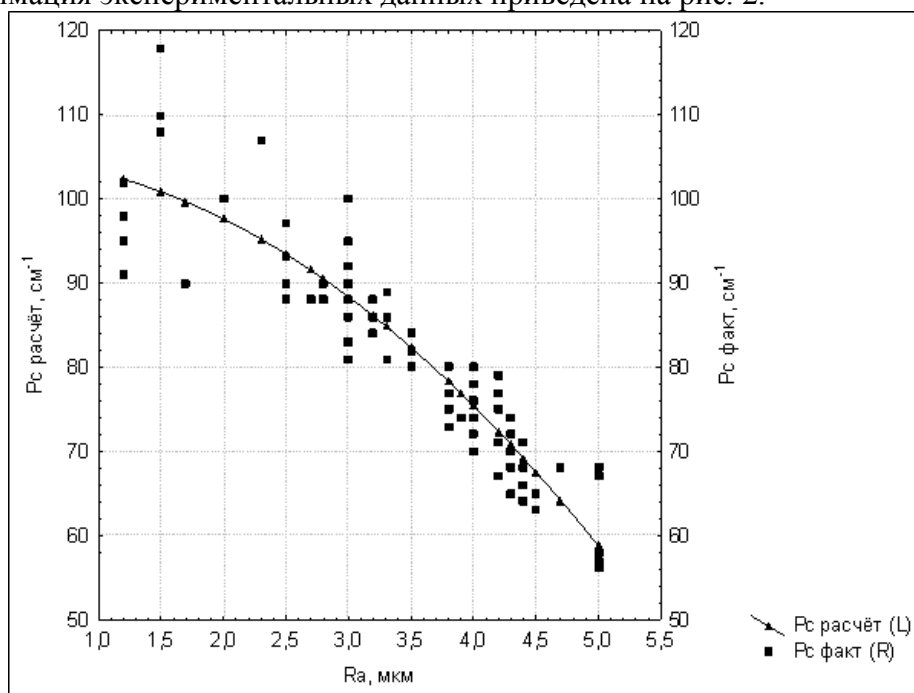


Рис. 2. Аппроксимация экспериментальных данных  $Pc = f(Ra)$

На рис. 3 представлена связь параметров  $Ra$  и  $Pc$  в виде частотной диаграммы (диаграмма размаха), построенной по экспериментальным данным.

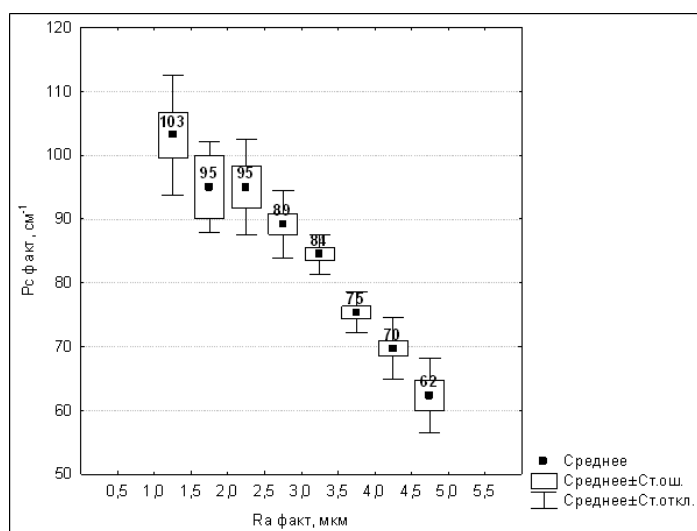


Рис. 3. Связь параметров  $Ra$  и  $Pc$

Следует отметить, что одновременно получить высокие значения параметров  $Ra$  и  $Pc$  при текстурировании валков электроэрозионным способом затруднительно: шероховатая поверхность, образующаяся на валке при увеличении  $Ra$ , заполняется широкими и глубокими кратерами; количество таких кратеров на единицу длины ограничено.

Выполнен анализ и разработаны регрессионные зависимости микрорельефа поверхности рабочих валков для холодной прокатки от технологических параметров электроэрозионного текстурирования.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белов, В.К. Требования к микро топографии поверхности листовой продукции и возможности металлургической промышленности – прошлое, настоящее, будущее [Текст] / В.К. Белов // Бюллетень ЧМ. – 2015. – №7. – С. 73-82.
2. Совершенствование технологии производства оцинкованного проката в ОАО НЛМК с улучшенной микрогеометрией поверхности [Текст] / А.А. Польшин [и др.] // Производство проката. – 2014. – №12. – С. 8-12.

Ключевые слова: холодная прокатка, рабочие валки, электроэрозионное текстурирование, число пиков на 1 см профиля.

Сведения об авторах:

Польшин Артем Аркадьевич, аспирант кафедры обработки металлов давлением Липецкого государственного технического университета.

Бельский Сергей Михайлович, доктор технических наук, профессор кафедры обработки металлов давлением Липецкого государственного технического университета.

Мухин Юрий Александрович, доктор технических наук, заведующий кафедрой обработки металлов давлением Липецкого государственного технического университета.

E-mail: prokatka@stu.lipetsk.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30

УДК 725

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО АДМИНИСТРАТИВНО-БЫТОВОГО ЗДАНИЯ ООО «VIESSMANN ЛИПЕЦК»**

Липецкий государственный технический университет

М.А. Бугузова, Д.С. Лунова

В феврале 2017 года немецкая компания Viessmann объявила о запуске своего первого производства в России - завода по производству промышленных котлов на территории ОЭЗ ППТ «Липецк». В проекте административного здания были применены энергосберегающие технологии, а также система «умное здание». В работе более детально рассмотрены ограждающие конструкции административно-бытового здания, а также их эффективное утепление. Выполнены теплотехнические расчеты ограждающих конструкций.

Энергосберегающие технологии с каждым днем становятся наиболее востребованными. Причины данного явления очевидны: высокая стоимость энергоносителей, а также загрязнение окружающей среды. Рациональное энергопотребление позволяет многим компаниям существенно снижать свои производственные издержки, а физическим лицам не расходовать дополнительные денежные средства на отопление квартир и домов.

В Европе и США энергосберегающие технологии применяются уже на протяжении многих лет. Это наиболее прогрессивное на сегодня направление в строительных технологиях. Внедрение энергосберегающих технологий несет реальную экономическую выгоду — уменьшение расходов, связанных с эксплуатационными затратами. Главными направлениями повышения энергосбережения являются внедрение принципиально новых типов конструкций зданий, а также использование эффективных теплоизоляционных материалов. Речь идет как о современных методах строительства новых зданий жилого и производственного назначения, так и о комплексном переустройстве уже существующих зданий.

Новейшие энергосберегающие технологии в строительстве помимо экономии финансовых ресурсов, открывают и принципиально новые возможности для снижения выбросов в атмосферу вредных веществ, которые образуются при обогреве и охлаждении зданий.

Актуальность внедрения современных энергосберегающих технологий, по сути, сопоставима с непосредственным производством энергии. Энергосберегающие технологии представляют собой более выгодный и экологически грамотный способ обеспечения растущего с каждым годом спроса на энергоносители.

Энергосбережение сейчас становится одним из основных приоритетов в деятельности любой компании. Эффект от внедрения данных технологий затрагивает не только строительные организации, но и конечного владельца дома, офисного здания или торгового центра. Инвесторы, участвуя в подобных энергосберегающих проектах, получают возможность по-настоящему выгодных инвестиций.

Потенциал энергосбережения в России составляет около 400 тонн условного топлива в год, что эквивалентно примерно 40% всего энергопотребления страны. В



экономическом исчислении это миллиарды рублей экономии, а в экологическом плане это сотни миллионов тонн вредных веществ, которые не попадут в атмосферу.

В зависимости от страны и местной нормативной базы существуют минимальные законодательные требования для теплоизоляции зданий, а также существующих сооружений. Как продемонстрировано на графике ниже, в целом, нормативная база в отношении теплоизоляции, действующая сегодня, обладает большим потенциалом для дальнейшего совершенствования при работе в направлении оптимизации энергетических затрат.

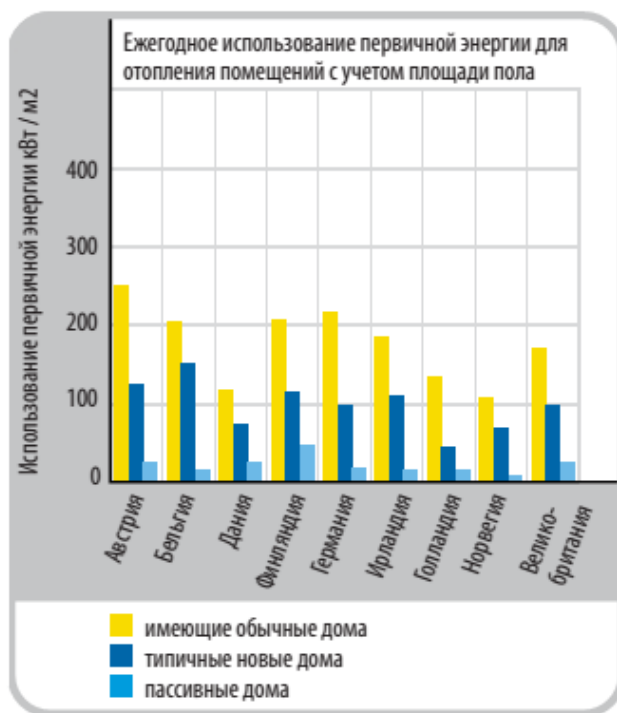


Рис. 1. Использование первичной энергии в разрезе по странам

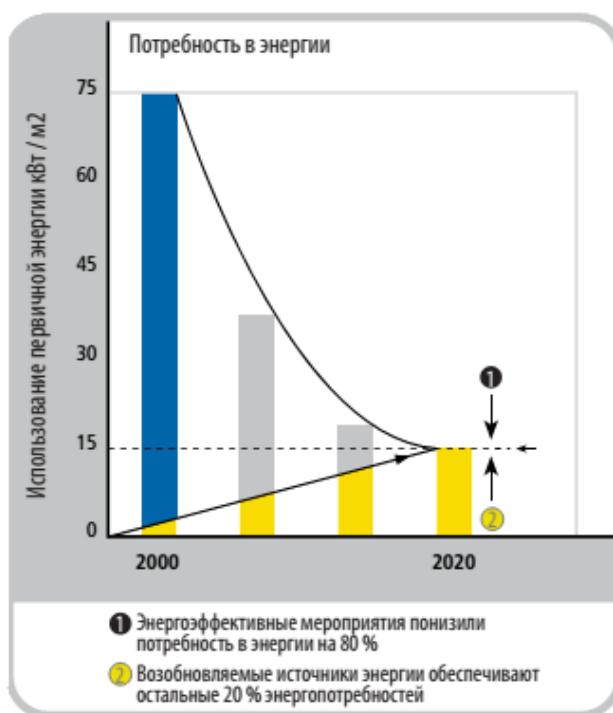


Рис. 2. Путь к достижению нулевого энергетического баланса зданий

Концепция Пассивного дома или, как ее еще называют в ЕС, стандарт строительства зданий с нулевым энергетическим балансом, стал широко распространенным и популярным в Европе решением, которое позволяет достичь существенного снижения энергопотребностей зданий. В декабре 2009 года Европейская комиссия достигла соглашения с парламентом и Советом Европы о том, что будут предприняты все возможные меры для того, чтобы с 2020 года все новые жилые здания и сооружения строились по стандартам, максимально приближенным к стандарту «нулевого энергетического баланса». Что касается общественных зданий, то эту цель планируют достичь двумя годами раньше. Кроме этого, до 2050 года все существующие здания должны стать зданиями с нулевым энергетическим балансом. Это обязательное решение для всех стран ЕС, которое было опубликовано в рамках Планов работ по энергоэффективности (NEEAP's). Помимо всего прочего, в этих Планах должны быть сформулированы конкретные целевые показатели процентного соотношения зданий с нулевым энергетическим балансом и остальных сооружений, а также обозначено то, как достичь этих показателей и отчитываться об их достижении.

Уже все знают об исключительной рациональности и экономичности решения повышения минимальных нормативных требований и строительстве более энергоэффективных и комфортабельных домов, которые бы обеспечили своих хозяев низкими суммами счетов за отопление и энергопотребление. Инсталляция или модернизация теплоизоляции является одной из лучших инвестиций с точки зрения экономии и экологии, которую только можно осуществить.

Страна/год	2009	2010	2012	2013	2015	2016	2020
Дания		-25% <sup>1)</sup>			-50% <sup>1)</sup>		-75% <sup>1)</sup>
Франция			LEB				E+
Германия	30%		-30% <sup>2)</sup>				NFFB
Голландия		-25% <sup>1)</sup>			-50% <sup>1)</sup>		ENB <sup>4)</sup>
Великобритания		-25% <sup>1)</sup>		-44% <sup>1)</sup>		NZEB <sup>4)</sup>	

LEB = Здание с низким энергопотреблением E+ = Здания с положительным энергетическим балансом NFFB = Дома, которые функционируют без использования горючего топлива ENB = Энергетически нейтральные дома NZEB = значение чистого CO2 составляет 0, включая отопление, освещение, а также все домашнее оборудование  
 1) Процент минимального уровня 2006 года 2) Стандарт Effinergie 3) Процент минимального уровня 2009 года 4) Уровень пассивных домов

Рис. 3. Запланированное внедрение стандартов низкого энергопотребления как минимальные требования в строительных нормах стран – членов ЕС

В России нормы, ориентированные на энергоэффективность зданий, появились в середине 1990-х годов. При создании СНиПов и ГОСТов наша страна учитывала опыт энергоэффективности жилищного строительства в развитых странах. Федеральные нормы энергоэффективности определяются в СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита здания» и СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты здания». Теплотехнические и энергетические показатели здания регулируют также ГОСТ 31166, ГОСТ 31167 и ГОСТ 31168.

В соответствии со СНиП «Энергосберегающая тепловая защита зданий» с 2004 года в проекты всех зданий полезной площадью более 100 кв. м должен быть обязательно включён раздел «Энергоэффективность». В этом разделе должны быть представлены сводные показатели энергоэффективности проектных решений в соответствующих частях здания с учётом заложенных в проекте энергоэффективности системы отопления и других энергосберегающих мероприятий. Сводные показатели энергоэффективности должны быть сопоставлены с нормативными показателями данных норм. Указанный раздел выполняется на утверждаемых стадиях предпроектной и проектной документации.

В феврале 2017 года немецкая компания Viessmann объявила о запуске своего первого производства в России, а именно в Особой Экономической зоне «Липецк». По оценке немецких специалистов, административная и промышленная зоны липецкого завода по техническому оснащению даже превосходят европейские предприятия. В административном здании завода применены энергосберегающие технологии и система «умное здание» на базе решений Viessmann [6].

Двухэтажное здание административно-бытового корпуса ООО «VISSMANN ЛИПЕЦК» имеет прямоугольную форму в плане размерами 101×15 м. Главный фасад ориентирован на северо-восток. Под офисным блоком на отметке -3.750, в осях 9-16 расположены пожарные резервуары и помещение насосной. Доступ осуществляется через обособленный выход из подвальной части, отделенный от основного объема лестничной клетки кирпичной перегородкой.

Конструктивная схема здания – монолитный железобетонный каркас, с монолитными фундаментами, колоннами, ребристыми плитами перекрытия и покрытия, диафрагмами, стенами лестничных клеток и лестницами. Жесткость и устойчивость каркаса здания в вертикальных плоскостях обеспечена изгибной жесткостью колонн, жестким узлом сопряжения колонны с фундаментом и балками перекрытий, ж/б монолитными диафрагмами жесткости, в горизонтальной плоскости жесткими дисками плит перекрытия и жестким диском покрытия. Шаг колонн принят 5 м на 7,3-7,6 м. Сечение колонн 400х400 мм. Балки перекрытий приняты по осям между колоннами сечением 600х300 мм, толщина плит принята 200 мм.



Рис. 4. 3D виды завода ООО «Viessmann Липецк»



В здании административно-бытового корпуса предусмотрены следующие мероприятия по энергосбережению:

- оснащение приборами учета энергетических и водных ресурсов. В соответствии с Приказом Минэкономразвития, класс точности приборов не ниже 0,5;

- установка узлов учета отпускаемой тепловой энергии на все теплотокки;
- преобразование и контроль параметров теплоносителей, в том числе по температурному графику;
- учёт тепловых потоков и расходов теплоносителей;
- защита систем от аварийного повышения параметров теплоносителей;
- соблюдение в котельной температуры теплоносителя в соответствии с температурным графиком;
- соблюдение в котельной температуры обратной воды в соответствии с температурным графиком;
- соблюдение в котельной расхода сетевой воды;
- соблюдение в котельной расхода подпиточной воды;
- контроль температуры в подающем трубопроводе ГВС  $t_{гвс}$ ;
- контроль температуры теплоносителя, возвращаемого из системы отопления;
- соблюдение расхода теплоносителя в системе отопления;
- соблюдение расхода подпиточной воды или несанкционированный водоразбор (слив) из тепловой сети;
- выбор толщины стенки всех трубопроводов произведен с учётом рабочих параметров, коррозионного износа, срока службы и допуском на изготовление;
- выбор минимальной толщины тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей определен по предельно допустимым значениям потерь тепловой энергии (нормами плотности теплового потока) для единицы длины трубопровода;
- присоединение систем отопления, теплоснабжения калориферов приточных установок и воздушно-тепловых завес в помещении теплового пункта выполнено отдельными ветками с установкой балансировочной, регулирующей и запорной арматуры;
- установка устройств автоматического регулирования подачи теплоты на отопление, теплоснабжение приточных установок и воздушно-тепловых завес;
- предусмотрены термостаты и измерители расхода потребляемой тепловой энергии, установленные на отопительных приборах и пультах управления воздушно-тепловых завес;
- автоматическое индивидуальное регулирование теплоотдачи отопительных приборов в помещениях с целью поддержания комфортных температурных условий и экономии тепловой энергии;
- энергосберегающими мероприятиями предусматривается рекуперация тепла;
- автоматическое поддержание расчетной температуры приточного воздуха в помещении и вентиляционном канале;
- все магистральные трубопроводы систем отопления, тепловые сети и воздухопроводы систем вентиляции оснащены тепловой изоляцией;
- предусмотрены стеклянные витражи из алюминиевого профиля Schuco, система Profile FW 50+ с двухкамерными стеклопакетами, энергосберегающие с фактором УФ 1,6 Вт/м<sup>2</sup>·К; снаружи предусмотрена установка горизонтальных раф-штор с автоматическим открыванием;
- установлены энергосберегающие осветительные приборы в местах общего пользования;
- установлены дверные доводчики (для всех дверей в местах общего пользования);
- выбор теплоизоляционных материалов в соответствии с характеристиками и параметрами, позволяющими обеспечить нормируемые значения сопротивления теплопередачи. В качестве утеплителя для наружных стен предусмотрено применение базальтовых плит; кровля утепляется базальтовым волокном в два слоя «в разбежку»; в качестве утеплителя полов над подвалом применяются пенополистирольные плиты;

В работе более детально рассмотрены ограждающие конструкции административно-бытового здания, а также их эффективное утепление. Выполнены теплотехнические расчеты ограждающих конструкций.

Теплотехнический расчет произведен в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. [1]

СП 131.13330.2012. Строительная климатология. [3]

СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. [2]

Исходные данные

1. Район строительства: г. Липецк
2. Назначение здания: административно-бытовое
3. Вид ограждающей конструкции: наружные стены
4. Относительная влажность воздуха:  $\varphi_{\text{в}}=55\%$
5. Расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания:  $t_{\text{в}}=20^{\circ}\text{C}$ .

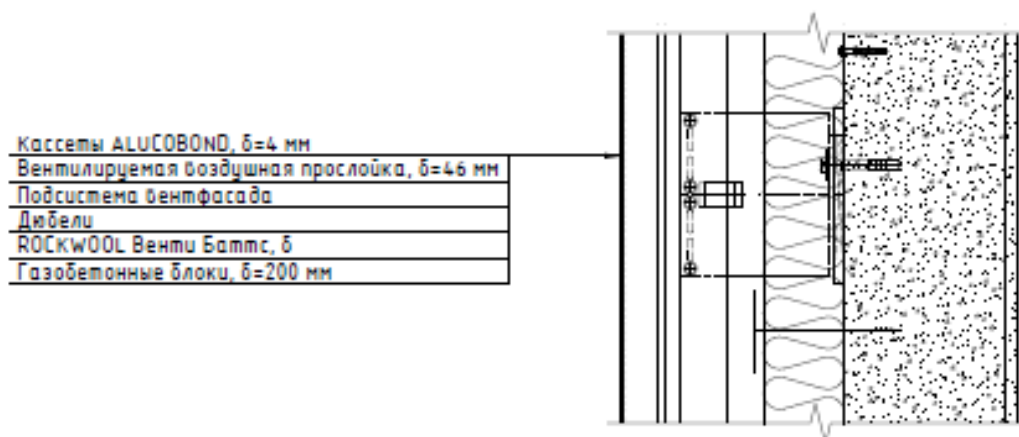


Рис. 5. Схема наружной стены

#### Расчет

При температуре внутреннего воздуха здания  $t_{\text{в}}=20^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха  $\varphi_{\text{в}}=55\%$  влажностный режим помещения устанавливается, как нормальный (см. табл. 1 [1]).

Определим базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче  $R_{\text{о}}^{\text{TP}}$  исходя из нормативных требований к приведенному сопротивлению теплопередаче [1] согласно формуле:

$$R_{\text{о}}^{\text{TP}} = a \cdot \text{ГСОП} + b,$$

где  $a$  и  $b$  - коэффициенты, значения которых следует принимать по данным [1] - (см. табл. 3) - для соответствующих групп зданий.

Так, для ограждающей конструкции вида - наружные стены и типа здания - административное и бытовое,  $a=0,0003$ ;  $b=1,2$ .

Определим градусо-сутки отопительного периода ГСОП,  $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$  (см. формулу (5.2) [1]):

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \cdot z_{\text{от}},$$

где  $t_{\text{в}}$  - расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{\text{в}}=20^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{\text{от}}$  - средняя температура наружного воздуха, принимается для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более  $8^{\circ}\text{C}$  для типа здания - административное и бытовое,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{\text{от}}=-3,4^{\circ}\text{C}$  (см. табл. 1 [3]);

$z_{\text{от}}$  - продолжительность отопительного периода, принимается по [3] - (см. табл. 1) для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более  $8^{\circ}\text{C}$  для типа здания - административное и бытовое, сут;  $z_{\text{от}}=202$  сут.

Тогда

$$ГСОП = (20 - (-3,4)) \cdot 202 = 4726,8^{\circ}\text{C}$$

По формуле в [1] – (см. табл.3) определяем базовое значение требуемого сопротивления теплопередачи  $R_0^{TP}$  ( $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ ):

$$R_0^{TP} = 0,0003 \cdot 4726,8 + 1,2 = 2,62 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}.$$

Липецк относится к зоне влажности - сухой, при этом влажностный режим помещения - нормальный, то в соответствии с [1] – (см. табл. 2) теплотехнические характеристики материалов ограждающих конструкций будут приняты, как для условий эксплуатации А.

Таблица 1

Характеристики материалов наружной стены

№ слоя	Конструктивные слои	Плотность, $\rho$ , $\text{кг}/\text{м}^3$	Толщина слоя, $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности, $\lambda$ , $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$	Термическое сопротивление, $R$ , $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$
1	ROCKWOOL Венти Баттс	90	$\delta_1$	0,038	$\frac{\delta_1}{0,038}$
2	Газобетонные блоки	600	0,2	0,22	0,91

Так как воздушная прослойка является не замкнутым пространством, согласно требованию [2, с.18] слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой и наружной поверхностью, в теплотехническом расчете не учитываются.

Вычисляем минимально допустимое (требуемое) термическое сопротивление утеплителя по формуле:

$$R_{ут}^{TP} = R_0^{TP} - (R_{в} + R_{н} + \sum R_i),$$

где  $\alpha_{int}$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций,  $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$ , принимаемый по [1] – (см. табл. 4).

$$\alpha_{int} = 8,7 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C};$$

$\alpha_{ext}$  - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкций для условий холодного периода, принимаемый по [1] – (см. табл. 6).

$$\alpha_{ext} = 10,8 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C};$$

$$R_{в} = \frac{1}{\alpha_{int}} = \frac{1}{8,7} - \text{сопротивление теплообмену на внутренней поверхности};$$

$$R_{н} = \frac{1}{\alpha_{ext}} = \frac{1}{10,8} - \text{сопротивление теплообмену на наружной поверхности}.$$

$$R_{ут}^{TP} = 2,62 - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{1}{10,8} + 0,91 \right) = 1,50 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}.$$

Вычисляем толщину утеплителя:  $\delta_{ут}^{TP} = \lambda_{ут} \cdot R_{ут}^{TP} = 0,038 \cdot 1,50 = 0,057 \text{ м}$ .

Принимаем толщину утеплителя 100 мм, исходя из принципов энергоэффективности и стандартных размеров и толщин плит утеплителя ROCKWOOL Венти Баттс [5].

Определяем условное сопротивление теплопередачи:

$$R_0^{усл} = \frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_{ext}};$$

$$R_0^{усл} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,1}{0,038} + 0,91 + \frac{1}{10,8} = 3,75 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}.$$

Приведенное сопротивление теплопередаче  $R_0^{TP}$ , ( $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ ) определим по [1] – (см. формулу 11):

$$R_0^{np} = R_0^{ycl} \cdot r,$$

где  $r$  - коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции, учитывающий влияние стыков, откосов проемов, обрамляющих ребер, гибких связей и других теплопроводных включений;  $r = 0,92$ .

Тогда

$$R_0^{np} = 3,75 \cdot 0,92 = 3,45 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Величина приведённого сопротивления теплопередаче  $R_0^{np}$  больше требуемого  $R_0^{TP}$  ( $3,45 > 2,62$ ), следовательно представленная ограждающая конструкция соответствует требованиям по теплопередаче.

В качестве утеплителя наружных стен используется изоляция ROCKWOOL ВЕНТИ БАТТС – это жесткие гидрофобизированные теплоизоляционные плиты на синтетическом связующем, изготовленные из каменной ваты на основе горных пород базальтовой группы.

Плиты из каменной ваты ВЕНТИ БАТТС предназначены для применения в качестве теплоизоляционного слоя в навесных фасадных системах с воздушным зазором при однослойном выполнении изоляции или в качестве наружного слоя при двухслойном выполнении изоляции.

Плиты ВЕНТИ БАТТС могут применяться без установки ветрозащитных пленок.

Механическое крепление осуществляется специальными тарельчатыми дюбелями. Дюбели должны заглубляться в основание минимум на 30 мм. Количество дюбелей рассчитывается разработчиком фасадной системы [7].

Таблица 2

Технические характеристики изоляции ROCKWOOL ВЕНТИ БАТТС

Параметр	Значение
Плотность	90 кг/м <sup>3</sup>
Теплопроводность	$\lambda_{10} = 0,035 \text{ Вт/(м·К)}$
Теплопроводность	$\lambda_{25} = 0,037 \text{ Вт/(м·К)}$
Теплопроводность	$\lambda_A = 0,038 \text{ Вт/(м·К)}$
Теплопроводность	$\lambda_B = 0,040 \text{ Вт/(м·К)}$
Группа горючести	НГ
Прочность на сжатие при 10% деформации, не менее	15 кПа
Предел прочности на отрыв слоев, не менее	4 кПа
Водопоглощение при кратковременном и частичном погружении, не более	1,0 кг/м <sup>2</sup>
Паропроницаемость, не менее	$\mu = 0,30 \text{ мг/(м·ч·Па)}$
Класс пожарной опасности материала	КМ0

Проанализировав основные технические характеристики представленного теплоизоляционного материала, можно сделать вывод, что теплозащита здания выполнена на высоком уровне и соответствует мировым стандартам.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий [Текст] – Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Москва: ФАУ «ФЦС», 2012. – 100 с.

2. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий [Текст] – Москва: ФГУП ЦПП, 2004. – 145 с.
3. СП 131.13330.2012. Строительная климатология [Текст] – Актуализированная редакция СНиП 23-02-99\*. – Москва: ФАУ «ФЦС», 2015. – 124 с.
4. СП 44.13330.2011. Административные и бытовые здания [Текст] - Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87 – Москва: ФГУП ЦПП, 2011. – 30 с.
5. Наружные стены, стены подвала, покрытия, чердачные перекрытия, перегородки, ограждающие конструкции мансард и полы с теплоизоляцией из плит из каменной ваты ROCKWOOL [Текст] // Материалы для проектирования. Чертежи узлов. Шифр М24.26/07. – Москва, 2013. - 388 с.
6. Интервью Франка Хёна, директора по качеству завода Viessmann в Митенвальде [Электронный ресурс]. - Режим доступа [www. URL: http://www.viessmann.ru/ru/prensa/ezednevnaa-pressapublicnye-izdania/Presse-170301.html](http://www.viessmann.ru/ru/prensa/ezednevnaa-pressapublicnye-izdania/Presse-170301.html) - 17.02.17.
7. Rockwool – негорючая изоляция [Электронный ресурс]. - Режим доступа [www. URL: http://www.rockwool.ru/](http://www.rockwool.ru/) - 24.02-17.

Ключевые слова: энергосбережение, учет энергии, теплоизоляция.

Сведения об авторах:

Бугузова Маргарита Александровна, старший преподаватель кафедры архитектуры Липецкого государственного технического университета.

Лунева Дарья Сергеевна, магистрант кафедры архитектуры Липецкого государственного технического университета.

E-mail: [kaf-arch@stu.lipetsk.ru](mailto:kaf-arch@stu.lipetsk.ru)

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК 72

## **СИСТЕМА АКТИВНОГО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ С РЕКУПЕРАЦИЕЙ ТЕПЛА ДЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ**

Липецкий государственный технический университет

М.А. Бугузова, А.А. Отрепьева

В работе рассматриваются системы активного энергосбережения (САЭ). К САЭ относятся системы, которые используют вторичные энергоресурсы, нетрадиционные и возобновляемые источники энергии, а также авторегулирование при изменении условий снаружи и внутри зданий.

### **1. Принцип действия системы «активного» энергосбережения (САЭ) с рекуперацией тепла**

В основу метода активного энергосбережения положено совмещение САЭ с рекуперацией и утилизацией вторичных энергетических ресурсов, а также использование возобновляемых источников энергии. Используются методы рекуперации уходящего тепла (трансмиссионного и радиационного) через наружные ограждения, дополнительная утилизация низкопотенциального тепла вентиляционных выбросов в условиях



существующей вентиляции и при использовании теплообменников с обменом тепла и влаги. А также применение ветровых дефлекторов и теплохладоаккумуляции с использованием солнечной энергии, поступление которой регулируется солнцезащитными и теплоотражающими устройствами [1-4].

Основной принцип действия системы рекуперации трансмиссионного тепла (за счет теплопередачи и конвекции) и радиационного тепла (тепловое излучение) заключается в особой организации условий поступления потока наружного воздуха и дальнейшего прохождения его через конструкцию ограждения. В воздушном промежутке создаётся воздушная завеса из холодного наружного воздуха, максимально охлаждающая поверхности, слои, теплоотражающие экраны и гибкие связи, которые передают тепло в атмосферу. Здание снаружи становится более холодным, уходящее ранее тепло передаётся входящему воздуху, используемому для вентиляции в нормируемом объёме. Тепло и влага вентиляционных выбросов может передаваться входящему воздуху посредством эффективных малогабаритных рекуператоров, встроенных в строительные конструкции.

Общая схема работы ограждающей конструкции для системы активного энергосбережения приведена на рис. 1 на примере использования светопрозрачной конструкции (аналогичный принцип может быть применен и для других ограждающих конструкций).

Таким образом, поток наружного воздуха одновременно используется для нескольких целей:

- необходимой вентиляции и повышения уровня комфортности микроклимата помещений;
- улучшения теплозащиты как своеобразный дополнительный утеплитель;
- активной рекуперации тепла в помещении как удобного, безопасного и дешевого теплоносителя, который осуществляет теплосъём со всего, что передает тепло в атмосферу, повышая теплотехническую однородность и долговечность наружных ограждающих конструкций.

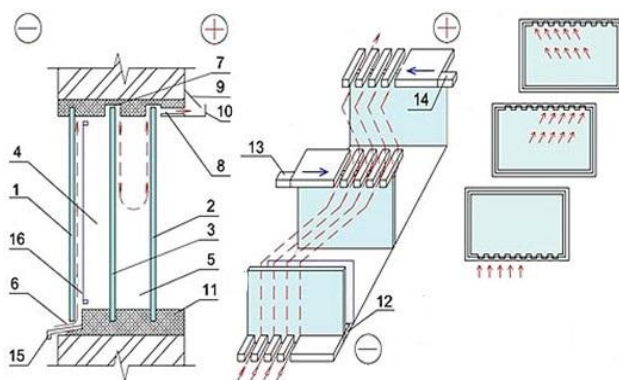


Рис. 1. Использование светопрозрачных конструкций при проектировании системы «активного» энергосбережения (САЭ):

1 - внешнее остекление; 2 – внутренне остекление; 3 – промежуточное остекление; 4 – наружное межстекольное пространство; 5 – внутренне межстекольное пространство; 6 – входные отверстия; 7 – вентиляционные отверстия; 8 – выходные отверстия; 9 – обратный клапан; 10 – козырек; 11 – оконная коробка; 12 – регулирующее устройство входящего воздуха; 15 – отлив; 16 – теплоотражающий экран

При использовании систем «активного» энергосбережения в зданиях различного назначения можно значительно снизить теплопотери через ограждающие конструкции, а также в вентиляционных системах. Возможная экономия показана на рис. 2. Также возможно снизить удельные расходы на отопление до показателей, предусмотренных для европейских «пассивных» домов, что значительно лучше планов Правительства РФ по энергосбережению, намеченных на 2020 год.

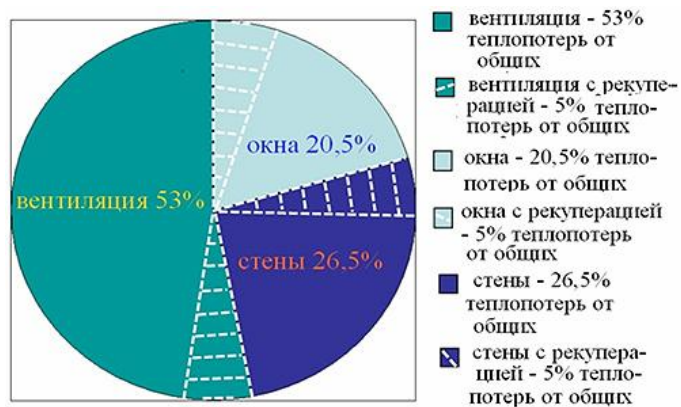


Рис. 2. Диаграмма теплопотерь в многоэтажных домах типовых серий до и после внедрения системы «активного» энергосбережения

Этот уровень снижения теплопотерь представляется несколько фантастическим на сегодняшний день, однако может быть достигнут при применении предлагаемых систем «активного» энергосбережения.

На рис. 3 приведена принципиальная схема совместного функционирования приточно-вытяжной установки и энергоэффективных вентилируемых ограждающих конструкций (ЭВОК) здания. В варианте, показанном на этой схеме, рассматривается децентрализованная поквартирная приточно-вытяжная вентиляция с обменом тепла и влаги, а также наружные ограждающие конструкции, состоящие из двух слоев: внутренней конструкции, внешней облицовки (остекления) и теплоотражающего экрана внутри воздушного потока. Приток и выброс использованного воздуха происходит через внешние вентиляционные шахты, размещенные на фасаде здания. Это позволяет несколько увеличить жилую площадь, а также отказаться от теплого чердака.

Приточный очищенный воздух поступает из вертикальной шахты и разводится по каналам в нижней части ЭВОК. Известно, что чем эффективней теплоотражающий экран, тем сильнее нагревается он под воздействием теплового излучения. Поэтому, когда экран находится в более холодной зоне и постоянно охлаждается потоком холодного воздуха с последующей рекуперацией тепла в помещение, теплотехнический эффект повышается. Как показывают исследования, за время прохода вверх воздушный поток нагревается примерно на 3-5°C (в отсутствие теплосъема - на 12-15°C). Далее воздух собирается каналом и поступает в воздуховоздушный рекуператор, где обменивается теплом и влагой с вентиляционными выбросами. Примерное распределение температуры при прохождении потоков воздуха по системе, также показано на рис. 6. Следует отметить, что после вертикального участка со съемом тепла, уходящего в атмосферу, можно предусматривать

установку дополнительных теплообменников и теплохладоаккумуляторов для повышения энергетической эффективности системы «активного» энергосбережения. Поток воздуха в помещение целесообразно направлять по потолку, что повышает комфортность для обитателей.

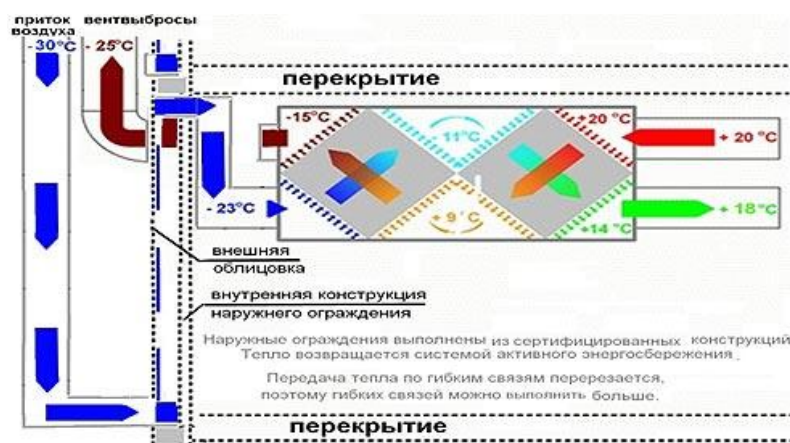


Рис. 3. Схема совместного функционирования приточно-вытяжной установки энергоэффективной вентиляруемой ограждающей конструкции здания (ЭВОК)

## 2. Эффективность инновационного технического решения системы «активного» энергосбережения

Актуальность перехода от неуправляемой инфильтрации наружного воздуха к организованной регулируемой подаче через специальные приточные устройства при условии сохранения комфортного микроклимата в помещении диктуется экономическими и гигиеническими положениями соответствующих нормативных документов.

Эффективность предлагаемого инновационного технического решения определяется возможностью создания специальных условий теплоотражения и плоской струи наружного воздуха, прилегающей к наружному экрану.

На внутренней поверхности наружного остекления (или облицовочной панели) происходит срыв конвективного потока плоским (полуограниченным, затопленным) потоком поступающего холодного воздуха (своеобразной воздушной завесой) с активным теплосъемом со всех поверхностей, слоев, теплоотражающих экранов и гибких связей, которые передавали тепло в атмосферу.

Этот процесс известен как «эффект Коанда» - физическое явление, названное в честь румынского ученого Анри Коанда, обнаружившего в 1932 году, что струя жидкости, вытекающая из сопла, расположенного у стенки, стремится отклониться по направлению к этой стенке и при определенных условиях прилипает к ней. Это объясняется тем, что боковая стенка препятствует свободному поступлению воздуха с одной стороны струи, создавая вихрь в зоне пониженного давления.

Основной принцип действия эффекта Коанда в ограждающих конструкциях показан на рис. 4.

Между движущимся потоком и твердой плоской поверхностью образуется зона разрежения, которая заставляет поток (ламинарный и турбулентный) «прилипнуть» к

плоской поверхности. В случае плоского турбулентного потока в установившемся режиме эффективность теплообмена между потоком и плоскостью повышается многократно. Этот эффект применяют и в проектировании систем кондиционирования для создания эффекта прилипания к потолку струи воздуха для лучшей циркуляции воздуха в помещении.

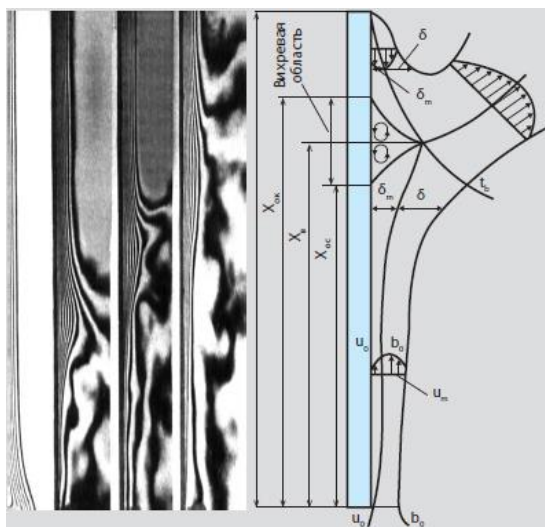


Рис. 4. Принцип действия эффекта Коанда в ограждающих конструкциях

Основные процессы, происходящие в воздушной прослойке энергоэффективных вентилируемых ограждающих конструкций при организованной подаче в нее струи наружного воздуха, следующие:

- срыв поступающей воздушной струей падающего конвекционного потока;
- прилипание поступающей воздушной струи к наружной поверхности ограждения за счет эффекта Коанда;
- обеспечение принципа диагональности прохождения плоского воздушного потока за счет разнесения притока и вытяжки воздуха по различным углам конструкции;
- повышение эффективности теплосъема со всех теплоотдающих слоев с помощью плоской прижатой турбулентной воздушной завесы;
- повышение тепловой однородности ограждающей конструкции за счет практически полного исключения утечек тепла по связям (мостикам), что позволяет применять в ЭВОК материалы с большей теплопроводностью;
- охлаждение теплоотражающих поверхностей и экранов, в том числе с активной рекуперацией (возвратом) уходящего из здания тепла.

Данные энергоэффективные вентилируемые ограждающие конструкции невозможно оценивать только по приведенному сопротивлению теплопередаче  $R_0$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ , так как в процессе эксплуатации они функционируют во внешних условиях, которые изменяются в широком диапазоне. При этом вентилирование и теплосъем в воздушной прослойке осуществляются наружным воздухом в режиме приточных устройств системы приточно-вытяжной вентиляции.

Для оценки описываемых в рамках настоящей работы конструкций ЭВОК предлагаются (дополнительно к существующим) еще два показателя:

- коэффициент уменьшения плотности теплового потока ( $K_{уп}$ ) при прохождении в центральной зоне ограждающей конструкции. Коэффициент показывает, насколько уменьшается тепловой поток и, соответственно, повышаются теплотехнические характеристики модуля ограждающей конструкции, и определяется как  $K_{уп} = q_{т(ц)}/q_{х(ц)}$ .

- коэффициент рекуперации (возвращения) теплового потока ( $K_{рп}$ ), который определяется в процентах от плотности входящего теплового потока:  $K_{рп} = [(q_{т(ц)} - q_{х(ц)})/q_{т(ц)}] \cdot 100 \%$ , где  $q_{т(ц)}$  и  $q_{х(ц)}$  – плотность теплового потока на поверхностях ограждающей конструкции соответственно с теплой и с холодной стороны (индекс «ц» – в центральной зоне модуля ограждающей конструкции).

Следует отметить, что ЭВОК может успешно функционировать и в жаркое летнее время в режиме кондиционирования с защитой от солнца и перегрева помещения. Поэтому представляется целесообразным оценивать ЭВОК и комплексную САЭ в общепринятом порядке по реальному удельному энергопотреблению здания на отопление и вентиляцию за целый год эксплуатации [5-7].

### 3. Светопрозрачные ограждающие конструкции в системе «активного» энергосбережения

Впервые опыты по повышению теплотехнической эффективности светопрозрачных ограждающих конструкций за счет использования продольно-поперечной вентиляции межстекольного пространства с последующим применением рекуперации были проведены В.С.Беляевым в 1988 году. Были получены очень высокие значения теплотехнической эффективности оконных блоков –  $2.27 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ . Однако в то время эти работы не могли быть продолжены. Только в последние годы это направление повышения энергетической эффективности ограждающих конструкций получило дальнейшее развитие.

В 2010 – 2012 годах были проведены серии экспериментов в климатических камерах НИИ строительной физики РААСН по определению эффективности принципиально новых ограждающих конструкций, разработанных для использования в системе «активного» энергосбережения.

Принципиальная схема базовой модели экспериментального образца, на котором проведены три серии испытаний в климатических камерах, представлена на рис. 5. Образец представлял собой вентилируемое деревянное окно с тройным остеклением из листового стекла и съёмным теплоотражающим экраном.

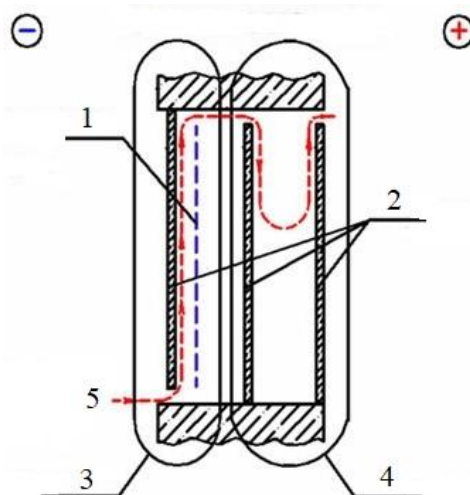


Рис. 5. Схема базовой модели экспериментального образца светопрозрачной конструкции:

1 – теплоотражающий экран; 2 – три слоя материала; 3 – функциональная часть Ф1-б; 4 – функциональная часть Ф2-б; 5 – направление приточного воздуха

Результаты экспериментов представлены на рис. 6 для семи различных вариантов остекления, теплоотражающих экранов и режимов вентиляции.

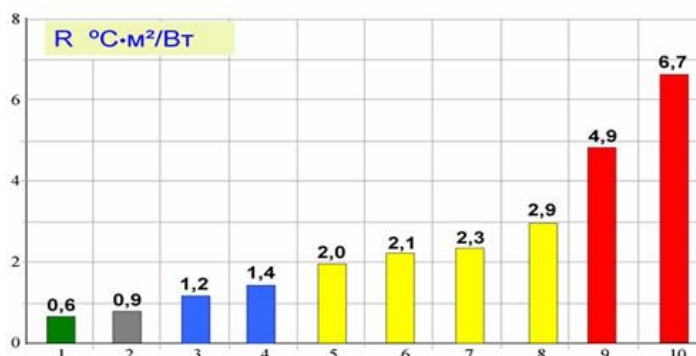


Рис.6. Теплотехническая эффективность (сопротивление теплопередаче) R светопрозрачных конструкций при различных вариантах исполнения оконного блока и параметров экспериментальных исследований в НИИСФ

Максимальное значение теплотехнической эффективности такого довольно несложного окна с обеспечением вентиляции межстекольного пространства составило 6.7 м², °С /Вт, что в несколько раз выше показателей наиболее эффективных современных светопрозрачных конструкций.

На основе проведенных испытаний и исследований были разработаны различные схемы светопрозрачных конструкций, которые возможно использовать в системе «активного» энергосбережения. В частности, на рис. 7 представлен вариант светопрозрачной конструкции из ПВХ - профиля. Окно состоит из двух автономных оконных коробок с различными вариантами светопрозрачных заполнений, в том числе теплоотражающими. Воздушный поток проходит между коробками с регулированием заслонками и выходит в помещение через распределитель или рекуператор.

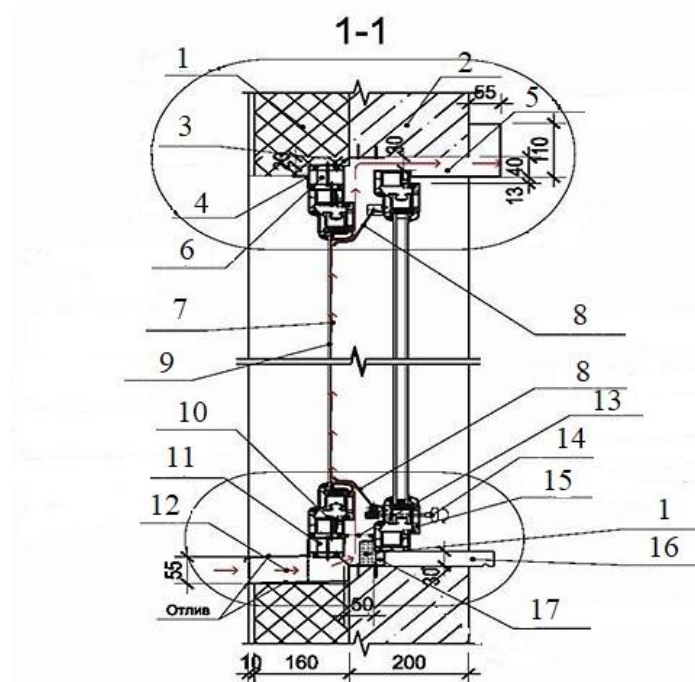


Рис. 7. Вариант решения светопрозрачной конструкции для использования в системе «активного» энергосбережения:

1 – утеплитель; 2 – стена; 3 – анкерная пластина; 4 – нащельник; 5 – распределитель входного воздуха; 6 – расширительный профиль ЕСО 60; 7 – направление движения приточного воздуха; 8 – регулируемая заслонка; 9 – вар. 1 обычное стекло, вар. 2 К-стекло; 10 – наружный оконный блок; 11 – расширительный профиль; 12 – вход наружного воздуха; 13 – входной фильтр приточного воздуха; 14 – ручка для регулирования заслонки; 15 – внутренний оконный блок; 16 – подоконник; 17 – дополнительный профиль

#### 4. Навесные фасадные системы с воздушным вентилируемым зазором и активной рекуперацией теплового потока

Одним из наиболее распространенных вариантов реконструкции ограждающих конструкций существующих зданий является использование навесных фасадных систем с воздушным вентилируемым зазором (НФС с ВВЗ). Именно такой вариант является необычайно удобным для преобразование в ЭВОК.

В частности, одной из проблемных зон в многоэтажных зданиях являются остекленные лоджии. Возможна модернизация этих элементов здания с применением ЭВОК, обеспечивающая (помимо значительного снижения теплотерь через остекленные элементы лоджий) их использование в качестве элемента вентиляционной системы помещений (рис. 8).

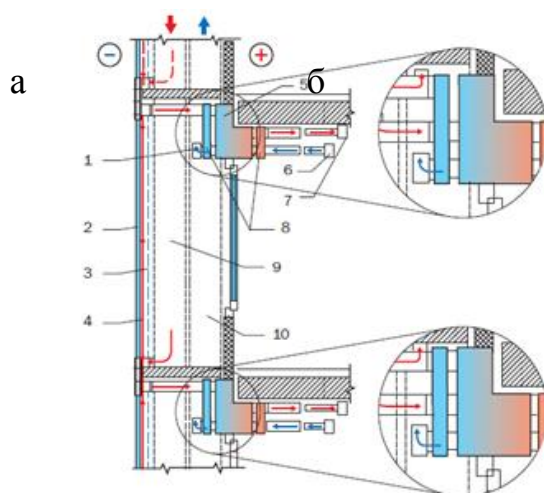


Рис. 8. Схема энергоэффективной вентилируемой ограждающей конструкции здания с децентрализованной приточно-вытяжной системой вентиляции (с использованием пространства лоджии):

А – зимний режим; б – летний режим;

1 – переход в вентиляцию выбросного воздуха; 2 – наружная облицовка фасада; 3 – теплоотражающий экран; 4 – движение приточного воздуха; 5 – рекуператор-теплообменник; 6 – вытяжная решетка; 7 – приточная решетка; 8 – секции теплохладоаккумуляторов; 9 – вентиляционная шахта приточного воздуха с поддуванием ветровым дефлектором на крыше; 10 – вентиляционная шахта выбросного воздуха с вытяжным дефлектором на крыше

На рис. 9 представлены возможные варианты конструкций стен с навесной фасадной системой с вентилируемым воздушным зазором (НФС ВВЗ). Возможно использование фиброцементных и асбестоцементных плит с декоративным покрытием, а также иных известных облицовочных материалов. Варианты предлагаемого технического решения можно реализовать с использованием облицовочных панелей и вентилируемого воздушного зазора, а также за счет размещения в слое утеплителя дополнительного воздушного зазора с теплоотражающим экраном. Один из представленных вариантов с использованием однослойной железобетонной панели и организованным вентилируемым воздушным зазором удобен при реконструкции существующих зданий.

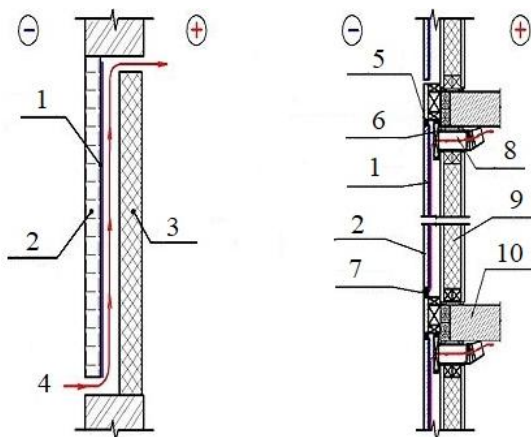


Рис. 9. Варианты решения навесных вентилируемых фасадов для использования в системе «активного» энергосбережения



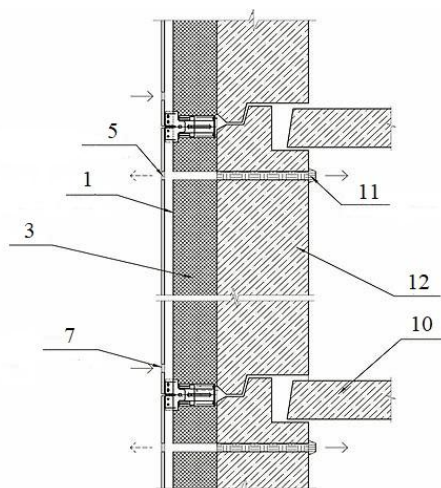


Рис. 9. Окончание. Варианты решения навесных вентилируемых фасадов для использования в системе «активного» энергосбережения:

1 – теплоотражающий экран; 2 – панель вентфасада; 3 – утеплитель; 4 – направление движения приточного воздуха; 5 – вентиляционное отверстие летнего режима; 6 – вентиляторный узел шумозащищенный; 7 – вход приточного воздуха; 8 – шумозащищенный канал; 9 – внутренняя навесная панель; 10 – панель перекрытия; 11 – вход наружного воздуха в помещение или в рекуператор; 12 – ж/б стеновая панель

Начиная с 2010 года проводится натурный эксперимент по применению и оценке эффективности системы «активного» энергосбережения. В двухкомнатной квартире (общая площадь 57 кв. м) на 10-м этаже 22-х этажного дома в г. Москве оборудована система, где верхняя часть окна работает на приток воздуха в комнату, а нижняя часть - на вытяжку. Мониторинг работы смонтированной системы показывает, что светопрозрачная конструкция обеспечивает комфортный режим микроклимата во всей квартире.

Полученные результаты экспериментальной оценки эффективности элементов системы «активного» энергосбережения достаточно интересны, однако требуют дополнительного исследования и оценки.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Система активного энергосбережения с рекуперацией тепла [Текст] / Т.А. Ахмяров [и др.] // Энергосбережение. – 2013. – №4. – С. 36 – 46.
2. Ахмяров, Т.А. Принципы проектирования и оценки наружных ограждающих конструкций с использованием современных технологий «активного» энергосбережения и рекуперации теплового потока [Текст] / Т.А. Ахмяров, А.В. Спиридонов, И.Л. Шубин // Жилищное строительство. – 2014. - №6. – С. 8-13.
3. Беляев, В.С. Децентрализованная приточно-вытяжная система вентиляции с рекуперацией тепла [Текст] / В.С. Беляев, В. Лобанов, Т.А. Ахмяров // Жилищное строительство. – 2011. - №3. – С.73-77.
4. Свод правил: СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23–02–2003: нормативно–технический материал [Текст] – Москва; 2012. – 139 с.
5. Файст, В. Основные положения по проектированию пассивных домов. Перевод с немецкого с дополнениями под редакцией А.Е. Елохова [Текст] / В. Файст. – Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. – 144 с.

6. Шубин, И.Л. Законодательство по энергосбережению в США, Европе и России. Пути решения [Текст] / И.Л. Шубин, А.В. Спиридонов // Научно–технический журнал «Вестник МГСУ». – 2011. – № 3. – Т. 1. – С. 4–14.

7. Эрнст, Т. Пассивный дом. Понятие и основные принципы проектирования пассивного дома [Текст] / Т. Эрнст // BuilderClub. – 2011.

Сведения об авторах:

Бутузова Маргарита Александровна, старший преподаватель кафедры архитектуры Липецкого государственного технического университета.

Отрепьева Анна Анатольевна, магистрант кафедры архитектуры Липецкого государственного технического университета.

Ключевые слова: системы активного энергосбережения (САЭ), рекуперация тепла и влаги, энергоэффективные ограждающие конструкции.

E-mail: kaf-arch@stu.lipetsk.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30

УДК 531/534

## **КОЭФФИЦИЕНТЫ ИНТЕНСИВНОСТИ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ РАСКЛИНИВАЮЩИХ СИЛ ДЛЯ ПОЛОСЫ С ПОПЕРЕЧНОЙ ТРЕЩИНОЙ**

Липецкий государственный технический университет

А.И. Складнев, Г.Н. Попова

Рассматривается метод определения коэффициента интенсивности напряжений при действии расклинивающей силы для полосы с поперечной трещиной, расположенной произвольно относительно продольной оси, который позволяет для небольших трещин найти его значение с погрешностью менее 5%.

Механика разрушения находит всё возрастающее применение в расчётах прочности и долговечности конструкций, в том числе строительных. Использование методов механики разрушения позволяет оценить влияние дефектов типа трещин на несущую способность конструкций, определить остаточный срок службы, найти критические размеры трещин в конструкциях. Широкому внедрению методов механики разрушения в практику проектирования препятствует отсутствие надёжных способов определения одного из основных параметров – коэффициента интенсивности напряжений (КИН), характеризующего напряжённое состояние в вершине трещины и зависящего от напряженного состояния конструкции в целом и характера расположения трещины.

Расчётные формулы для относительно простых случаев приведены в специальных справочниках [1, 2], однако рассмотрены не все варианты расположения трещин в конструкциях, а многие решения не пригодны для инженерных расчётов ввиду громоздкости и сложности аналитических выражений.

В данной статье предлагается вариант определения КИН в полосе, нагруженной расклинивающей сосредоточенной силой. Указанный вариант нагружения полосы с трещиной не встречается в реальных конструкциях, однако определение КИН для данного

случая дает универсальную основу для перехода к любым эпюрам напряжений, приложенным к берегам трещины.

Схема полосы с поперечной трещиной и расклинивающей силой показана на рис. 1.

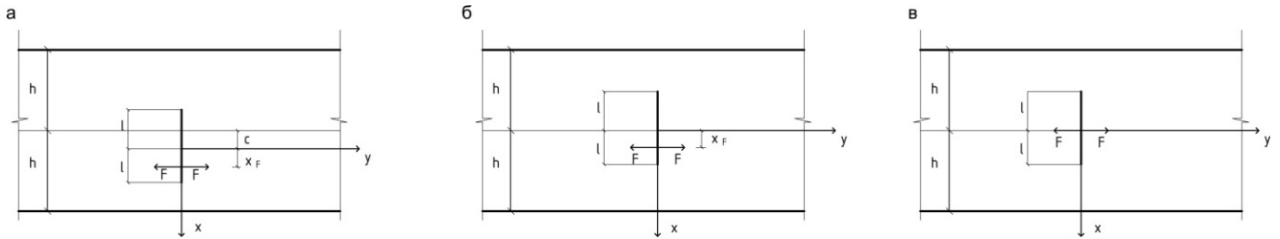


Рис. 1. Расчётные схемы к определению КИН в полосе:

а – расклинивающая сила приложена в произвольной точке нецентральной поперечной трещины; б – то же, для центральной трещины; в – то же, при расположении расклинивающей силы вдоль продольной оси.

В настоящее время известно точное аналитическое определение КИН ( $K_I^\pm$ ) для пластины единичной толщины с бесконечными размерами с трещиной, к берегам которой приложены две сосредоточенные силы или одна расклинивающая сила  $F$  [3]:

$$K_I^\pm = \frac{F}{\sqrt{\pi l}} \cdot \sqrt{\frac{l+x_F}{l-x_F}}, \quad (1)$$

где  $l$  - полудлина трещины;  $x_F$  - координата расположения расклинивающей силы; знак “+” в  $K_I^\pm$  относится к нижней вершине трещины, знак “-” - к верхней вершине трещины.

Ценность решения (1) заключается в том, что если расклинивающие силы представить в виде напряжений  $\sigma$ , распределенных на участке  $dx$  ( $F = \sigma \cdot dx$ ), то можно путем интегрирования найти КИН для любого закона распределения нагрузок вдоль берегов трещины. Такой подход в сочетании с принципом суперпозиции соответствует методу объемных (массовых) сил и широко используется в вычислительной механике разрушения. Однако в реальных конструкциях пластины бесконечных размеров не встречаются, поэтому к решению задачи по (1) должны быть внесены корректирующие поправки.

Для трещин, расположенных в полосе центрально с приложенной к её берегам расклинивающей силы, приближенная формула для КИН получена в [4]:

$$K_I^\pm = \frac{\sqrt{\pi l}}{2} \left[ 1 + 0,297 \sqrt{1 - \left(\frac{x_F}{l}\right)} \cdot \left(1 - \cos \frac{\pi l}{2}\right) \right] \cdot \sqrt{\frac{\pi l}{2}} \left[ 1 \pm \frac{\sin \frac{\pi \bar{x}_F}{2}}{\sin \frac{\pi \bar{l}}{2}} \right] / \sqrt{1 - \left(\frac{\cos \frac{\pi \bar{l}}{2}}{\cos \frac{\pi \bar{x}_F}{2}}\right)^2}, \quad (2)$$

где  $\bar{l} = l/h$  - относительная полудлина трещины;  $\bar{x}_F = x_F/h$  - относительная координата расклинивающей силы;  $h$  - полуширина пластины.

Формула (2) является в настоящее время единственной, когда расклинивающая сила приложена не вдоль продольной оси полосы, однако её недостатки очевидны:

- если  $h \rightarrow \infty$  или  $l \rightarrow 0$  (что соответствует переходу от полосы к пластине с бесконечными размерами), то мы не получим точное решение, представленное уравнением (1);

- формула (2) неудобна для практического применения при наличии распределённых напряжений, расположенных вдоль трещины – её использование для интегрирования в этом случае затруднительно.

В общей постановке эмпирическая формула должна иметь вид:

$$K_I^\pm = \frac{F}{\sqrt{\pi l}} \cdot \sqrt{\frac{\bar{l} \pm x_F}{\bar{l} \mp x_F}} \cdot f(\bar{l}, \bar{c}), \quad (3)$$

где  $\bar{c} = c/h$  ( $\bar{c}$  и  $c$  относительное и абсолютное расстояние от оси полосы до середины поперечной трещины – см. рис. 1, а).

Формула (3) должна допускать сравнительно простое интегрирование по  $x$ , а функция  $f(\bar{l}, \bar{c})$  в формуле (3) при  $h \rightarrow \infty$  или  $l \rightarrow 0$  должна стремиться к 1. Такими свойствами в полной мере обладает предлагаемая формула [5]:

$$K_I^\pm = \frac{F}{\sqrt{\pi l}} \cdot \sqrt{\frac{\bar{l} \pm x_F}{\bar{l} \mp x_F}} \cdot \sqrt{\frac{1 + \left(\frac{\bar{l}}{1 \mp \bar{c}}\right)^n}{1 - \left(\frac{\bar{l}}{1 \mp \bar{c}}\right)^m}}. \quad (4)$$

Знак “+” во втором подкоренном выражении относится к нижней вершине трещины, знак “-” - к верхней вершине трещины.

В формуле (4) показатели степени  $n$  и  $m$  вариативны. Последующий сравнительный анализ результатов определения КИН показал, что наилучшие результаты достигаются при  $n = 2$  и  $m = 3$ .

Если положить  $\bar{c} = 0$ , то получим задачу о центральной трещине в полосе, испытывающей действие расклинивающих сил (рис. 1, б):

$$K_I^\pm = \frac{F}{\sqrt{\pi l}} \cdot \sqrt{\frac{\bar{l} + x_F}{\bar{l} - x_F}} \cdot \sqrt{\frac{1 + \bar{l}^2}{1 - \bar{l}^3}}. \quad (5)$$

Результаты расчетов КИН по формулам (2) и (5) приведены для нижней вершины в табл. 1.

Таблица 1

Значения  $\frac{K_I^+ \sqrt{\pi l}}{F}$  для полосы с центральной трещиной при действии произвольно расположенной расклинивающей силы, расположенной вдоль продольной оси (верхняя строка – по формуле 4, нижняя – по формуле 2)

$\bar{l}$	$\bar{x}_F$								
	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0	0,1	0,2	0,3	0,4
0,1					0	1,0055	$\infty$		
					0	1,0120	$\infty$		
0,2				0	0,5912	1,0239	1,7735	$\infty$	
				0	0,5920	1,0489	1,8060	$\infty$	
0,3			0	0,4733	0,7484	1,0584	1,4958	2,3667	$\infty$
			0	0,4582	0,7670	1,1143	1,5735	2,4118	$\infty$
0,4		0	0,4208	0,6427	0,8623	1,1132	1,4372	1,9282	2,9454
		0	0,3808	0,6395	0,9118	1,2147	1,5732	2,0571	2,9651
									$\infty$

Для частного случая, когда расклинивающая сила расположена на продольной оси ( $\bar{x}_F = 0$ , рис.1в), имеется целый ряд методов определения КИН, в частности:

$$\text{- по [6]} \quad K_I = \frac{F}{\sqrt{\pi l}} \cdot \left( +0,689\bar{l}^2 + 0,2144\bar{l}^4 - 0,0702\bar{l}^6 \right) \sqrt{1-\bar{l}^2}; \quad (6)$$

$$\text{- по [7]} \quad K_I = \frac{F}{\sqrt{\pi l}} (1 + 1,189\bar{l}^2 + 0,9342\bar{l}^4). \quad (7)$$

Таблица 2

Значения  $\frac{K_I^+ \sqrt{\pi l}}{F}$  для полосы с центральной трещиной при действии

расклинивающей силы, расположенной вдоль продольной оси

$\bar{l}$ формула	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
(5)	1,0	1,0055	1,0239	1,0584	1,1320	1,1952	1,3171	1,5059	1,8332
(2)	1,0	1,0120	1,0489	1,1143	1,2147	1,3623	1,5802	1,9161	2,4922
(6)	1,0	1,0120	1,0491	1,1151	1,2172	1,3680	1,5910	1,9340	2,5179
(7)	1,0	1,0120	1,0491	1,1146	1,2143	1,3558	1,5493	1,8072	2,1440

Сопоставление результатов расчёта по табл. 1 показывает, что расхождения между двумя методами определения КИН возрастает вместе с увеличением длины трещины. Очевидно, что в реальных конструкциях вертикальные трещины в балках и балочных конструкциях не следует допускать слишком большими – в действительности длина вертикальной трещины не должна превышать (0,1...0,3)  $h$ . В этом диапазоне длин погрешность вычисления КИН по формуле (4) по сравнению с (2) менее 5%. С практической точки зрения такая погрешность может считаться вполне допустимой, при этом формула (4) является существенно более простой по отношению к (2).

Сравнение КИН по табл. 2 указывает на аналогичные результаты - при  $\bar{l} \leq 0,3$  расхождения значений КИН из формулы (5) со значениями КИН, определённых другими методами (формулы 2,7,8) не превышают 5%.

На основании проведённых исследований можно сделать вывод о том, что в полосе с произвольно расположенной относительно продольной оси поперечной трещиной при действии расклинивающей силы для определения КИН можно использовать формулу (2), при этом погрешность для  $\bar{l} \leq 0,3$  не будет превышать 5%.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений [Текст] / под ред. Ю. Мураками. - Т.1. - Москва: Мир, 1990. - 1016 с.
2. Механика разрушения и прочность материалов [Текст]: справ. пос. В 4 т. / под ред. В.В. Панасюка. – Киев: Наукова думка. – 1988. – 618с.
3. Брок, Д. Основы механики разрушения [Текст] / Д. Брок. – Москва: Высшая школа, 1980. – 367 с.
4. Tada, H. The stress analysis of cracks : Handbook [Text] / H. Tada. - Hellertown: Del Research Corp., 1973. – 385 p.
5. Скляднев, А.И. Трещиностойкость стальных балок при действии циклических, подвижно-циклических и катучих нагрузок [Текст] / А.И. Скляднев. – Липецк, 1999. – 568 с.
6. Панасюк, В.В. Распределение напряжений около трещин в пластинах и оболочках [Текст] / В.В. Панасюк. – Киев: Наукова думка, 1976. – 444 с.

7. Гольдштейн, Р.В. Центральная поперечная трещина в упругой полосе / Р.В. Гольдштейн, И.Н. Рысков, Р.Л. Салганик // Изв. АН СССР. Механика твердого тела. – 1969. – № 4. – С. 97 – 104.

Ключевые слова: коэффициент интенсивности напряжений, поперечная трещина в полосе, расклинивающая сила.

Сведения об авторах:

Складнев Александр Иванович, доктор технических наук, профессор кафедры архитектуры Липецкого государственного технического университета.

Попова Галина Николаевна, старший преподаватель кафедры архитектуры Липецкого государственного технического университета.

E-mail: kaf-arch@stu.lipetsk.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30

---

## ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

---

## ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

---

УДК 659.1:502

### **ФЕНОМЕН МЕДИАКУЛЬТУРЫ КАК ФАКТОР СОЦИАЛЬНОГО ВЛИЯНИЯ**

Липецкий государственный технический университет

Е.В. Бурлакова, С.М. Качалова

Авторы приходят к выводу о необходимости рассмотрения вопросов влияния медиакультуры на сознание социума. Выявляются функции медиакультуры, методы, формы и средства воздействия на общественное сознание с помощью рекламно-информационных технологий.

Современные информационные технологии способствуют развитию культурных связей, а возрастающая роль информационного сервиса, осуществляемого при помощи средств массовой информации, телевидения, сети Интернет и рекламы, позволяет утверждать, что приоритетные позиции в информационном обществе оправданно занимает медиакультура. Эту тенденцию подтверждает развитие информационных процессов, средств обработки и передачи информации, их стремительное развитие, что позволяет рассматривать медиакультуру в качестве доминирующего фактора информационной цивилизации.

В настоящее время мир медиакультуры является фактором самоопределения личности, обуславливающий ориентацию в действительности, стимулирующий выработку ценностных категорий и индивидуальных установок в современной социокультурной среде [3]. Особое значение медиакультура приобрела, выполняя посредническую функцию между структурами общества, являясь средством познания окружающего мира в его нравственных, психологических, социальных и интеллектуальных аспектах. Как доминирующая культура информационного общества, являющаяся мощным средством информации, резко влияющим на массовое сознание, она воссоздает социокультурную картину мира с помощью словесных, звуковых и визуальных образов. В связи с этой особенностью возрастает роль таких аудиовизуальных компонентов медиакультуры, как Интернет, телевидение и реклама. Данные информационно-коммуникационные технологии становятся все более эффективным средством реализации индивидуальных способностей и коллективного сотрудничества в целях решения общих проблем.

Поскольку медиакультура – это, в первую очередь, информационно-коммуникационный процесс, то информативная функция является главной. Современная медиакультура отвечает за информационное обеспечение общества, огромную роль в этом играет технический прогресс, в частности, возможность использования разного рода программ по переработке информации. Знаковая и информационная составляющие медиакультуры неразрывно связаны между собой, поэтому можно говорить о том, что медиакультура – это накапливающаяся и сохраняющаяся в обществе с помощью создаваемых людьми знаковых систем социальная информация.

Информативную функцию часто объединяют с коммуникативной. Данная функция отражает акт общения различных слоев населения, общества и власти, народов и государств. Благодаря этой функции возрастает динамика социального прогресса за счет обмена

культурной информацией в историческом, литературном и философском контексте, происходит так называемый диалог культур. С развитием культурной деятельности человечества возросли возможности передачи и обмена информацией. Современные средства массовой коммуникации, такие как, например, Интернет, предоставляют возможность мгновенного доступа к любому источнику информации. Парадоксальным является дефицит «живого» общения параллельно с возрастающим количеством контактов посредством медиа.

Актуальность нормативной функции обусловлена тем фактом, что процесс социализации личности основывается на восприятии обычаев, традиций, этикета, закона, нравов, что, в свою очередь, формирует более сложные категории: право, мораль, идеологию. Поэтому медиакультура несет ответственность за усвоение данного социального опыта через нормы и предписания общества.

Современный человек испытывает потребность в физиологической и психологической разрядке, что объясняет значимость релаксационной (от латинского *relaxation* - ослабление) функции медиакультуры. На сегодняшний день существует широкий спектр средств релаксации: книги, музыка, кинофильмы, компьютерные игры и т.д. Наиболее массовым сегодня является способ реализации посредством медиа-носителей.

Процесс самосознания личности напрямую зависит от способности индивида адаптироваться в современной жизни, новой среде, умения получать ответы на интересующие его вопросы. Именно креативная функция отвечает за предоставление возможностей реализации индивидуального опыта, влияет на мировоззренческие установки человека, предлагая при помощи СМИ информацию, которая перерабатывается им с разных точек зрения: экономической, нравственной, философской, правовой и т.д.

Посредническая функция медиакультуры заключается в социальном посредничестве между обществом и государством, властными структурами и социумом. Информация нуждается в посреднике, последовательной цепи, предоставляющей точную передачу и её сохранение.

Экономической основой современного мира являются информационные технологии. Следствием технического прогресса выступают изменения во всех сферах общественной жизни, но развитие техносферы наравне со средствами массовой коммуникации занимает сегодня доминирующее положение. Нет никаких сомнений в том, что компьютерные технологии способствуют углублению наших культурных связей, а информация создает новые, осмысленные ценности. И средства массовой коммуникации, как система, соотношенная с характером общественных связей, оказывают воздействие на социум.

Существует мнение о том, что разного рода медиа подчиняют себе сознание потребителей, захватывая общество в «медиаупаковку», внутри которой также действует своя система ценностей, являющаяся основой любого общества. Подчеркивается, что новые медиа, выступая посредником между обществом и властью и обладая популярностью у аудитории, создаются в интересах либо элиты, либо той же власти [8]. Имеется в виду механизм формирования общественного мнения с помощью отлаженных технологий «серийного производства». Процесс медиатизации проходит также и в сознании человека. Именно здесь вступают в силу механизмы массовой культуры, использующей устойчивые мировоззренческие клише для формирования различного рода потребительских моделей поведения. Массовая культура создает продукцию, оперируя архетипами, базисными представлениями человека о любви, страхе, успехе, долге, справедливости. На этой основе создается продукция, рассчитанная на немедленную эмоциональную потребительскую реакцию. Прогрессирующий процесс медиатизации воздействует на потребителей таким образом, что они оказываются все в большей степени лишены собственной власти [8]. Это доказывает ряд существующих методов, основанных на специфике человеческой психики, позволяющих влиять на массовое сознание. Одним из таких методов является метод «первоочередности». Суть его заключается в том, что человек воспринимает первичную информацию, игнорируя возможность получения позже более достоверных



данных. Сформировавшееся на основе этой информации мнение изменить очень трудно. Другой часто используемый метод «смещения акцентов» заключается в сознательном смещении акцентов в транслируемом материале, в результате чего нежелательная информация сдвигается на второй план, акцентируя внимание публики на позитивных моментах. Использование метода «лидеров мнений» основано на ориентации отдельных потребителей на авторитетные фигуры. С помощью метода «информационного штурма» легко скрыть истину за шквалом бесполезной информации, затрудняющей верификацию транслируемых данных.

Властные структуры осознают и используют эффективность аудиовизуальных систем – рекламу, печатные СМИ, телевидение – влияющих на мироощущение человека, принятие им решений и формирование ценностных ориентаций. Поскольку аудиовизуальный компонент влияет не только на интеллект, но, в большей степени, на эмоционально–чувственный базис индивида, такие аудиовизуальные средства медиакультуры воспринимаются человеком мгновенно, оказывая глубокое подсознательное воздействие. Подобные медиасредства позволяют более целостно и компактно воспринимать и передавать различные идеи. Основными факторами, которые могут стать источниками информационно–психологического воздействия являются: объем, полнота, количество циркулирующей информации, точность, доступность, своевременность поступления ее к реципиентам; адекватность потоков информации потокам *перцептивным* параметрам органов чувств, свойствам внимания, памяти, поведенческим стереотипам, социально–психологическим установкам членов общества; наличие в информационных потоках специфических элементов, целенаправленно изменяющих психофизиологическое состояние больших масс людей или лиц, принимающих важные для социума решения (слова, образы, сообщения, воздействующие на подсознательном уровне); наличие в информационной среде модифицированных физических носителей информации, воздействующих непосредственно на физиологические системы (световые и звуковые воздействия, специальные воздействия электромагнитных и звуковых колебаний) [9].

Рассуждая о информационно–психологических аспектах воздействия аудиовизуальной составляющей медиакультуры, необходимо отдельно рассмотреть рекламу. Реклама оказывает особое воздействие на сознание людей – потребителей рекламы. Как известно, сегодняшние рекламопроизводители пользуются множеством средств *манипуляции* при создании своей продукции для управления аудиторией и создания необходимого мнения о рекламируемом объекте. Управление – это функция, направленная на обеспечение сохранения, функционирования и развития какой – либо системы через оказание воздействия на эту систему. В теории управления любую сложную систему делят на две части: управляющую и управляемую. Рекламу можно рассматривать как сложную систему, направленную на детерминацию потребительского поведения. Эту систему формируют четыре вида социальных акторов, задействованных в системе рекламирования: рекламодатель, рекламопроизводитель, рекламораспространитель и рекламополучатель (управляемая система). Эффект в виде воздействия на рекламную аудиторию достигается только синергией всех участников рекламного процесса.

Итак, рекламодатель принимает решение о необходимости воздействия на рекламную аудиторию, определяя все основные параметры рекламного процесса. Рекламопроизводитель вырабатывает альтернативные решения по рекламированию. Рекламораспространитель транслирует выбранное решение на управляемую систему. На практике это осуществляется в виде планирования и реализации рекламной кампании. Цель любой такой кампании – изменить оговоренные психологические или поведенческие характеристики целевой аудитории. Таким образом, рекламная кампания как часть медийного процесса может быть рассмотрена в контексте социального управления. Но в этом случае речь может идти только о влиянии, а не о прямом управляющем воздействии, если понимать под *влиянием* воздействие, которое вызывает субъективное принятие поведенческого или психологического изменения, а *власть* рассматривать как воздействие за счет принуждения,

в этом случае поведенческое или психологическое изменение носит характер вынужденного подчинения.

Результат влияния рекламы на целевую аудиторию – принятие целевой аудиторией предоставляемых ей информационных моделей благ и, как следствие, изменение потребительского поведения. При этом рекламист не идентифицирует свое воздействие на рекламную аудиторию как управляющее воздействие, системный эффект его деятельности является именно таким. Поэтому можно утверждать, что это управление спонтанное. Успех воздействия зависит от двух факторов: фактичности передаваемой информации и ее социального реализма. Фактичность заключается в вере аудитории в буквальную реальность сообщения. Социальный реализм – личностное чувство полезности сообщения для своей социальной жизни. Для принятия рекламного сообщения необходимо доверие к одному из этих дискурсов [10].

В обществе потребления информация, транслируемая посредством медиаканалов, создает новые модели потребления. Правящий класс предоставляет эти модели поведения управляемому классу, создав для этого специальный технический аппарат – рекламистов, стимулирующих потребление. Управляемый класс же приспосабливается к этим моделям потребления. Главный ориентир деятельности рекламиста – социальные ожидания правящего класса. Таким образом, институт рекламы – аппарат правящего класса. Этот аппарат индустриализует процесс потребительского выбора, применяя для этого специальные технологии. Реклама – это не просто один из видов социальной коммуникации, а прием социальной технологии. Использование рекламы для влияния на потребителя определяет направление социальной власти. Медиакommunikация, использующая человека как «участника программы», не контролирующего объем и характер передаваемой ему информации в рамках такой программы, позволяет перейти от определения «коммуникация» к определению «социальная технология».

Сегодня термин «технология» применяется при описании самых различных областей деятельности. В целом, намечается значительный рост технологических ориентаций. В основе технологического подхода лежит стремление упорядочить в пространстве и времени некоторые процессы и явления. Технология появляется там, где есть стремление субъекта какого-то процесса донести упорядоченность некоторой деятельности до уровня стандартизации, алгоритма, который бы позволил легко воспроизвести действия и достичь необходимого результата.

Появление социальной технологии связано с появлением необходимости быстрого тиражирования новых видов деятельности, новых проектов, моделей поведения, стереотипов.

Технология – это соединение нескольких техник в единую целенаправленную систему. В социологии любые технологии рассматриваются как социальный продукт, так как они являются следствием принятия и реализации решения в процессе социальной деятельности. Нет единого мнения в определении социальной технологии, но большинство исследователей склоняется к тому, что это – область конструирования различных средств для решения социальных проблем

Выделяют следующие системные черты социальных технологий: это способ воздействия на социум в целях его изменения; этот способ представляет собой последовательный алгоритм действий; действия эти специально разрабатываются и планируются; соответствующее решение принимают на основе знаний и опыта в области социального воздействия; при разработке типовые операции и процедуры, предусмотренные алгоритмом, адаптируются к конкретным особенностям субъекта и объекта социального воздействия.

Реклама вполне может быть идентифицирована как социальная технология. Это специфический способ влияния на социум с целью изменения его состояния по определенному направлению его активности. Рекламное воздействие представляет собой последовательность четко детерминированных этапов. Эти действия, так же как и вся

цепочка воздействия, специально разрабатываются. Их разработка планируется. Реклама гарантирует сходное поведение типовых рекламных аудиторий в типовых ситуациях. Все перечисленное позволяет отнести рекламу к социальным технологиям.

Итак, реклама – это единство рекламной деятельности и рекламного сообщения. Реклама как социальная технология соотносится прежде всего с рекламной деятельностью. Процесс этой деятельности разбивается на ряд модулей, в рамках которых осуществляются определенные действия. В результате этого технологического действия появляется рекламное сообщение. Тогда, говоря о рекламе как о социальной технологии, мы фактически говорим о технологии проектирования рекламных сообщений, как особого рода текстов, рассчитанных на социальное воздействие. Итак, реклама как социальная технология – это алгоритм оказания социального влияния на рекламную аудиторию с целью изменения ее психологических или поведенческих характеристик [11].

Обобщая все вышесказанное, можно утверждать, что медиакультура является комплексом коммуникационно-информационных средств, материальных и интеллектуальных ценностей, произведенных обществом в процессе культурно-исторического развития, который обуславливает формирование общественного сознания и социализации личности. Медиакультура имеет несколько социальных функций: информативную, коммуникационную, нормативную, креативную, посредническую, которые играют важную роль в социальной системе. Кроме того, медиакультура является системой монополий властных структур, которые при помощи совокупности механизмов успешно влияют на формирование мировоззрения и общественного сознания.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аванесова, Г.А. Теоретико-методологические аспекты анализа межкультурных и межцивилизационных взаимодействий [Текст] / Г.А. Аванесова // Россия: государство и общество в новой реальности: сб. науч.статей. Том III. – Москва: Проспект, 2016. – 517 с.
2. Бакуменко, Д.А. Межкультурные коммуникации в процессах реализации современной культурной политики [Текст] / Д.А. Бакуменко // Россия: государство и общество в новой реальности: сб. науч.статей. Том III. – Москва: Проспект, 2016. – С. 139-143.
3. Интернет в России. Состояние, тенденции и перспективы развития [Текст]: Отраслевой доклад // Федеральное агентство по печати и массовым коммуникациям, 2013. – 97 с.
4. Каверина, Е.А. Создание событий в современно социокультурном пространстве [Текст]: автореф. дис... д-ра. филос. наук: 24.00.01 / Каверина Елена Анатольевна; [Рос. гос. пед. унив. им. А.И. Герцена]. – Санкт-Петербург, 2012. – 320 с.
5. Кирюхина, И. Событийный маркетинг как средство продвижения товара [Текст] /И. Кирюхина // Маркетинг и маркетинговые исследования. – 2011. – №5 – С. 47– 51.
6. Котлер, Ф. Основы маркетинга [Текст] / Ф. Котлер, Г. Армстронг. – Москва: Вильямс, 2013. – 1200 с.
7. Кули, К. Корпоративные мероприятия, которые стали легендой [Текст] / К.Кули, К. МакЭван. – Москва: Феникс, 2015. – 256 с.
8. Новикова, М. Российский событийный маркетинг. Тенденции и перспектива [Текст] / М. Новикова // Лаборатория рекламы и PR. – 2016. – № 5 (60). – С. 32-36.
9. Резникова, Н.П. Маркетинг в телекоммуникациях [Текст] / Н.П. Резникова. – Москва: Эко-Трендз, 2012. – 336 с.
10. Event-менеджмент. Профессиональная организация успешных мероприятий [Текст] / Ульрих Хальцбаур [и др.]. – Москва: Эксмо, 2014. – 384 с.
11. Шагайда, П.А. Международный опыт оценки эффективности событийного маркетинга [Текст] / П.А. Шагайда // Экономические науки. – 2013. – № 7(68) – С. 249-251.

Ключевые слова: реклама, медиакультура, технология медиакультуры, коммуникационно-информационные средства, механизм формирования мировоззрения.

Сведения об авторах:

Качалова Светлана Михайловна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры культуры Липецкого государственного технического университета.

Бурлакова Елена Викторовна, кандидат психологических наук доцент кафедры культуры Липецкого государственного технического университета.

E-mail: smkachalova@mail.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30

УДК 659.1:502

## **ВЛИЯНИЕ КРЕАТИВНОЙ ИДЕИ НА ФОРМИРОВАНИЕ РЕКЛАМНОЙ КАМПАНИИ**

Липецкий государственный технический университет

С.М. Качалова, Е.В. Бурлакова

Авторы статьи сделали вывод о необходимости рассмотрения вопросов влияния креативной идеи на формирование рекламной кампании. Чтобы выделиться на фоне других производителей товаров, компаниям нужно применять креативные идеи и стратегии для привлечения внимания потребителей к своей продукции. В статье рассмотрены цели и задачи креативных стратегий, методика и этапы применения креативных стилей и приемов, описаны свойства и характеристики креативной идеи, а также формы, разновидности и критерии эффективности использования креативных стратегий в рекламе.

На современном этапе развития рекламной деятельности не выявлена четкая и определенная схема для креативного продвижения товара. Процесс разработки рекламных сообщений сопровождается уникальностью и индивидуальным характером. Создание рекламы – это довольно сложный процесс, который включает в себя несколько трудоемких этапов работы. Реклама должна состоять из основного сообщения, мысли о компании, продукте, которую следует донести до потребителя.

Зачастую производитель изготавливает товар очень хорошего качества, и данный товар пользуется массовым спросом, но это не значит, что производителю нужно забыть о проведении рекламной кампании, она просто принимает другой вид, меняет стратегию. Фундаментальная идея данной стратегии направлена на поддержание имиджа компании-производителя, чтоб он был на слуху и популярен, то есть, чтоб он не затерялся и не забылся наряду с другими производителями. В связи с этим, за последние несколько десятилетий, на рынке труда стали появляться специалисты по созданию рекламы и более того, они стали очень востребованными – это рекламисты.

Работу по созданию креативной стратегии выполняет один человек или даже целый отдел компании. Другим словом, это – креативщики.

Креативщик – это человек, наделенный множеством качеств, который умеет сочетать их в себе, должен мыслить быстро и нестандартно, генерировать уникальные идеи, нетрадиционные подходы. Существует мнение, что креативность – это врожденное качество

человека, можно сказать, что это талант от природы, который может расти и развиваться на протяжении всей жизни, благодаря опыту и под действием различных факторов. Люди, наделенные данным качеством, зачастую, увлечены творческой деятельностью и заняты в творческих профессиях: литературе, живописи, кинематографе, в том числе, и в рекламной деятельности. В современном мире рынок товаров перенасыщен, многие из них обладают практически одинаковыми качествами, свойствами, вкусами и ценовой политикой. И для того, чтобы не потеряться, а выделиться на фоне других, следует применять креативные ходы и стратегии. Креатив в рекламе помогает решить много разных задач, таких как: привлечение внимания к товару, услуге или компании, заставить их запомнить, убедить купить или и т.д. Говорят, если реклама не стимулирует повышение продаж товара, то это некреативная реклама. Ведь она должна расположить потребителя к товару, заинтересовать на столько, чтобы представитель целевой аудитории купил товар или заказал услугу. В большинстве случаев, успешным в рекламе считается момент неожиданности и нетривиальности. При создании такой нетрадиционной рекламы рекламист каждый раз рискует.

За несколько десятков лет специалисты разработали понятие «креативной стратегии», которая необходима для успешного создания рекламных сообщений.

Креативная стратегия – это направленная деятельность организации, четкий механизм, который специально разрабатывается для достижения поставленных целей, в целом, для взаимодействия с потребителем.

Креативная стратегия – одна из самых важнейших составляющих производства рекламного процесса. Благодаря росту конкуренции, ее значение стало достигать грандиозных масштабов. На сегодняшний момент действительно креативная идея способна помогать компании зарабатывать большую прибыль, благодаря слоганам, персонажам и образам, которые проникнут в разум потребителей и запомнятся своей необычностью, нетривиальностью и новизной. В то же время, если креативную идею выбрать неудачно, это может быть чревато денежными потерями и привести к отрицательному отношению потребителей. Она может вызвать негатив и даже отвращение. Рассмотрим место креативной идеи в процессе формирования рекламной кампании.

В рекламной кампании незаменима и очень важна креативная стратегия. Стратегия состоит из трех важных критериев: позиционирование торговой марки рекламируемого товара, создание креативной идеи, воплощение креативной идеи.

С помощью креативной стратегии нужно:

- найти более эффективный подход к целевой аудитории, который позволит повлиять на нее, повысить имидж товара и помочь достичь поставленных целей кампании;
- объяснить психологический выбор данного креативного подхода;
- оценить согласование имиджа товара и рекламной идеи;
- оценить возможности воплощения креативной идеи множеством способов, используя для этого разные медианосители.

По мнению психологов, креатив – это одна из неотъемлемых частей рекламного производства. Творчество – это процесс, осуществляемый с помощью воображения, а воображение иногда более важно, чем знание [6].

Креативную работу можно представить как совокупность следующих необходимых аспектов:

- четко представлять желания заказчика;
- донести его пожелания до креативной группы;
- проанализировать способы воплощения идей;
- выбрать приемлемые решения.

Если рассматривать блестящую креативную стратегию со стороны заказчика, то это означает найти способ увеличения доходов и объемов продаж. Но одной креативной идеи недостаточно. Ее нужно умело согласовать с текстовым содержанием рекламного сообщения и связать со средствами художественного воплощения и исполнения этого сообщения. Эта

связь в дальнейшем и станет фактором, который будет побуждать потребителей купить и запомнить товар.

К основным задачам правильного креатива относят:

- соответствие стратегии коммуникации;
- соотношение с уникальным торговым предложением, на котором основываются позиционирование бренда и сам продукт;
- способность отличаться от рекламной продукции конкурентов, но не противостоять всему рынку, на котором представлен продукт;
- необходимость основываться на изучении целевой аудитории, хотя бы в минимальных экспертных опросах и выборочных интервью, в крайнем случае, в общедоступных исследованиях, проведенных профессиональными компаниями;
- тестирование на фокус-группах, особенно если планируется серьезно вложиться в размещение [7].

Креатив – это оригинальная идея, которая выделяет клиента, товар или услугу в ряду аналогичных. Креатив – это то, что привлекает клиента; что интересно, оригинально; что потребляется вместе с товаром и удовлетворяет запросам целевой аудитории. Так что креатив – это не свободное творчество, это процесс, ограниченный маркетинговыми задачами [3].

Любая разработка креативной стратегии начинается после заполнения креативного брифа. «Бриф – это рекламное задание и требования к рекламному сообщению» [5]. Креативный бриф – это не официальный документ, а скорее техническое задание для рекламиста, в котором четко сформулированы вопросы и задачи, на которые нужно дать ответы для достижения максимально положительного эффекта креативной стратегии или рекламной кампании.

Бриф – один из наиболее оптимальных методов обеспечения эффективности рекламы с самого начала.

Бриф – краткая письменная форма документа согласительного порядка между планирующими сотрудничать сторонами, в котором прописываются основные параметры будущего программного, графического, медийного или какого-либо иного проекта; техническое задание, которое необходимо составить перед началом планирования рекламной кампании. Основная цель брифа – получить полную информацию о новом заказчике, определить верное направление кампании, лучшее время и стоимость, а также правильную мотивацию рекламной кампании.

Функции брифа: организационная, информационная, творческая и юридическая. Организационная функция упорядочивает ход рекламных работ, поэтапно выстраивает и регламентирует деятельность, обязанности сторон. Информационная и творческая функции задают направления для разработки концепции образов рекламируемых товаров (услуг), а также устанавливают необходимые семантические ограничения. Юридическая функция служит для урегулирования споров, дисциплинирует участников.

Джеймсон Вебб Юнг в 1975 году предложил «методику креативного поведения». К ней обращаются для того, чтобы процесс генерирования идей происходил наиболее эффективно. Данная методика включает пять этапов:

- подготовительный этап. Основной задачей является определение и выявление целевой аудитории. Нужно определить часть населения, которая будет заинтересована товаром, которая испытывает потребность его приобрести, другим словом, это потенциальные покупатели.

Целевая аудитория – это группа людей, объединенная определенными признаками и потребностями, которых привлечет определенное коммерческое предложение.

Исследовать целевую аудиторию следует по ряду признаков:

- демографический;
- территориальный;

- экономический;
- по потребностям.

Эти характеристики являются фундаментальными при выявлении целевой аудитории. После того, как исследование окончено, определяется максимально выгодное положение бренда, на которое в дальнейшей деятельности следует сделать акцент. Основополагающая цель при разработке стратегии по продвижению – это четкий выбор позиции бренда.

От него будет зависеть дальнейшая судьба эффективности рекламы:

– концентрация. Главная цель данного этапа – ознакомление всех участников процесса, задействованных в разработке рекламы, с основными утвержденными положениями креативной стратегии. Как уже было сказано, главная задача рекламы – трансформирование потребности потребителя в его желание. Желания, которые вызывает рекламный продукт, должны четко соответствовать условиям, выявленным по результатам исследования, так как это обуславливает прочную связь между элементами маркетинговой кампании. Следует отметить, если желания являются неистинными, то они не могут быть устойчивыми. В первую очередь, желания должны включать в себя настоящие и ощущаемые потребности.

Залогом успешной рекламы является создание уникальной концепции, в основе которой лежит внутреннее «я» представителя целевой аудитории, которое должно заставить потребителя приобрести товар. На этом этапе очень важно воспользоваться подсознательным опытом создателей рекламного продукта;

– инкубация идей. Основной задачей этого этапа является определение главной темы креативной стратегии. Следует заявить о позиции рекламного продукта. Главная цель – это установление связи потенциального потребителя с рекламируемым брендом. Данная связь должна основываться на положительных ассоциациях, возникших при виде или упоминании рекламного продукта. Положительные эмоции устанавливают прочные связи потребителя с продуктом. Потребитель осознает эмоциональные, а также рациональные выгоды, которые он может получить от приобретения бренда. В большинстве случаев идеи, возникшие на этом этапе, далее трансформируются в гиперболы, олицетворения, сравнения, метафоры и наполняются аргументацией в пользу рекламного продукта. В этот момент образовывается определенный сюжет рекламной стратегии, который поэтапно наполняется вновь возникшими идеями, разнообразными вариантами развития, благодаря этому и образуется рекламная идея.

В процессе создания темы креативной стратегии его участники применяют различные методы генерирования идей. Существует мнение, что в человеческом создании присутствуют определенные преграды для креативной мысли, но, не смотря на это, разработаны приемы, которые помогают создавать эффективные идеи. Ведь метод проб и ошибок – это нецелесообразно и бесполезно. Как показывает практика, люди занятые в сфере создания рекламы считают, что это малоэффективно. Тем самым, практически каждый специалист по рекламе формирует и в дальнейшем использует свои собственные способы генерации гениальных идей, вдохновения. Они представляют себя на месте потребителя товара, медитируют, используют метод ассоциаций, метод аналогий, метод задавания и ответов на очевидные вопросы, организуют мозговой штурм и другие.

«В ходе обсуждения проблемы, вопросы кажущиеся очевидными, задавать не только можно, но и крайне важно. Сама непосредственность подобных вопросов может привести на простую разгадку, которая до сих пор никому не приходила в голову именно в силу своей очевидности» [9].

Благодаря этим действиям в подсознании создаются образы символической атрибутики рекламного продукта, которые группируют и систематизируют;

– просветление. На этом этапе выявляют наиболее эффективную тему креативной стратегии, она должна выгодно отражать позицию торговой марки. Происходит ускорение генерирования идей. На пиках умственной активности возникают идеи, а на спадах – возврат к предыдущим этапам, то есть повторное прорабатывание от исходных

данных [20]. Благодаря этому процессу зарождается первичный набор. Осуществляется проверка соответствия уровня рекламы и выбранных тем. Тем самым можно определить органичность, привлекательность и оригинальность идей. После этого идеи дорабатывают. Они становятся своеобразным стержнем, на который нанизываются элементы композиционного построения. Наиболее удачные идеи, которые соответствуют намеченным целям, становятся идеальной базой для последнего этапа в разработке креативных стратегий;

– заключительный анализ и презентация проекта. На данном этапе анализируются результаты креативных идей с точки зрения логики. На этом этапе происходит просмотр аналогичных рекламных проектов. Оцениваются видеоролики, фирменный стиль, макеты наружной рекламы, звуковые дорожки. Анализируется, насколько идея соответствует уровню выразительности, гибкости и адекватности.

Креативная идея, как и любой элемент, составляющий рекламный процесс, имеет свои уникальные свойства и характеристики:

– новизна. Креативный процесс означат поиск или создание новых идей, которые ранее не были использованы. В наши дни это довольно тяжелый труд.

Существует ряд компаний, которые практикуют в процессе нейминга не создание нового стиля и образа, а совсем наоборот, стараются максимально приблизиться к названию уже известного и раскрученного товара, путем присоединения или замены всего нескольких букв. В данном случае следует говорить о некомпетентности креативной группы, так как благодаря таким действиям можно наоборот привлечь внимание к известному конкуренту, а потребители могут совсем не запомнить и не заметить новую торговую марку.

– эффективность. Идея считается эффективной, если она направлена на проблему, для достижения ее решения и, в конечном итоге, поставленная цель будет выполнена.

Эффективность следует различать по нескольким критериям: возможна ли реализация идеи; логична ли идея; определение ценности идеи, то есть ее оригинальности и результативности.

– эстетичность: сложность или простота идеи; изящность идеи; оценка привлекательности, выразительности идеи; определение органичности идеи.

Рассмотрим концепцию «актуальность - оригинальность - воздействие», чтобы понять составляющую креативной идеи.

Цель рекламной кампании – убедить, другим словом заинтересовать потребителя относительно товара, торговой марки. Таким образом, рекламное сообщение следует донести определенному человеку в подходящее время, В этом то и заключается актуальность креативной идеи.

При создании рекламного сообщения креативная группа должна четко понимать, каким видам товаров или обращений импонируют потребители, чему они отдают свое предпочтение. Оригинальность, как одно из свойств креативной идеи, является важной ее характеристикой.

Для того чтобы идея была креативной, она должна оказывать мощное воздействие. Креативная идея это один из способов позиционирования торговой марки. Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что определение творческой идеи можно сформулировать так: творческая идея – это точное представление позиции торговой марки, привлекающее внимание, изложенное детально, обладающее эффектом катализатора, подчиняющееся цензуре, действующей в СМИ.

Эффективность рекламной кампании зависит от того, насколько тесные отношения установлены между брендом и потребителями. В системе отношений «бренд-потребитель» ведущим звеном выступает человек, в связи с чем механизм этих взаимоотношений зависит от многих факторов.

Информация о товаре или его торговой марке, содержащаяся в бренде, влияет на поведение потребителей и побуждает их к определенным действиям. Изначально важно вызвать эмоциональное отношение потребителя к товару при помощи информации, которая



представлена брендом, а также сформировать положительную обратную связь между брендом и потребителем.

Для того чтобы правильно определить и смоделировать признаки бренда, необходимо выделить качественные характеристики торговой марки, которые удовлетворяют интересам и потребностям потребителя.

Каждый товар имеет индивидуальные качественные характеристики в зависимости от его предназначения. В случае, когда он относится к категории пищевых продуктов, его главными признаками являются запах, цвет, вкус. Если товар относится к предметам длительного пользования, то он отличается надёжностью, долговечностью, прочностью, стойкостью к внешним воздействиям, безопасностью.

Следовательно, качественные характеристики товара многообразны и специфичны и имеют зависимость от его предназначения. Отличие качественных характеристик товара от качественных признаков заключается в их тесной связи с удовлетворением желаний потребителя.

Насколько эффективными станут отношения между брендом и потребителем зависит от того, как будут организованы маркетинговые коммуникации, которые формируют доверительные отношения. Для бренда важно обладать человеческими чертами характера, неся при этом важную для потребителей информацию, чтобы вызывать у них желание вступать в отношения с ним. Эмоционирование бренда связано с позиционированием на рынке. Бренд, в первую очередь, должен быть гармоничным. Гармония формируется при равновесии положительных и отрицательных эмоций между собой. Не обязательно товар должен вызывать негативные эмоции, но потребности, которые он удовлетворяет, могут вызывать чувство дискомфорта, или услуга поможет справиться с негативными проблемами или запросами, не дающими клиенту покоя. Эмоционирование бренда заключается не столько в самом факте существования бренда, сколько в самом контакте и воспоминаниях после его завершения.

Брендом являются не только функциональные характеристики продуктов или рекламных образов в совокупности, продвигающие его на рынке, но и эмоции, которые вносятся в повседневную жизнь потребителей, приобретающих тот или иной товар. Каждая компания стремится к налаживанию эмоционального диалога с потребителями, но удаётся это далеко не всем. Даже если эта цель была достигнута, это ещё не даёт гарантии повторения успеха.

«Характер поведения на рынке определяется взаимоотношениями фирмы и её представителей с партнёрами, заказчиками, поставщиками, банками, конкурентами. Характер поведения на рынке отличается особым стилем при проведении рекламных кампаний и мероприятий по стимулированию сбыта, а также работой с общественностью, наличием корпоративного духа и корпоративной культуры» [7, с. 40].

Существует условное разделение на два основных типа рекламных стратегий. Первый тип получил название рационалистической рекламы, он опирается на реальные утилитарные свойства товара. Второй тип – эмоциональная, или проекционная реклама. Он основывается на психологически значимых свойствах. В первом случае доминирует вербальная информация (рекламный текст), во втором типе преобладает невербальная информация (рекламные образы, музыка, общее стилевое решение). Это разделение, однако, следует считать условным, так как нередко сильный эмоциональный эффект может создаваться с помощью текста и, наоборот, изображение может доносить предельно ясную фактическую информацию.

Многие креативные идеи были основаны на ярких и запоминающихся фразах. «Слоган – понятие, пришедшее в русский язык из английского, изначально был распространён среди американских рекламщиков. Само слово, однако, весьма древнее – происходит из гаэльского языка (sluagh-ghairm – «боевой клич»)» [8, с. 34].

Слоганы – это яркие легко запоминающиеся фразы, которые являются основанием креативных стратегий. Любой удачный звучный слоган можно считать художественным

произведением. Он может существовать как отдельное рекламное сообщение совершенно изолированно и независимо. Он будет представлять собой короткое содержание рекламной идеи. В процессе создания слогана существует одна очень серьезная проблема – это процесс отбора информации о товаре или услуге, которая и станет основой слогана.

Слоган – рекламный девиз, который в сжатом виде передаёт рекламное сообщение, часть долговременной коммуникационной платформы бренда. Употребляется во всех видах рекламной коммуникации для привлечения внимания целевой аудитории, повышения её лояльности бренду, стимулирования продаж. Может быть зарегистрирован как товарный знак. Слоганы, согласно той цели, которую они преследуют, делятся на имиджевые и товарные. Первые выражают смысл философии компании, бренда, товара или услуги. Вторые направлены на скорейшее увеличение продаж, следовательно, чаще апеллируют к уникальному торговому предложению продукта.

По своей структуре слоганы делятся на четыре типа:

– связанные – включают названия продукта. Такой слоган неотделим от названия. «Ваша киска купила бы Вискас»;

– прямые (являются подтипами связанных) – в них происходит личное обращение к потенциальному потребителю. «Любишь? Подари!», «О ком ты думаешь сейчас?», «Будущее зависит от тебя»;

– привязанные – соотносятся с названием ритмически и фонетически. То есть данный слоган можно использовать без названия товара, но тогда он не будет понятен. «Жилетт. Лучше для мужчины нет»;

– свободные – они самодостаточны и независимы. «Бери от жизни всё», «Аромат, который сближает». Но стоит заметить, что свободные слоганы далеко не всегда ассоциируются с названием товара, поэтому, как правило, используют первые два типа слоганов [8, с.105].

При создании слогана следует использовать три правила: краткость, понятность и простота. Не следует перезагружать фразу информационной составляющей, ведь ее так проще будет запомнить потребителю.

Изображения в виде фотографий тоже можно считать реализацией креативной идеи. Фотографии помогают видеть реальные вещи такими, какими они существуют в жизни.

Следующая форма креативной стратегии – рекламная песня. Рекламный текст, изложенный в стихах и сопровождающийся музыкальным рядом, считается гениальной креативной идеей. Но это лишь в том случае, если эту идею верно применить, то есть упомянуть в тексте товар, его особенности, название и т.д.

Формирование креативной стратегии это довольно сложный процесс. Под этим подразумевается преобразование главной идеи стратегии в оригинальную идею.

Уильям Миллер, президент компании Global Creativity, предложил градацию на четыре группы всех креативных людей, занятых в сфере создания рекламы. Каждая группа использует один из четырех видов инновационных стилей:

– воображение, подразумевает, что люди представили итоговый результат и продолжают работать в этом направлении;

– модификация, подразумевает, что люди двигаются поэтапно, по шагам на основании знаний, которые они ранее приобрели;

– эксперимент, подразумевает, что люди благодаря экспериментам собирают и проверяют информацию о товаре или его потребителях;

– исследование, подразумевает, что люди рискуют, совершают кардинальные перемены [9].

Способность производить новые комбинации усиливается способностью видеть взаимосвязи. Идея – это мысль, получающаяся при соединении концепций, ранее не связанных друг с другом. Данное соединение создает новое видение вещей. Происходит своего рода «сдвиг в сознании», в результате которого рождается взгляд под другим углом, возникает иная точка зрения на уже существующий объект [10].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Беркитт, Х. Маркетинг победителей [Текст] / Х. Беркитт, Д. Зили. – Москва: Группа ИДТ, 2012. – 304 с.
2. Гольман, И.А. Рекламная деятельность. Планирование. Технологии. Организация [Текст] / И.А. Гольман. – Москва: Галла-принт, 2012. – 206 с.
3. Евстафьев, В.А. Что, где и как рекламировать. Практические советы [Текст] / В.А. Евстафьев. – Санкт-Петербург: Питер, 2015. – 432 с.
4. Кафтанджиев, Х. Гармония в рекламной коммуникации [Текст] / Х. Кафтанджиев. – Москва: Эксмо, 2015. – 203 с.
5. Кортлэнд, Л. Современная реклама [Текст] / Л. Кортлэнд, Ф. Уильям. – Москва: Издательский дом Довгань, 2015. – 331 с.
6. Назимко, А.К. Событийный маркетинг. Руководство для заказчиков и исполнителей [Текст] / А. К. Назимко. – Москва: Вершина, 2012. – 224 с.
7. Туэмлоу, Э. Графический дизайн: Фирменный стиль: новейшие технологии и креативные идеи [Текст] / Э. Туэмлоу – Москва: Астрель, АСТ, 2013. – 276 с.
8. Уиллер, А. Индивидуальность бренда. Руководство по созданию, продвижению и поддержке сильных брендов [Текст] / А. Уиллер. – Москва: Изд-во Москва, 2011. – 319 с.
9. Разработка креативной стратегии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www. URL: http:// www.rosdesign.com](http://www.rosdesign.com). – 01.10.2017г.
10. Рыбцов, И.В. Креативные идеи в рекламе [Электронный ресурс] / И.В. Рыбцов. – Режим доступа: [www. URL: http:// www.ratanews.ru/news/news](http://www.ratanews.ru/news/news). – 01.10.2017г.

Ключевые слова: креативная идея, креативная стратегия, реклама, креативные стили и приемы, эффективность рекламы.

Сведения об авторах:

Качалова Светлана Михайловна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры культуры Липецкого государственного технического университета.

Бурлакова Елена Викторовна, кандидат психологических наук доцент кафедры культуры Липецкого государственного технического университета.

E-mail: [smkachalova@mail.ru](mailto:smkachalova@mail.ru)

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30

## **РОЛЬ СИМВОЛОВ В ФОРМИРОВАНИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ СОЦИАЛЬНО–ФИЛОСОФСКИЙ АНАЛИЗ**

Липецкий государственный технический университет

С.А. Меньшакова

В статье рассмотрена проблема поиска механизмов социальной интеграции, являющейся острым аспектом социально-философских дискуссий, а также вопрос поиска интегрирующих оснований, ставший объективной социальной необходимостью для современного российского общества, во многом дезинтегрированного, дезориентированного в ценностно-смысловом плане.

Истоки социальной интеграции следует искать в национальной культуре и национальной истории. Именно национальная культура является носителем и хранителем ценностно–смыслового ядра любого народа. Физическим воплощением этого ядра являются символы. В символах национальной культуры, прежде всего в языке, художественном наследии, символике национальных ритуалов, в символике пространства и времени заключены когнитивные, нормативные, но, прежде всего, интегрирующие аспекты социального опыта.

Американский антрополог Клиффорд Гирц пишет: «на острове Ява о маленьких детях, душевнобольных и о людях, которые не соблюдают ритуалов, отличаются безнравственным поведением говорят, как о «еще не яванцах», а тот, кто еще не яванец, тот еще не человек» [1, с. 152]. Эта цитата выбрана не случайно. Она тонко подчеркивает проблему усвоения символического поля национальной культуры.

Важным аспектом исследования социальной интеграции является феномен национальной идентичности. Национальная идентичность – представление нации о себе, самоотнесение на социальном уровне. Это осознание единства национальной общности, единого прошлого и пути развития. Формирование национальной идентичности становится высшим уровнем социальной интеграции, когда преодолеваются все другие аспекты самоотнесения.

На наш взгляд, истоками национальной идентичности являются ценности национальной культуры. Здесь мы опираемся на конструктивистский подход к нации, основанный на принципах феноменологии и структурно-функционального анализа. В нем национализм осмысливается как процесс присвоения ментальным и материальным объектам национальных значений, смыслов.

Любая национальная культура складывается в процессе смыслового освоения условий, в которых существует общность людей. Нам представляется, что осмысление процессов становления социальной интеграции и национальной идентичности (как апогея интеграции) следует начать с проблемы смысла и его фиксации в знаково–символической системе.

Смысл определяется как дискретизованное переживаемое в сознании знание, способное быть объективированным посредством выражения в кодифицированных системах культуры [8, с.73]. При такой постановке проблемы нужно дать наиболее обобщенное определение символа именно с позиций его интегрирующих возможностей.

В структуре национальной культуры будем интерпретировать символ как материальный или идеационный культурный объект, выступающий в коммуникативном или трансляционном процессе как знак, являющийся конвенциональным аналогом значения объекта. Причем конвенциональность здесь очень важная характеристика.

Символ позволяет аккумулировать и транслировать по исторической вертикали и социальной горизонтали ключевые смыслы любой культурной (национальной) общности. Основные его характеристики, позволяющие быть проводником смысла, следующие.

Это, прежде всего, его аффектный характер. Способность символа воздействовать на эмоциональную и даже бессознательную часть человеческой личности составляет его уникальное качество. Символ делает видимыми и понятными сложные концепции, порождая мгновенный эмоциональный отклик на разных уровнях сообщества. Второй характерной чертой символа, в отличие от знака, является его полисемантичность. Многообразие интерпретаций дает возможность на каждом этапе истории вызывать с помощью символа различные смысловые аспекты, т.е. символ указывает не на конкретное содержание, а на смысловое поле, на определенную культурную традицию, на область национальной памяти.

Традиционным примером полисемантичности может быть красное знамя в России. Возникнув как символ нового революционного государства в современной России, оно приобрело оттенок несколько иной. Теперь это интегрирующий символ Великой победы. Или имя города – Ленинград. В контексте существования современного Санкт-Петербурга, Ленинград – символ героизма и мужества, проявленного в годы блокады, а его ленинское прошлое уже не столь актуально. Таким образом, символ – потенциально неисчерпаемая смысловая глубина, веер возможностей, смысловых перспектив [9, с. 43].

Что же является объектом символизации? Какие ключевые смыслы важны для фиксации в национальном опыте? Символизации подвергаются ключевые аспекты картины мира. Это является ответом на когнитивную потребность личности в объяснении мира вокруг. В основе определения окружающего мира лежит принцип бинарных оппозиций. Это символически зафиксированные отношения: земля-небо, имманентное-трансцендентное, временное-постоянное, мужское-женское и т.д. Символическая система объединяет жизненный мир, нормы отношений к миру, времени и пространству. Также сюда следует отнести символизацию норм социального взаимодействия и параметров социального порядка, отношение к экономической деятельности, отношение к лидерству. В результате складываются достаточно универсальные типизируемые фрагменты опыта [10]. Символы группируются вокруг так называемых «символических кодов» – наборов представлений, формирующих макросоциальный порядок.

Такие символы (концепты) содержат в себе универсальную составляющую. Она обусловлена антропологической универсальностью, единством структуры экзистенциального опыта. Источником различий служат такие социальные и психологические детерминанты, как ментальное своеобразие, религия, природно-географическая среда, этническое наследие. На стыке общего и особенного в национальной картине мира формируются символы-константы национальной культуры [8,10].

Примером в российской истории может быть символическая константа «матери-земли» в среде крестьянства и ритуалистика, связанная с ней, сам труд на земле, а также отношение к крестьянскому «миру» (общине) и «мироедам» (людям, не работающим на земле). Сюда же следует отнести и минималистическую трудовую этику крестьян, отличную от европейской, в основе которой также определенно ритуальное, символическое отношение к труду и религиозным праздникам [3, 6].

Итак, если символ понимать с точки зрения фиксации опыта для самоописания человека в мире, то формирование национальной символики становится финальным аспектом такого описания, когда универсальные категории приобретают своеобразие. Здесь происходит осмысление кода культуры, формируются ценностные доминанты, осмысливается единство. «Именно на этой стадии, прежде всего, возникает единство культуры<...> Автомодель культуры выделяет доминанты, и на их основании строит унифицированную модель, которая должна служить кодом для самопознания и самодешифровки текстов данной культуры» [4, с. 419].

Важнейшей смысловой категорией нации является идея общности, целью которой является поддержание целостности, единства, гомогенности. Поэтому следует отдельно

обозначить те объекты символизации, которые эту общность поддерживают. Это прежде всего символизация прошлого и будущего, символизация идеи власти, символизация территории.

Для того чтобы ответить на вопрос, как символы объединяют вокруг себя социум, обратимся к их ключевым функциям. Основными функциями, на наш взгляд, являются: коммуникативная, интегрирующая и нормативная. Следует оговориться, что данное разделение условно. В анализе философов и социологов, к чьим трудам мы обращаемся, все эти функции описываются в единой связке.

Коммуникативная функция символа - это способность символа выступать инструментом социальной интеракции (взаимодействия). Здесь символы выступают средством трансляции смыслов по социальной горизонтали. Наибольшее освещение проблема коммуникативных возможностей символа в деле распространения социальных смыслов получила в XX веке в рамках социальной феноменологии и символического интеракционизма.

Важный вклад в исследование процессов коммуникации, взаимного понимания и, как следствие, социальной интеграции был внесен основателем социальной феноменологии Альфредом Шюцем. Направленность сознания на объекты культуры, на обнаружение смысла получила название интенциональность. Шюц задается вопросом о том, как из понимания других людей рождается единая коммуникативная среда.

Коммуникация – единство абстракций и стандартизаций, единство знаковых систем и процессов интерпретации. Успешная коммуникация, по утверждению автора, возможна между лицами, социальными группами, нациями, которые разделяют схожую систему релевантностей. Коммуникация определяет единство вектора, принятие мотива другого. Коммуникативный процесс высшего порядка называется установкой на понимание Чужого. Этот процесс глубоко символичен. Философ анализирует процесс перехода от субъективных смыслов к объективным трансцендентным. Трансцендентные смыслы находятся вне повседневности, они надсубъективны. Это смыслы религии, искусства, права и т.д. Посредствующим звеном в процессе социальной интеграции, в процессе построения единого смыслового пространства является символ [11, с. 521-522].

Символ, пишет Шюц вслед за Гуссерлем, устанавливает общность без общения. Также, через его посредство формируется самописание (идентичность) общности, которое Шюц называет «Мы соотношение».

Близкой Шюцу, на наш взгляд, является теория коммуникативных и интегрирующих возможностей символа Джорджа Герберта Мида. Это представитель школы символического интеракционизма. Мид уделяет большое внимание символам и смыслам в работе «Разум, Я и общество» [5].

Основной его посыл – истоки и основания Я и мышления, социально конституированные. Люди действуют на основании интерпретации значений объектов. Ключевыми категориями его теории становятся: «самость», «обобщенный другой» и «дискурс».

Самость здесь определяется как осознание себя частью целого социального пространства. «Когда реакция другого становится существенной частью опыта или поведения индивида, – пишет философ, – когда принятие установки другого становится неотъемлемой частью его поведения, тогда индивид проявляется в собственном опыте как Я» [5, с. 173–174]. Самость или самосознание (самоидентичность) проходит по Миду две стадии становления. Первая стадия – осмысление себя через представления других индивидов. Вторая стадия – осмысление себя через обобщенного другого. Обобщенный другой – совокупность социальных норм, ценностей, традиций, принятых в обществе. Установка обобщенного другого есть установка всего сообщества. Принимая установки обобщенного другого, индивид начинает воспринимать себя в качестве объекта и таким образом развивает самость. Результатом становится появление самосознания (идентичности) личности, а в последствии и самосознания сообщества. Организация самосознательного

сообщества, по словам философа, зависит от принятия индивидами установок других индивидов, от обретения установки группы, отличной от установки отдельного индивида [5, с. 195].

Принятие установки обобщенного другого не возможно без вхождения в дискурс сообщества через посредство понимания символов. Таким образом, подходим к последней категории Мида. Дискурс трактуется как единое смысловое пространство, как система универсально значимых смыслов, зафиксированных символически.

Теория дискурса получила широкое развитие в современном гуманитарном знании. К этому вопросу обращаются, в частности, представители современной отечественной школы семиотики.

Близкой к категории дискурса является «семиосфера» Ю.М. Лотмана. Это пространство, объединяющее механизм воспроизводства, хранения и передачи социально значимого опыта. Семиосфера включает адресата и адресанта, собственно процесс коммуникации, опыт семиозиса и культурный код. Именно благодаря механизмам семиосферы обеспечивается культурная коммуникация как по исторической вертикали, так и по горизонтали. Коммуникация, по мнению Лотмана, механизм, организующий коллективную личность с общей памятью и коллективным сознанием. Без знания законов семиозиса формирование национальной общности невозможно. «Для того, чтобы воспринимать всю массу конструкций как носителей семиотических значений, – отмечает Лотман, – надо обладать «презумпцией семиотичности»: возможность значимых структур должна быть дана в сознании и в семиотической интуиции коллектива» [4, с. 255].

Продолжая анализ коммуникативных и интегрирующих возможностей символа, остановимся на имени философа и социолога, представителя этносимволизма Энтони Смита.

Этносимволизм – подход к нации, который признает современность феномена национальной идентичности, но при этом утверждает наличие этнической и религиозной преемственности в ее становлении. Такой путь построения идентичности снизу приоритетнее политической идеологии в чистом виде, поскольку имеет основания в национальных чувствах народа, затрагивает глубинные слои эмоциональной сферы [12, с. 82].

Здесь нам бы хотелось подробнее остановиться на проблеме национального воспитания. Символы тогда становятся основой коммуникативного процесса и знаменателем социальной интеграции, когда приобретаются личностью в процессе интериоризации. В этом процессе особую роль занимает интеллигенция. Национально ориентированная активная интеллигенция, пишет Смит, должна мобилизовывать пассивное сообщество вокруг «народно-исторической культуры, заново открытой интеллигентами» [12, с. 74].

Вокруг чего происходит национальная интеграция? Смит особый акцент делает на символизации территории и истории. Он пишет о необходимости символизации природы и территории, которые составляют исторический дом народа. Идея исторической родины и ее возвращения может быть важным объединяющим началом национального движения. Не менее важным является символизация исторического прошлого. Здесь Смит особый акцент делает на исторических мифах–символах: о зарождении и происхождении, об освобождении и миграции, о золотом веке его героях.

Какие аспекты национальной идентичности особенно подчеркивает Смит? Это чувство преемственности, независимости и единства. Они формируют особый язык, воплощенный в церемониях и символах. Смит выделяет непосредственные и опосредованные атрибуты-символы национальной идентичности. К непосредственным он относит флаги, национальные гимны, парады, столицы, присяги, народные костюмы, этнографические музеи, военные мемориалы, церемонии чествования павших за нацию. К опосредованной национальной символике относятся: пейзажи и местности, народные герои и героини, сказки, формы этикета, архитектурные стили, искусства и ремесла, формы образования и военные уставы [12, с. 17].

Итак, коммуникативная, интегрирующая функция символа является ключевой. Опыт национальной культуры, зафиксированный в символах, не только интегрирует сообщество, создает единую коммуникативную среду, но и выполняет нормативную, регулирующую функцию. Важнейшим следствием интеграции, общего пространства дискурса становится формирование норм и эталонов поведения.

Остановимся подробнее на нормативной функции. Для этого обратимся к работам социолога, представителя школы структурно-функционального анализа Толкотта Парсонса. Он, следуя принципам функционализма, стремится отыскать механизмы взаимодействия человека с окружающей действительностью. Действие автор определяет, как поведение, ориентированное на цель, регулируемое. Его регуляторами выступают нормативные (общезначимые нормы, ценности, правила) и символические (язык, культура) механизмы. Парсонс определяет три важнейших уровня систем действия: личность, социальную систему и культурную систему.

Наиболее значимым уровнем является культурный. Именно на этом уровне содержатся эталоны и ценности, определяющие специфику личностного и социального действия. Культурная традиция, по мнению Парсонса, является основным объектом ориентации, а культурные эталоны источником взаимных ожиданий в социальном общении. Обеспечивается универсальный, всеобъемлющий характер эталонов благодаря двум механизмам. Механизму символизации (обобщения) и механизму институциализации. Культура, по мнению социолога, складывается из зафиксированных в символах способов ориентации действия. Именно в них (символах) поведенческие нормы, ориентиры выбора, находят свое воплощение. Их трансляция осуществляется благодаря устойчивым механизмам культуры.

Единство символов обеспечивает единство восприятия, унифицирует картину мира. Благодаря превращению в символ, способ ориентации может передаваться от одного актора к другому, пишет Парсонс, поскольку физическое воплощение, которым символ обязан ориентации актора, создавшего его, может контролировать примерно те же ориентации в других, ориентированных на него акторах [2, с. 90].

Таким образом, символ, являясь важным механизмом онтологического освоения бытия, способен также фиксировать и транслировать по исторической вертикали социальные нормы и мотивы.

В заключении хотелось бы подчеркнуть следующие аспекты. Символ является важнейшим механизмом сохранения и трансляции социального опыта. На почве национальной культуры этот опыт приобретает своеобразие. Так рождается ценностно–смысловое ядро нации. Постигание опыта национальной культуры и осмысление своеобразия и есть основной механизм становления национальной идентичности. Национальная идентичность формируется благодаря политическим и социальным институтам интеграции, но ее сделанность, сконструированность ограничена этническими и религиозными основами национальной культуры. Особенно важными аспектами идентичности являются смыслы общности, гражданского служения, единства. Их фиксация происходит в ритуалах, мифах, художественном наследии. Без проникновения в символическое поле нации, без постижения всех аспектов национального дискурса невозможна полноценная коммуникация и интеграция. Особую роль в этом процессе способно сыграть национально–ориентированная интеллигенция. Ее задачей является сохранение смыслового ядра национальной культуры и распространение через посредство социальных институтов. Это станет достойным ответом современным, столь опасным для национальных сообществ, тенденциям к глобализации и омассовлению культуры.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Гирц, К. Интерпретация культур [Текст]: пер. с англ. / К. Гирц. - Москва: Российская политическая энциклопедия (РОССПЭН), 2004. - 560 с.



2. Кармадонов, О.А. Социология символа [Текст] / О.А. Кармадонов. - Москва: Academia, 2004. - 352 с.
3. Православная вера и традиции благочестия у русских в XVIII-XX веках [Текст]: этногр. исслед. и материалы / Кириченко О.В. [и др.] – Москва: Наука. - 2002. - 469 с.
4. Лотман, Ю.М. Семиосфера [Текст] / Ю.М. Лотман – Санкт-Петербург: Искусство - СПб, 2004. - 704 с.
5. Мид, Дж.Г. Избранное [Текст]: сб. переводов / Г.Дж. Мид; сост. и переводчик В.Г. Николаев. – Москва: 2009. –290с.
6. Миронов, Б.Н. Социальная история России периода империи (XVIII - начало XX в.) [Текст]. В 2 т. Т.2 / Б.Н. Миронов – Санкт-Петербург: Дмитрий Буланин, 2003. - 583 с.
7. Парсонс, Т. О структуре социального действия [Текст] / Т. Парсонс – Москва: Академический Проект, 2000. – 880 с.
8. Пелипенко, А.А. Культура как система [Текст] / А.А. Пелипенко, И.Г. Яковенко. - Москва: Языки русской культуры, 1998. - 371 с.
9. Рубцов, Н.Н. Символ в искусстве и жизни: философские размышления [Текст] / Н.Н. Рубцов. - Москва: Наука, 1991. - 176 с.
10. Степанов, Ю.С. Константы: словарь русской культуры [Текст] / Ю.С. Степанов. - Москва: Академический Проект, 2004. - 982 с.
11. Шюц, А. Избранное: Мир, светящийся смыслом [Текст]: пер. с нем. и англ. / А. Шюц. - Москва: РОССПЭН, 2004. - 1056 с.
12. Сміт, Ентоні Д. Національна ідентичність [Текст] / Пер. з англійської П. Тарашук / Д. Ентоні Сміт. - Київ: Основи, 1994. - 224 с.

Ключевые слова: символы, ценность, смысл, идентичность, социальная интеграция, единая коммуникативная среда, дискурс, память, социальные нормы.

Сведения об авторе:

Меньшакова Светлана Алексеевна, аспирант кафедры социальной философии Липецкого государственного технического университета.

E-mail: antyufeeva27@yandex.ru

Адрес: Санкт-Петербург, Товарищеский проспект, д. 28.

УДК 796.011.1

### **ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ЗАНЯТИЙ ПО ФИЗИЧЕСКОМУ ВОСПИТАНИЮ**

Липецкий государственный технический университет

В.М. Жуков, Л.А. Трухачёва

В статье рассматриваются вопросы изменения физической подготовленности и функциональных возможностей студентов по результатам нормативных требований и тестов, затронуты проблемные вопросы по методике проведения тестирования в процессе обучения физической культуре.

Физическая культура в основах законодательства Российской Федерации о физической культуре и спорте представлена в высших учебных заведениях как учебная дисциплина и важнейший компонент целостного развития личности. Являясь составной частью общей культуры и профессиональной подготовки студента в течении всего периода обучения, физическая культура входит обязательным разделом в гуманитарный компонент образования, значимость которого проявляется через гармонизацию духовных и физических сил, формирование таких общечеловеческих ценностей, как здоровье, физическое и психологическое благополучие, физическое совершенство. Физическая культура в высших учебных заведениях выступает как средство становления будущего студента, активного совершенствования индивидуальных, личностных и профессионально значимых качеств студентов, как средство достижения ими физического совершенства.

Свои образовательные и развивающие функции физическая культура наиболее полно осуществляет в целенаправленном педагогическом процессе физического воспитания.

Цель исследования – выявить динамику изменения физической подготовленности и функциональных возможностей студентов 1-3 курсов в процессе обучения физической культуре.

Методика исследования. В исследовании участвовали студенты трех факультетов в количестве двухсот человек. Студенты в течение пяти семестров сдавали контрольные нормативы по специально разработанной системе тестов.

Они сдавали контрольные нормативы один раз в семестр по шести видам – это бег на 100 метров, 1000 метров, прыжки в длину с места, поднос ног к перекладине, подтягивание на перекладине, сгибание и разгибание рук из положения «упор лёжа». Результаты оценивались по пятибалльной системе. В каждом виде показанные студентами результаты суммировались и делились на число сдававших норматив. Средний результат являлся оценкой в данном виде.

## Нормативы в беге на 100 метров и 1000 метров

Норматив Семестр Группа	100 метров Результат					1000 метров Результат				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ФАИ группа ЭО-14-1,2	3,6	3,3	3,2	3,5	3,3	3,44	3,50	3,50	3,49	3,55
ФАИ группа МР, ПИ, УК-14	3,4	3,6	3,0	3,3	3,0	3,57	3,55	3,40	3,41	3,51
ФАИ группа ПМ, УТ, АС-14	4,1	4,8	3,6	3,5	3,6	3,43	3,38	4,01	3,51	3,55
ФАИ группа ЭП, АИ, СМ-14	3,7	3,7	3,3	3,4	3,6	3,51	3,52	3,52	3,53	4,00
МИ группа ХТ, АХ, МО, ОД- 14	3,3	3,6	3,6	3,2	3,5	3,53	3,35	3,51	4,01	4,08
МИ группа ЧМ, ТА, ММ, МТ-14	3,8	4,1	4,0	3,9	4,1	3,55	3,55	3,54	3,57	3,59
ИСФ группа С, П-3, ТВ-14	3,7	3,6	3,8	3,9	3,1	3,57	3,50	3,51	3,50	3,57
Средний результат	3,65	3,8	3,58	3,52	3,45	3,51	3,47	3,51	3,52	3,58
Оценка	5	4,8	5	5	5	2,4	2,8	2,4	2,3	1,7

На основании полученных оценок и средних результатов при сдаче контрольных норматив были составлены графики изменения показателей у студентов по каждому виду, проведен их анализ.

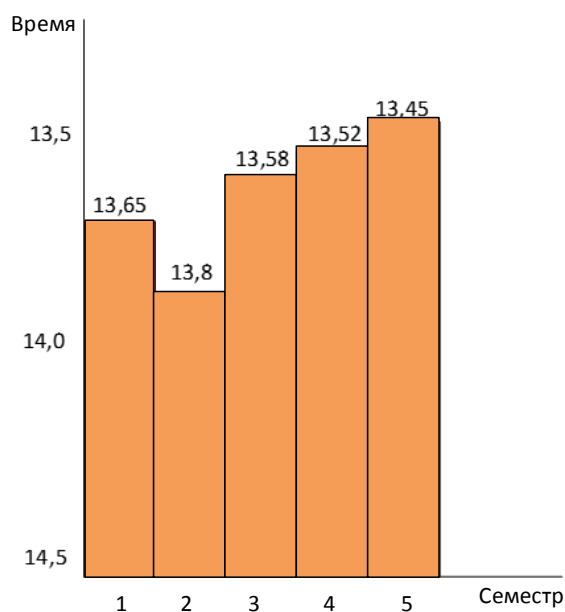


Рис. 1. Динамика изменения результатов контрольных нормативов (в сек.) в беге на 100 метров

Анализируя график полученных результатов в беге на 100 метров, можно сделать вывод о том, что студенты на протяжении пяти семестров показывали хорошие и отличные результаты, худший показатель во втором семестре, а лучший – в четвёртом и пятом семестрах. Это говорит о том, что в беге на 100 метров, а это скоростно-силовое упражнение, результаты в процессе занятий по физическому воспитанию улучшились.

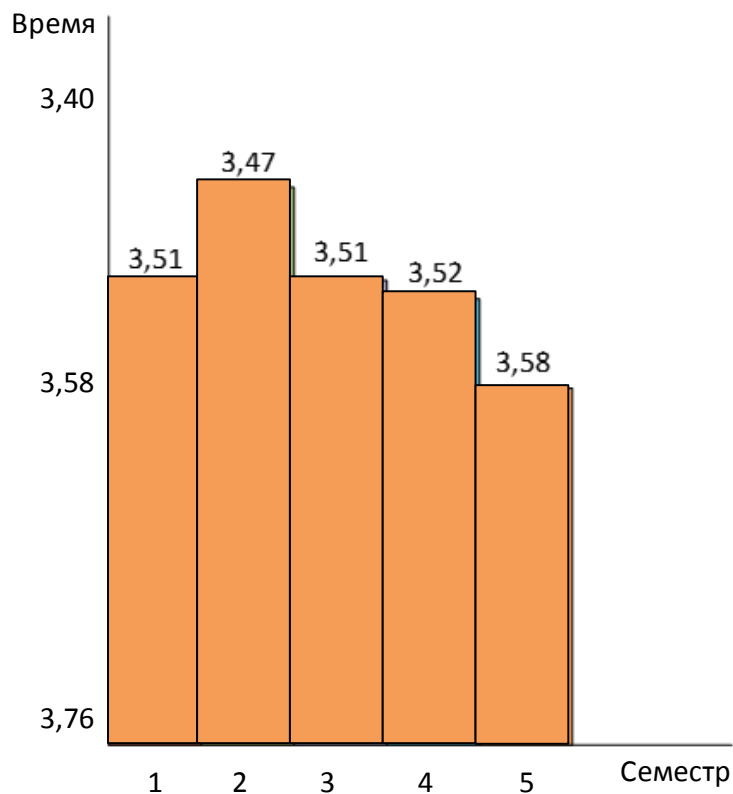


Рис. 2. Динамика изменения результатов контрольных норматив (в мин.) в беге на 1000 метров

Анализируя результаты в беге на 1000 метров, можно сделать вывод, что студенты плохо подготовлены по данной дисциплине. На протяжении всего периода обучения результаты были на уровне «неуд», и они ухудшались за исключением второго семестра.

Бег на 1000 метров проходит в зоне субмаксимальной мощности с высокой частотой пульса и большой кислородной задолженностью, что предъявляет жёсткие требования к физической, функциональной и морально-волевой подготовке. Студенты обязаны регулярно посещать академические занятия и самостоятельно бегать 2-3 раза в неделю. Падение показателей результатов, особенно на третьем курсе, обусловлено с тем, что студенты чаще пропускают занятия, чем на первом и втором курсах, в также увеличением веса и роста в связи с анатомическими и физиологическими особенностями студенческого возраста.

Таблица 2

Нормативы в упражнениях «поднос ног к перекладине» и «прыжки в длину»

Норматив Группа \ Семестр	Поднос ног к перекладине Результат					Прыжок в длину Результат				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ФАИ группа ЭО-14-1,2	10	11	12	12	14,5	230	230	231	234	235
ФАИ группа МР, ПИ, УК-14	8,7	9	15	9	7,4	223	231	248	237	232
ФАИ группа ПМ, УТ, АС-14	11,2	12,1	10,8	11,8	11,5	218	222	228	226	230
ФАИ группа ЭП, АИ, СМ-14	11	11,5	13	13	11,2	226	226	233	237	239
МИ группа ХТ, АХ, МО, ОД- 14	13,3	10,4	13	13	11,2	229	228	218	226	225
МИ группа ЧМ, ТА, ММ, МТ-14	7,7	11,5	10	11	11	222	221	220	229	222
ИСФ группа С, П-3, ТВ-14	10	11	11	11	13	222	227	225	224	230
Средний результат	10,27	10,9	12,5	11,5	11,2	224,3	226,5	229	230	230,6
Оценка	3,5	3,7	4,1	3,9	3,8	2,9	3,4	3,8	4	4,2

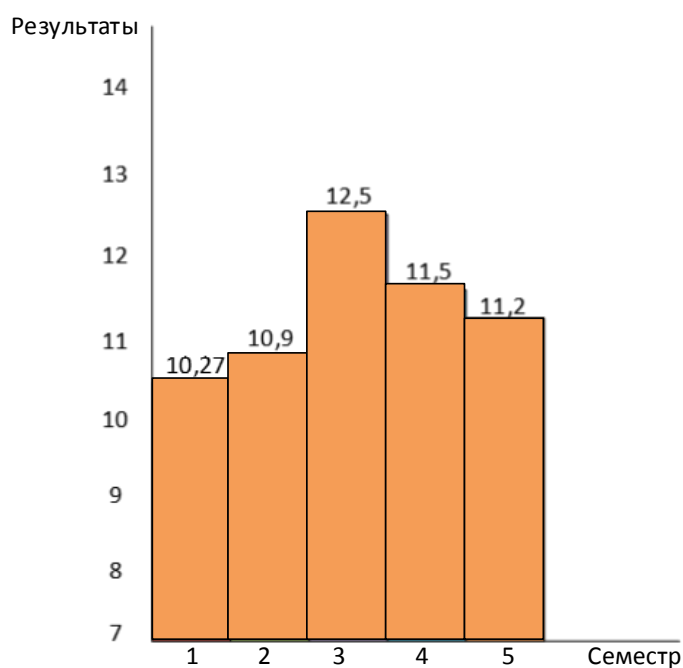


Рис. 3. Динамика изменения результатов контрольных нормативов в упражнении «поднос ног к перекладине»

Поднос ног к перекладине – силовое упражнение, направленное преимущественно на развитие мышц живота.

За последние годы наблюдается тенденция снижения результатов в данном упражнении, хотя оно не сложное и доступно для большинства.

Снижение результатов связано с тем, что многие студенты старших курсов больше загружены учебной работой и проводят свободное время пассивно, сидя за компьютером. Из графика видно, что средний результат близок к оценке «хорошо» и на протяжении всех семестров улучшается, хотя не значительно.

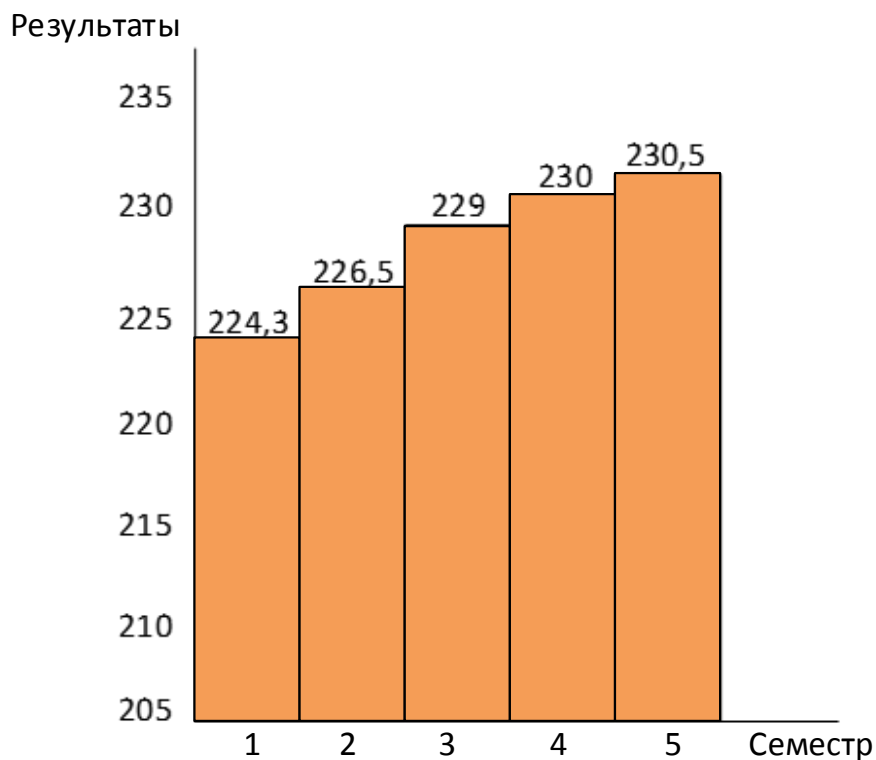


Рис. 4. Динамика изменения результатов контрольных нормативов в упражнении «прыжок в длину с места»

Прыжок в длину с места – скоростно-силовое упражнение, которое требует развития скоростных и силовых качеств. С развитием силы растут и результаты в прыжках в длину с места.

В данном упражнении прослеживается явная тенденция улучшения результатов от семестра к семестру. В первом семестре оценка была ниже «удовлетворительно», а в пятом семестре уже превышала оценку «хорошо». Студенты, в силу возрастной специфики имеют прирост физического развития независимо от того, занимаются они спортом или нет. В первую очередь у них растёт вес и мышечная масса, а это влияет на развитие силовых качеств. Тем не менее, активные занятия спортом имеют решающее значение на результат.

Результаты сдачи нормативов в упражнении «подтягивание на перекладине» и «отжимание из упора лежа»

Норматив	Подтягивание Результат					Отжимание из упора лежа Результат				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ФАИ группа ЭО-14-1,2	9	9	10	10	10,9	41	37	39	39	45
ФАИ группа МР, ПИ, УК-14	7,9	9	11	11	8,9	33	36	40	42	31
ФАИ группа ПМ, УТ, АС-14	10,8	11,3	14,4	12	13,2	37	38	32	35	42
ФАИ группа ЭП, АИ, СМ-14	10	10,4	9	10	10	36	36	36	38	40
МИ группа ХТ, АХ, МО, ОД- 14	7,9	9	9	9,5	10	35	36	37,5	40	42
МИ группа ЧМ, ТА, ММ, МТ-14	9,7	10	10	11	10	42	39	39	37	41
ИСФ группа С, П-3, ТВ-14	10	10	11	10	10	33	36	37	37	41
Средний результат	9,3	11,24	10,6	10,52	10,42	36,7	36,8	37,1	38,2	40,7
Оценка	4,16	5	3,5	3,5	3,4	4,3	4,3	4,4	4,6	5

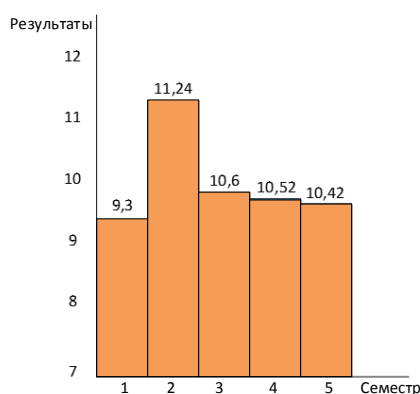


Рис. 5. Динамика изменения результатов контрольных нормативов в упражнении «подтягивании на перекладине»

Это упражнение чисто силовой направленности. Оно наиболее доступно для всех студентов. При выполнении данного упражнения не требуются какие-то особые условия. Можно выполнять это упражнение дома, в парке и так далее. Результаты контрольного норматива, несмотря на доступность, оставляют желать лучшего. Лучшие результаты были показаны во втором семестре, а в последующих они ухудшились. Вероятно, немалую роль в

этом сыграло то, что в первых двух семестрах у студентов была большая мотивация на хорошую оценку, а далее они выполняли упражнения без полной отдачи, довольствуясь оценками «удовлетворительно» и «хорошо».

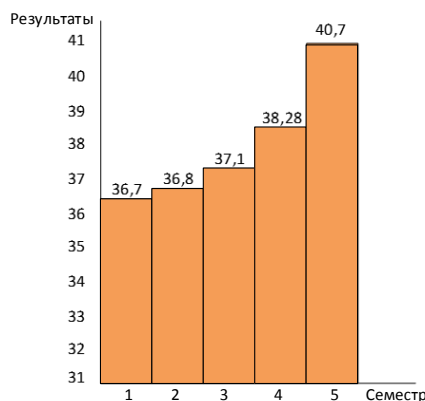


Рис. 6. Динамика изменения результатов контрольных норматив в упражнении «отжимание из упора лёжа»

Если в упражнении «подтягивание на перекладине» в работе принимают участие мышцы-сгибатели, то в упражнении «отжимание из упора лёжа» работают мышцы-разгибатели рук. Это самое доступное из всех контрольных норматив. Упражнение можно выполнять без каких-либо приспособлений в спортивном зале, дома или на любой площадке, поле. Это видно и повлияло на то, что результаты в этом упражнении росли от первого до пятого семестра. Оценка была в первых семестрах на уровне «хорошо», а в пятом – «отлично».

Выводы:

1. Для успешной сдачи контрольных норматив на «хорошо» и «отлично» двух занятий по физическому воспитанию недостаточно. Студенты должны не менее двух раз заниматься самостоятельно.

2. Для улучшения результатов в беге на 1000 метров необходимо больше заниматься на стадионе, увеличивая постепенно объём и интенсивность беговой подготовки. В свободное время студентам нужно больше уделять внимание циклическим видам спорта - бег, велосипед, плавание, лыжи.

3. К отстающим студентам нужен индивидуальный подход, давать задания для самостоятельных занятий в тех видах, где они не выполняют нормативные требования.

4. Доводить до студентов необходимый теоретический материал по методике проведения тренировок, а также ознакомить их с гигиеническими требованиями и техникой безопасности.

5. Самостоятельные занятия необходимо проводить под контролем врача.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стёпушкин В.В. Физическая культура в высших учебных заведениях [Текст]: учеб. пособие / В.В. Стёпушкин, В.М. Жуков, Л.В. Кострикин – Липецк: Изд-во ЛПТУ, 2010 – 72 с.

2. Аулик, И.В. Как определить тренированность спортсмена [Текст] / И.В. Аулик. Москва: Физическая культура и спорт. – 1977. – 40 с.

Ключевые слова: контрольные нормативы, подготовка, оценка, физическое развитие.

Сведения об авторах:

Жуков Владимир Михайлович, доцент кафедры физического воспитания Липецкого государственного технического университета



Трухачёва Лидия Андреевна, старший преподаватель кафедры физического воспитания  
Липецкого государственного технического университета

E-mail: kaf-fv@stu.lipetsk.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК 796.012.6

## **ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ ПЕРВОГО ГОДА ОБУЧЕНИЯ (ДЕВУШЕК) В ПРОЦЕССЕ ЗАНЯТИЙ ПО ФИЗИЧЕСКОМУ ВОСПИТАНИЮ**

Липецкий государственный технический университет

А.С. Щедрина

В статье рассмотрены проблемы состояния физического здоровья студенток и уровня их физической подготовленности при поступлении в вуз. Приведены показатели уровня физического состояния за последние 3 года посредством проведения тестирования. Проанализирована динамика этих изменений, выдвинута гипотеза о повышении уровня физической подготовленности.

По данным Министерства здравоохранения РФ ежегодно регистрируется ухудшение состояния здоровья женского организма. Ряд авторов утверждает, что это связано с дефицитом движения. Отмечается крайне низкий уровень физической подготовленности девушек при поступлении в вуз. Ежегодно увеличивается количество студенток специальной медицинской группы. Все это свидетельствует о проблеме физической деградации подростков. Уровень низкой физической подготовленности влечет за собой ухудшение работоспособности, что является важным показателем профессиональной подготовки студентов. Поэтому поиск новых средств и методов занятий физической культурой, которые бы способствовали повышению уровня физической подготовленности и здоровья студенток, является актуальной задачей.

Цель исследования: анализ уровня физической подготовленности студенток и поиск методик для его повышения.

Гипотеза. Предполагается, что физическая подготовленность студенток 17-18 лет повысится, если использовать на занятиях по физической культуре упражнения из различных фитнес-программ.

Объект исследования: учебно-воспитательный процесс студенток 17-18 лет технического университета.

Предмет исследования: физическая подготовленность студенток 1 курса.

Задачи:

1. Изучить и проанализировать особенности физической подготовленности студенток вуза.
2. Определить эффективные средства и методы повышения физической подготовленности студенток 17-18 лет.

Для решения поставленных задач были использованы следующие методы научного исследования: анализ научно-методической литературы по проблематике исследования; педагогическое наблюдение, анкетирование в начале учебного семестра; педагогическое тестирование среди студенток 1 курса с использованием контрольных упражнений (двигательных тестов): сгибание и разгибание рук в упоре лежа, прыжок в длину с места, опускание и поднимание туловища из положения лежа на спине, бег на 100 и 500 м.

Ход исследования. Ежегодно в 1 семестре после прохождения студентками медицинского осмотра преподавателями кафедры физического воспитания проводится мониторинг уровня

физического состояния вновь поступивших в вуз. Сюда включаются как антропометрические данные, так и уровень физической подготовленности, который определяется у девушек 5 видами двигательных тестов. Критерием отбора данных видов послужили: доступность и обязательность, так как они входят в обязательные нормативы рабочих программ высших учебных заведений.

Были взяты результаты этого тестирования до последние 3 года ( с 2014 по 2017 гг.) и оформлены в виде таблиц (табл. 1-3). В данном тестировании физического состояния приняли участие девушки основной медицинской группы всех 8 факультетов технического вуза 1 года обучения. В каждом виде показанные результаты суммировались и делились на число сдававших норматив. А также выведены средние данные всех факультетов.

Таблица 1

Результаты сдачи контрольных нормативов девушками в 2014-2017 гг.

Название факультета	Бег на 100 м	Бег на 500 м	Прыжок в длину с места	Сгибание и разгибание рук в упоре лежа	Поднимание и опускание туловища из положения лежа
ЭФ	17,0	2,06	170,5	10	52
ИСФ	17,1	2,00	161	13	63
ФТФ	17,1	2,12	156	8	44
ФГСНиП	17,6	2,14	155	7	45
ФАИ	17,2	2,03	157	14	69
ФИТ	17,6	2,25	154	10	66
ИМ	17,5	2,09	164	11	56
МИ	17,2	2,11	176	12	50
Средние данные девушек	17,3	2,1	162	11	49

Таблица 2

Результаты сдачи контрольных нормативов девушками в 2015-2016 гг.

Название факультета	Бег на 100 м	Бег на 500 м	Прыжок в длину с места	Сгибание и разгибание рук в упоре лежа	Поднимание и опускание туловища из положения лежа
ЭФ	17,6	2,01	177	10	88
ИСФ	16,6	1,72	179	13	58
ФТФ	16,6	1,59	174	18	53
ФГСНиП	17,7	2,14	160	10	50
ФАИ	17,1	2,1	167	13	53
ФИТ	16,9	1,85	172	17	63
ИМ	16,8	1,89	163	11	40
МИ	16,9	2,06	165	10	38
Средние данные девушек	17,0	1,92	170	13	55

## Результаты сдачи контрольных нормативов девушками в 2016-2017 гг.

Название факультета	Бег на 100 м	Бег на 500 м	Прыжок в длину с места	Сгибание и разгибание рук в упоре лежа	Поднимание и опускание туловища из положения лежа
ЭФ	17,5	2,02	176	11	86
ИСФ	16,3	1,63	180	14	56
ФТФ	16,8	1,74	160	16	54
ФГСНиП	17,7	2,1	163	10	55
ФАИ	17,3	2,1	165	14	53
ФИТ	16,9	1,88	152	11	65
ИМ	16,5	2,6	184	10	40
МИ	17,0	2,73	164	10	39
Средние данные девушек	17.0	2.1	168	12	56

На основании средних результатов сдачи контрольных тестовых нормативов были составлены графики изменения показателей у студенток по каждому виду и проведен их анализ.

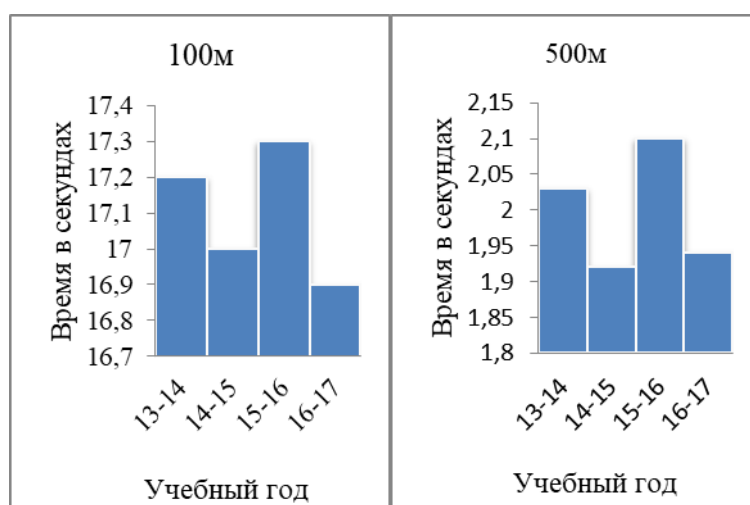


Рис. 1. Динамика изменения результатов контрольных нормативов в беге на 100 и 500 м

Анализируя результаты бега на 100 и 500 метров, можно сделать вывод о том, что студентки, поступившие в вуз в 2013 и 2015 учебных годах, обладали более слабой скоростно-силовой подготовкой (для 100 м) и скоростной выносливостью (для 500 м). А студентки 2016 года поступления показали наиболее высокие результаты в беговых тестах. Это свидетельствует об улучшении качества физической подготовки студенток.

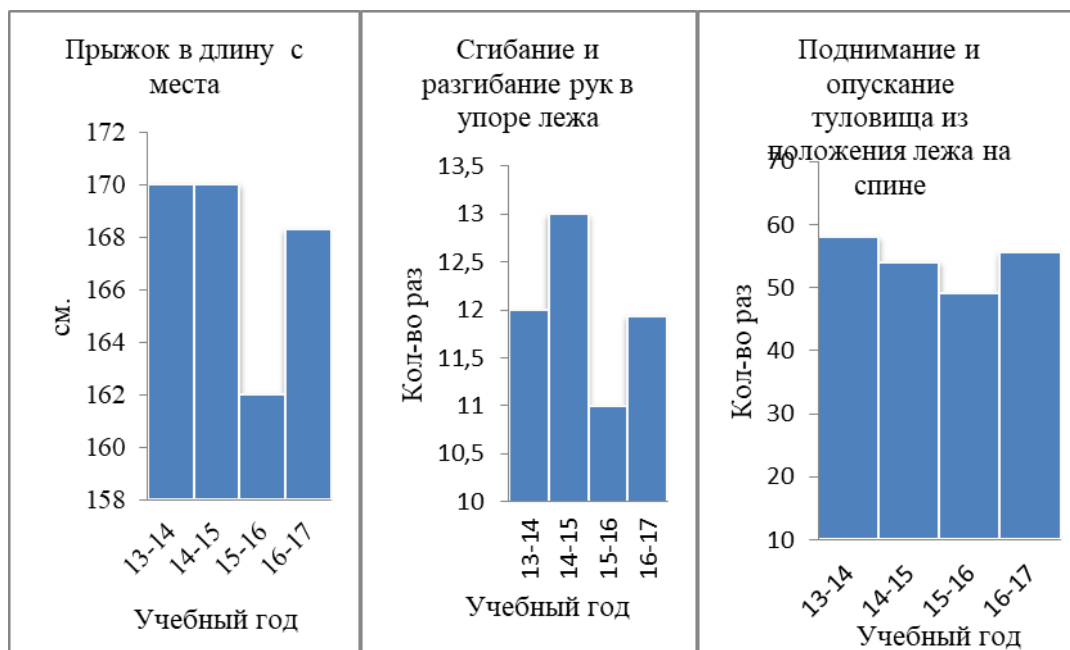


Рис. 2. Динамика изменения результатов контрольных нормативов в упражнениях: прыжок в длину с места, сгибание и разгибание рук в упоре лежа, поднимание и опускание туловища из положения лежа на спине

Прыжок в длину с места – показатель скоростно-силовых качеств студенток. В данном упражнении заметен значительный спад результатов у поступивших в вуз в 2015 году. В данный момент наблюдается небольшой прирост показателей, но он все равно остается хуже по сравнению с 2013-2014гг. Тогда как в упражнениях на развитие силовых качеств (сгибание и разгибание рук в упоре лежа, поднимание и опускание туловища из положения лежа на спине) мы наблюдаем положительную динамику.

Для улучшения качества образования было проведено анкетирование, где постарались выявить, какие виды спорта более привлекают девушек и что может мотивировать их к регулярным тренировкам. По результатам анкетирования в сентябре 2016 года было установлено, что большинству первокурсниц нравятся современные фитнес-программы и они желали бы включения их в ход занятий по физическому воспитанию. В качестве экспериментальной группы были взяты студентки основной медицинской группы инженерно-строительного факультета. Мы включали в работу на занятиях по физическому воспитанию элементы фитнеса. Из табл. 4 видно, что в конце первого года обучения наблюдается прирост показателей уровня физической подготовленности. Это связано с тем, что в современных фитнес-программах, таких как кросс-фит, степ-аэробика, аэробные тренировки на тренажерах, гармонично сочетается развитие всех физических качеств организма. Также наблюдалась хорошая посещаемость занятий по предмету и по результатам опроса было выявлено, что девушки помимо официальных занятий самостоятельно занимались физической подготовкой.

Результаты сдачи контрольных нормативов студентками ИСФ в конце первого года обучения

Название факультета	Бег на 100 м	Бег на 500 м	Прыжок в длину с места	Сгибание и разгибание рук в упоре лежа	Поднимание и опускание туловища из положения лежа
ИСФ	16,8	1.92	185	15	70

Итак, для адекватной оценки физического состояния студенток, поступивших в вуз, следует проводить ежегодный мониторинг их физического развития. А чтобы повысить эти показатели, заинтересовать в посещаемости занятий и в самостоятельных тренировках, следует учитывать их пожелания, а именно, динамичность, эмоциональность, современность образовательного процесса по физическому воспитанию. Этим требованиям отвечают фитнес-программы. Педагогическая значимость данной работы заключается в том, что результаты исследований в последующем могут послужить в качестве методического материала при повышении физической подготовленности студенток и повышении мотивации к самостоятельным занятиям физической культурой, а приведенная статистика наглядно показывает динамику уровня физического состояния студенток первого года обучения.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стёпушкин, В.В. Физическая культура в высших учебных заведениях [Текст]: учеб. пособие / В.В. Стёпушкин, В.М. Жуков, Л.В. Кострикин. – Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2010 – 72 с.
2. Аулик, И.В. Как определить тренированность спортсмена [Текст] / И.В. Аулик. – Москва: Физическая культура и спорт. – 1977. – 40 с.
3. Матвеев, Л.П. Теория и методика физической культуры (общие основы теории и методики физического воспитания; теоретико-методические аспекты спорта и профессионально-прикладных форм физической культуры)[Текст]: учеб. для институтов физич. культуры / Л.П. Матвеев. – Москва: ФиС, 1991. – 543 с.

Ключевые слова: физическая подготовленность, студентки, уровень физического развития, контрольные нормативы.

Сведение об авторе:

Щедрина Анастасия Сергеевна, старший преподаватель кафедры физического воспитания Липецкого государственного технического университета

E-mail: AS45@yandex.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

Sedykh I.A., Ovchinnikov M.D.

**MODELING OF MULTIAGENT SYSTEMS WITH THE PETRI NETWORKS**

We consider modeling of multiagent system using Petri network.

Keywords: multiagent system, agent, modeling, Petri network.

Kudinov Y. I., Pashchenko F.F., Kelina A.Yu.

**SCHEMES OF FUZZY PID CONTROLLERS MAMDANI**

Discusses the basic schemes of fuzzy PID controllers Mamdani, which are classified according to the number of input variables and the number of bases productive control rules.

Keywords: schemes, fuzzy PID controllers, classification.

Shmyrin A.M., Korneev A.M.,  
Kalygin V.V., Kuznetsov A.G.

**INVESTIGATION OF SKILLS AND COMPUTER SYSTEMS WITH THE USE OF THE  
NEIGHBORHOOD APPROACH**

The presented results of the study of skill-computing systems on the basis of environmental modeling, coverage of the influence of noisy images on the reliability of recognition.

An emulator program is proposed for training skill-computing vision systems to search for three-dimensional images and a technique for modeling a three-dimensional search for an object by a robot.

Keywords: neighborhood system, vision system, training sample response, noise, three-dimensional image, OCR, robot

Yaroslavtseva V.Y.

**ESTIMATIONS OF THE DECISIONS OF THE BOUNDARY-VALUE PROBLEM  
IN THE HELDER NODES**

In this paper we consider a general boundary-value problem for a class of singular elliptic equations in which a differential operator of the Legendre-Gegenbauer type acts on one of the variables, and estimates of the solutions of this problem are derived by the transformation operator method.

Keywords: boundary value problem, transformation operator, the operator Legendre, Gegenbauer operator.

### **PARAMETER IDENTIFICATION DISCRETE DYNAMIC SYSTEMS**

The paper considers the determination of the parameters of a discrete dynamical system with Time lag. An example of parametric identification is given.

Keywords: parametric identification, discrete dynamical system, time lag.

Serikov V.I., Voronin S.V., Demidova A.A.

### **MODELLING OF LONELY WAVES BY MEANS OF BYURGERS'S EQUATIONS AND VRIZ'S KORTEVEGA-DE**

Communication of solutions of the generalized Byurgers's equation and the equation of Kortevega - de Vriza, and also nonlinear Schrödinger equation is considered. It is shown that solutions of the equation of Kortevega - de Vriza or the nonlinear Schrödinger equation in the form of lonely waves induce the relevant decisions of the generalized Byurgers's equation; Klein's equation - Gordon with potential energy like solution of the equation of Kortevega - de Vriza for waves with the corresponding argument can be presented in shape, answering to a ratio Miura that she leads to decisions like lonely waves.

Keywords: the generalized Byurgers's equation, the equation of Kortevega - de Vziza, the nonlinear Schrödinger equation, a ratio Miura, Klein's equation - Gordon, lonely waves.

Polshin A.A., Belskiy S.M., Mukhin Y.A

### **PECULIARITIES OF TECHNOLOGY OF TEXTURING OF COLD ROLLING MILLS' WORK ROLLS**

In the article there are presented the results of the investigation of the impact of the parameters of electroerosive texturing of cold rolling mill's working rolls on the parameters of the microgeometry of the working roll surface: Ra and Pc (number of peaks per 1 cm of profile). As texturing parameters, the following were developed: additive, representing the sum of the dimensionless magnitudes of the current intensity and the spark gap cycle, as well as the dimensionless speeds of rotation and movement of the work roll. The value of the determination coefficients between the analytical and actually obtained dependences Ra and Pc on the developed texturing parameters and in fact exceeds 0.8; this fact indicates the adequacy of the analytical description of the influence of the parameters of electroerosive texturing of work rolls on the parameters of the microgeometry of the surface of work rolls.

Keywords: cold rolling, work rolls, electroerosive texturing, number of peaks per 1 cm of profile.

Butuzova M.A., Luneva D.S.

### **RESEARCH OF HEAT-SHIELDING CHARACTERISTICS OF THE PROTECTING DESIGNS ENERGY SAVING THE ADMINISTRATIVE AND HOUSEHOLD BUILDING OF LLC VIESSMANN LIPETSK**

In February, 2017 the German company Viessmann declared start of the first production in Russia - the plant on production of industrial coppers in the territory of the SEZ PPT "Lipetsk". In the project of the office building energy saving technologies and also the "clever building" system have been applied. In work warming the buildings protecting heating

administrative and household viessmann designs and also average their effective warming are near considered in more detail. Are executed the protecting designs protecting heattechnical calculations conditional.

Keywords: energy saving, accounting of energy, thermal insulation.

Butuzova M.A., Otrepyeva A.A.

### **THE SYSTEM OF ACTIVE ENERGY SAVING WITH RECOVERY OF HEAT FOR ENERGY EFFICIENT BUILDINGS**

In work the system of active energy saving (SAES) are considered. Systems which use secondary energy resources, nonconventional and renewables and also autoregulation at change of conditions outside of and in buildings belong to SAE.

Keywords: the system of active energy saving (SAES), recovery it is warm also moisture, the energy efficient protecting designs.

Sklyadnev A.J., Popova G.N.

### **STRENGTHENING VOLTAGE COEFFICIENTS UNDER THE ACTION OF PULLING STRENGTHS FOR A STRIPE WITH A TRANSVERSE CRACK**

We consider a method for determining the stress intensity factor for a wedging force for a strip with a transverse crack located arbitrarily about the longitudinal axis, which allows us to find its value for small cracks with an error of less than 5%

Keywords: stress intensity factor, transverse crack in the strip, disjoining force.

Burlakova E.V., Kachalova S.M.

### **THE PHENOMENON OF MEDIA CULTURE AS A FACTOR IN SOCIAL INFLUENCE**

The authors come to the conclusion about the necessity of consideration of influence of media culture on the consciousness of society. Identifies functions of media culture, techniques, technology. forms and means of influencing public consciousness through advertising and information technology.

Keywords: advertising, media culture, technology and media culture, communication and information tools, the mechanism of formation of worldview.

Kachalova S.M., Burlakova E.V.

### **THE IMPACT OF CREATIVE IDEAS ON THE FORMATION OF AN ADVERTISING CAMPAIGN**

The authors come to the conclusion that consideration of the impact of creative ideas on the formation of an advertising campaign. To stand out against other manufacturers ' products, companies must use creative strategies to attract the attention of consumers to its products. The



article describes the goals and objectives of the creative strategies, technique and stages of application of creative styles and techniques, describes the properties and characteristics of the creative ideas and forms, types and criteria of efficiency of use of creative strategies in advertising.

Keywords: creative idea, creative strategy, advertising, creative styles and techniques, the effectiveness of advertising.

Menshakova S.A.

### **ROLE OF SYMBOLS IN BUILDING NATIONAL IDENTITY (SOCIAL-PHYLOSOPHICAL ANALYSIS)**

Symbols are physical visualization of value core of culture. They record national experience and transmit it in vertical direction of history. Basic functions of symbols are communicative, integrating and normative. Symbols unite the nation and create national discourse.

Keywords: Symbol, values, significations, national identity, social integration, discourse, national remembrance, social standards.

Zhukov V.M., Truhachjova L.A.

### **CHANGES IN PHYSICAL FITNESS OF STUDENTS IN THE PROCESS OF PHYSICAL EDUCATION LESSONS**

The article discusses physical fitness changes and features students based on the results of the regulatory requirements and tests that are affected by the issues of the methodology of the test during training for physical education.

Keywords: standards, training, evaluation, and physical development.

Shchedrina A.S.

### **DYNAMICS OF CHANGE OF PHYSICAL PREPAREDNESS OF STUDENTS OF THE FIRST YEAR OF TRAINING (GIRLS) IN THE PROCESS OF LESSONS ON PHYSICAL EDUCATION**

The article touches upon the problems of the state of physical health of students and the level of physical preparedness for admission to the university, the indicators of the level of physical condition for the last 3 years are given through testing. The dynamics of these changes is analyzed, a hypothesis is advanced on raising the level of physical preparedness.

Keywords: physical fitness, student, level of physical development, control standards.

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

В журнале «Вестник Липецкого государственного технического университета» публикуются статьи, содержащие наиболее существенные результаты научно-технических экспериментальных исследований, а также итоги работ проблемного характера.

Статья должна поступить на электронный адрес kaf-vm@stu.lipetsk.ru и сохранена в версии Microsoft Word 2003. Рукопись статьи (2 экземпляра) и сопроводительные документы должны быть высланы в редакцию. К сопроводительным документам относятся:

– рецензия, отражающая следующие пункты: актуальность представленной работы; характеристика объекта исследования; качество постановки целей работы и задач исследования; степень научной новизны исследования, практическая значимость работы; учебно-методическая ценность исследования, стиль изложения; степень разработанности темы научного исследования; структурность работы. (В случае если один из авторов является доктором наук, то рецензия должна быть подписана доктором соответствующего профиля).

– выписка из протокола заседания кафедры, на котором было принято решение о рекомендации публикации статьи в журнал «Вестник Липецкого государственного технического университета».

– согласие на публикацию и гарантии того, что статья не будет больше нигде опубликована, подписанные автором.

Оформление статьи должно соответствовать следующим требованиям:

1. На первой странице должны быть указаны: УДК, название статьи, инициалы и фамилии авторов, название учреждения, представляющего рукопись для опубликования.

2. Текст статьи набирается в формате \*.doc шрифтом Times New Roman размером 12 pt через одинарный интервал, без отступов, отступ красной строки 0,5 см, выравнивание по ширине, без уплотнения. Поля: верхнее, нижнее, левое, правое – 2 см. Не использовать табуляций, автоматических списков. Не использовать курсив, жирный текст и подчеркивания.

Между цифровым значением величины и ее размерностью следует ставить знак неразрывного пробела. Переносы в словах не употреблять. Не использовать в тексте для форматирования знаки пробела.

3. Для набора формул применять редактор Microsoft Equation 3.0. Формулы должны быть оформлены шрифтом Times New Roman, без курсива, размером 12 pt, одинарным интервалом.

Большие формулы необходимо разбивать на отдельные части. Фрагменты формул должны быть независимы (при использовании редактора формул каждая строка - отдельный объект).

Нумерацию и знаки препинания следует ставить отдельно от формул обычным текстом. Нумеровать следует только те формулы, на которые есть ссылки в тексте.

4. Таблицы должны быть оформлены шрифтом Times New Roman, размером 12 pt, одинарным интервалом. В случае, если в тексте есть ссылка на таблицу, то пишется слово «табл.».

5. Перечень литературных источников приводится общим списком в конце статьи. Список составляется в соответствии с последовательностью ссылок в тексте. Библиографический список должен быть оформлен согласно ГОСТ 7.1-2003. Ссылки на библиографический список в тексте приводятся в квадратных скобках.

6. Обозначения, термины и иллюстративный материал должны соответствовать действующим государственным стандартам.

7. К статье прилагаются: аннотация; ключевые слова (не менее трех); имена и фамилии авторов, ученые звания, должности и адрес места работы, электронный адрес; отдельным файлом на английском языке название статьи, аннотация, ключевые слова, имена и фамилии авторов.

## ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ

УДК 519.854

### **ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ПЕЧИ ОБЖИГА КЛИНКЕРА С УЧЕТОМ ДОПУСТИМЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ**

Липецкий государственный технический университет

А.М. Попов, С.Л. Васильев

Рассматривается идентификация модели печи обжига клинкера, управление с учетом допустимых значений параметров.

Модель печи обжига клинкера, которая является...

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Васильев, С.Л. Математическое моделирование систем [Текст] / С.Л. Васильев, А.М. Попов. – Липецк: ЛГТУ, 2006. – 130 с.
2. Петров, С.Л. Моделирование нейронных сетей [Текст] / С.Л. Петров, А.М. Попов. – Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2010. – 124 с.

Ключевые слова: математическая модель, печь обжига клинкера.

Сведения об авторах:

Попов Андрей Михайлович, доктор технических наук, профессор кафедры высшей математики Липецкого государственного технического университета.

Васильева Инна Александровна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики Липецкого государственного технического университета.

E-mail: kaf-vm@stu.lipetsk.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

Popov A.M., Vasilyeva I.A. (LSTU, Lipetsk)

### **RESEARCH OF MODEL OF THE FURNACE OF ROASTING OF CLINKER TAKING INTO ACCOUNT ADMISSIBLE VALUES OF PARAMETERS**

Identification of model of the furnace of roasting of clinker, management taking into account admissible values of parameters is considered.

Keywords: mathematical model, clinker roasting furnace.

**ВЕСТНИК**

**Липецкого государственного технического университета**

**(Вестник ЛГТУ)**

**№ 3 (33). 2017 г.**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Scientific and technical journal «Vestnik LSTU»

Свидетельство о регистрации средства массовой информации **ПИ № ФС77-57003**. Выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) 25.02.2014 г.

Выходит 4 раза в год.

Учредитель: ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет».

*Адрес редакции: 398055, Липецк, ул. Московская, 30.*

Телефон: (4742) 32-81-33

Издательство Липецкого государственного технического университета

Адрес: 398055, Липецк, ул. Московская, 30.

Телефон: (4742) 32-82-14

*Редакторы: Е.А. Федюшина, Е.Н. Черникова, Г.В. Казьмина.*

Перевод (англ.) Н.В. Барышев

Подписано в печать 25.10.2017. Выход в свет 03.11.2017.

Бумага офсетная. Формат 60x84 1/8. Гарнитура «Times New Roman».

Усл. печ. л. 5,5. Тираж 500 экз.

Заказ № 598. Цена свободная.

Отпечатано в полиграфическом подразделении Издательства ЛГТУ.

Адрес: 398055, Липецк, ул. Московская, 30.

Телефон: (4742) 32-82-14