

ВЕСТНИК

Липецкого государственного технического университета
(Вестник ЛГТУ)

№ 2 (28). 2016 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)

№ 2 (28). 2016 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.
д-р физ.-мат. наук, проф. Блюмин С.Л.
д-р техн. наук, доц. Гончарова М.А.
д-р техн. наук, проф. Зверев В.В.
д-р экон. наук, проф. Иода Е.В.
д-р техн. наук, проф. Козлов А.М.
д-р техн. наук, проф. Корчагин В.А.
д-р техн. наук, проф. Лебедев С.В.
д-р техн. наук, проф. Мещеряков В.Н.
д-р техн. наук, проф. Михайлов В.В.

д-р экон. наук, доц. Московцев В.В.
д-р техн. наук, проф. Мухин Ю.А.
д-р физ.-мат. наук, проф. Пеньков В.Б.
д-р филос. наук, доц. Полякова И.П.
д-р хим. наук, доц. Салтыков С.Н.
д-р техн. наук, доц. Сараев П.В.
д-р техн. наук, проф. Шкатов В.В.
д-р психол. наук, проф. Чиликин А.Н.
д-р техн. наук, проф. Филоненко Ю.Я.

Редакционная коллегия выпуска:

Математика
Шпиганович А.Н., д-р техн. наук, проф.
Васильев В.Б., д-р физ.-мат. наук, доц.
Кудинов Ю.И., д-р техн. наук, проф.

Педагогика и дистанционное образование
Андренов Н.Б., д-р филос. наук, проф.
Дячкин О.Д., канд. физ.-мат. наук, доц.
Чиликина Г.А., канд. психол. 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.

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.

Экономика и управление
Пыльнева Т.Г., д-р экон. наук, проф.
Московцева Л.В., д-р экон. наук, доц.
Гринавцев В.Н., д-р техн. наук, проф.

Общественные науки
Сауров И.Ф., д-р полит. наук, проф.
Шляпникова 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'sPeriodicalsDirectory».

Учредитель: © ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет».
Адрес: 398600, Липецк, ул. Московская, 30. E-mail: kaf-vm@stu.lipetsk.ru

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES

МАТЕМАТИКА

MATHEMATICS

СТР.

- | | | |
|-----------|---|---|
| 6 | Кудинов Ю.И., Пашченко Ф.Ф.,
Волкова А.А., Колесников В.А.
Определение параметров
аналитического нечеткого пд регулятора | Kudinov Yu.I., Pashchenko F.F.,
Volkova A.A., Kolesnikov V.A.
Determining the parameters of the
analytical fuzzy PD controller |
| 12 | Корнеев А.М., Аль-Сабри Г.М.
Моделирование технологического
процесса рекристаллизационного отжига | Korneev A.M., Al-Sabri G.M.
<i>A simulation of the technological
process of recrystallization annealing</i> |
| 16 | Левина Л.В., Новикова О.С.,
Пеньков В.Б.
Полнопараметрическое решение
задачи теории упругости
односвязного ограниченного тела | Levina L.V., Novikova O.S.,
Penkov V.B.
<i>Full parametrical solution of the
problem of the elasticity theory of a
simply connected finite body</i> |
| 25 | Шмырин А.М., Демахин Д.С.,
Кузнецов А.Г.
Построение билинейных окрестностных
моделей с учетом предыстории | Shmyrin A.M., Demakhin D.S.,
Kuznetsov A.G.
<i>Building bilinear neighborhood
models taking into account history</i> |
| 31 | Шмырин А.М., Мишачев Н.М.,
Трофимов Е.П.
Об одной модификации формулы
Клайна | Shmyrin A.M., Mishachev N. M.,
Trofimov E.P.
<i>On one modification of Cline's
formula</i> |
| 35 | Ситников Б.В., Веневцев А.Н.,
Жбанова Н.Ю., Жбанов С.А.
Особенности построения динамической
модели процессов старения штрихов
реквизитов документов | Sitnikov B.V., Venevtsev A.N.,
Zhbanova N. Yu., Zhbanov S.A.
<i>Features of a dynamic model for the
aging process of document details</i> |

МЕТАЛЛУРГИЯ

METALLURGY

- 42 **Гринавцев В.Н., Попов В.С., Гринавцев О.В. Пикалов В.В.**
Улучшение экологии в г. Липецке за счет внедрения инновационной технологии переработки мелкой фракции отвального сталеплавильного шлака
- Grinavtsev V.N., Popov V.S., Grinavtsev O.V. Pikalov V.V.*
Improvement of ecology in Lipetsk by introducing innovative technologies for processing fine dump steel slag
- 45 **Гамов Е.С., Калиничева М.М., Решетова М.В., Гамов И.Е.**
Основы водородной технологии утилизации отходов в России
- Gamov E.S., Kalinicheva M.M., Reshetova M.V., Gamov I.E.*
The basics of the hydrogen technology of waste disposal in Russia

АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION ENGINEERING

- 54 **Суслов И.А.**
Проверка устойчивости втуловой полки ребристой плиты
- Suslov I.A.*
Stability test of a ribbed slab flange

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

HUMANITARIAN SCIENCES

ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

SOCIAL SCIENCES

- 58 **Бочарникова О.А., Полякова И.П.**
Структурный анализ динамики развития статусно-ролевых политических конфликтов
- Bocharnikova O.A., Polyakova I.P.*
A structural analysis of the dynamics of the development of status-role political conflicts
- 61 **Панфилов И.П., Лебедева И.Н.**
Проблема разработки единого определения понятия «Терроризм»
- Panfilov I.P., Lebedeva I.N.*
The problem of developing a unified definition of the concept «Terrorism»
- 70 **Гридчина Н.Е., Любивая А.Е.**
Виктимологический аспект профилактики преступлений
- Gridchina N. E., Lubivaya A.E.*
Victimization aspect of crime prevention

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

ECONOMICS

- 74 **Кузнецова Е.Ю., Иода Е.В.**
Общие и отдельные вопросы инвестирования в инновации
- Kuznetsova E. Yu., Ioda E. V.*
General and particular problems of investment in innovation

- 78 **Богомолова Е.В.**
Инновации в обеспечении кадровой
составляющей конкурентоспособности
предпринимательской структуры

Bogomolova E.V.
*Innovations in providing the human
resources component of the
competitiveness of an enterprise*

**ПЕДАГОГИКА И
ДИСТАНЦИОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

**PEDAGOGICS AND DISTANCE
EDUCATION**

- 84 **Качановский Ю.П., Пыльнева Т.Г.**
Возможности использования
дистанционных технологий в заочном
образовании

Kachanovsky Yu.P. , Pylneva T.G.
*The potential of using distance
technologies in distance education*

- 88 **Кашченко А.П., Строковский Г.С.,
Строковская С.Е.**
Новые технологии подготовки к ЕГЭ в
рамках региона

***Kashchenko A.P., Strokovsky G.S.
Strokovskaya S.E.***
*New technologies in training for the
Russian state exam within a region of
Russia*

- 91 **Ермолаев Ю.Д., Аксенов А.А.,
Денисенко Ю.И., Назаров С.Ю.**
Обновляемые типовые расчеты по
математике

***Ermolaev Yu., Aksenov A.A.,
Denisenko Yu.I., Nazarov S.Yu..***
*Updatable routine calculations in
maths*

- 93 **Качалова С.М.**
Об особенностях использования
моделей дистанционного обучения в
техническом ВУЗе

Kachalova S.M.
*On peculiarities of using distance
learning models in a technical
university*

97 **АННОТАЦИИ СТАТЕЙ**

ABSTRACTS

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ
АНАЛИТИЧЕСКОГО НЕЧЕТКОГО ПД РЕГУЛЯТОРА**

Липецкий государственный технический университет

Ю.И. Кудинов, Ф.Ф. Пашенко,
А.А. Волкова, В.А. Колесников.

Предлагается оптимизационный метод определения параметров аналитического нечеткого ПД регулятора с использованием средств MATLAB и SIMULINK.

В настоящее время довольно часто используются нечеткие пропорционально-интегрально-дифференциальные (ПИД) регуляторы, которые гораздо лучше приспособлены для управления нелинейными объектами, чем традиционные линейные ПИД регуляторы [1]. В работе [2] предлагалась методика определения параметров настройки нечетких ПИД регуляторов с помощью средств MATLAB. В частности использовался так называемый *FIS* редактор для построения нечеткого оператора регулятора, состоящего из процедур фазификации, построения нечетких правил, нечеткого вывода и дефазификации. Обычно используемые на практике промышленные контроллеры не содержат аналог *FIS* редактора, что существенно затрудняет реализацию алгоритма ПИД регулирования, полученного в MATLAB с использованием *FIS* редактора.

В настоящей работе рассматривается построение аналитического нечеткого ПД регулятора Мамдани, заданного несложными математическими выражениями и не требующего *FIS* редактора [3], а также его настройка средствами MATLAB и SIMULINK.

Начнем с описания некоторых общих характеристик аналитического нечеткого ПД регулятора (рис. 1).

Аналитический нечеткий ПД регулятор имеет два нормированных входа $K_e e$ и $K_{\Delta e} \Delta e$, где $e(k) = y^0(k) - y(k)$ – ошибка, $\Delta e(k) = e(k) - e(k-1)$ изменение ошибки, $\Delta u(k) = u(k) - u(k-1)$ изменение выхода, $y^0(k)$ – задание, а K_e , $K_{\Delta e}$, $K_{\Delta u}$ – соответствующие нормирующие коэффициенты.

Выход аналитического нечеткого ПД регулятора u (рис. 1) является функцией двух входов: ошибки e и ее скорости Δe [1]

$$u(k) = \tilde{f}_{\text{пд}}(K_e e(k), K_{\Delta e} \Delta e(k)) K_{\Delta u} - \sum_{i=1}^k \Delta u(i) . \quad (5.1)$$

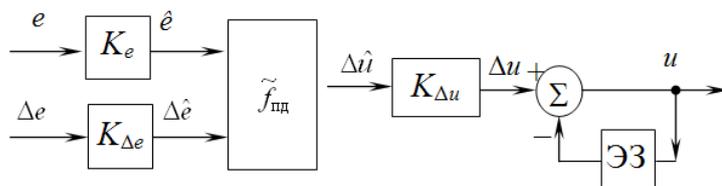


Рис. 1. Схема нечеткого ПД регулятора

Нечеткий оператор $\tilde{f}_{\text{нц}}(K_e e(k), K_{\Delta e} \Delta e(k)) = \Delta \hat{u}$ вместо правил содержит соотношения для вычисления $\Delta \hat{u}$ в зависимости от того, к какой из 20 областей, на которые разбивается пространства переменных $\hat{e} = K_e e$, $\Delta \hat{e} = K_{\Delta e} \Delta e$ (рис. 2), принадлежат значения переменных \hat{e} , $\Delta \hat{e}$.

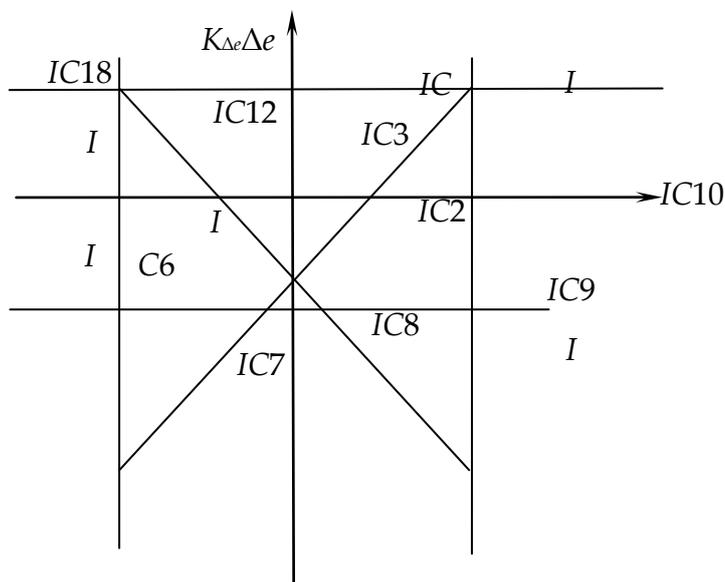


Рис. 2. Области разбиения пространств $K_e e$ и $K_{\Delta e} \Delta e$

Принадлежность пары входов $\hat{e} = K_e e$ и $\Delta \hat{e} = K_{\Delta e} \Delta e$ к одной из 20 областей ICN , $N = \overline{1, 20}$ определяется условиями принадлежности из табл. 1.

Таблица 1

Задание областей ICN

ICN	Условие принадлежности к области ICN
$IC1$	$(\hat{e} > 0) \text{ И } (\hat{e} < L) \text{ И } (\Delta \hat{e} > -L) \text{ И } (\Delta \hat{e} < 0) \text{ И } (\Delta \hat{e} > -\hat{e})$
$IC2$	$(\hat{e} \geq 0) \text{ И } (\hat{e} \leq L) \text{ И } (\Delta \hat{e} \geq 0) \text{ И } (\Delta \hat{e} \leq L) \text{ И } (\Delta \hat{e} \leq \hat{e})$
$IC3$	$(\Delta \hat{e} > \hat{e}) \text{ И } (\Delta \hat{e} \leq L) \text{ И } (\hat{e} \leq L) \text{ И } (\Delta \hat{e} \geq 0)$
$IC4$	$(\Delta \hat{e} + \hat{e} \geq 0) \text{ И } (-\hat{e} \geq 0) \text{ И } (-\hat{e} \geq L) \text{ И } (\Delta \hat{e} \leq L) \text{ И } (\Delta \hat{e} \geq 0)$
$IC5$	$(\Delta \hat{e} > -\hat{e}) \text{ И } (-\hat{e} > 0) \text{ И } (-\hat{e} > L) \text{ И } (\Delta \hat{e} > 0) \text{ И } (\Delta \hat{e} < L)$
$IC6$	$(\Delta \hat{e} \geq \hat{e}) \text{ И } (-\hat{e} \geq 0) \text{ И } (-\hat{e} \geq -L) \text{ И } (-\Delta \hat{e} \leq 0) \text{ И } (-\Delta \hat{e} \geq -L)$
$IC7$	$(-\Delta \hat{e} + \hat{e} < 0) \text{ И } (-\hat{e} > 0) \text{ И } (-\hat{e} < -L) \text{ И } (-\Delta \hat{e} < 0) \text{ И } (-\Delta \hat{e} > -L)$
$IC8$	$(\Delta \hat{e} + \hat{e} \geq 0) \text{ И } (\hat{e} \geq 0) \text{ И } (\hat{e} \leq L) \text{ И } (\Delta \hat{e} \geq -L) \text{ И } (\Delta \hat{e} \leq 0)$
$IC9$	$(\Delta \hat{e} \geq -L) \text{ И } (\hat{e} \geq L) \text{ И } (\Delta \hat{e} \leq 0)$
$IC10$	$(\Delta \hat{e} < L) \text{ И } (\hat{e} > L) \text{ И } (\Delta \hat{e} > 0)$
$IC11$	$(\hat{e} \geq 0) \text{ И } (\hat{e} \leq L) \text{ И } (\Delta \hat{e} \geq L)$
$IC12$	$(-\hat{e} \geq -L) \text{ И } (-\hat{e} \geq 0) \text{ И } (\Delta \hat{e} \geq L)$
$IC13$	$(-\Delta \hat{e} \geq 0) \text{ И } (-\Delta \hat{e} \geq -L) \text{ И } (-\hat{e} \leq -L)$
$IC14$	$(-\hat{e} \leq -L) \text{ И } (-\hat{e} \leq -L) \text{ И } (-\Delta \hat{e} \geq 0) \text{ И } (-\Delta \hat{e} \geq -L)$
$IC15$	$(\hat{e} \geq 0) \text{ И } (\hat{e} \geq -L) \text{ И } (-\Delta \hat{e} \leq -L)$
$IC16$	$(\hat{e} \geq L) \text{ И } (\hat{e} \geq 0) \text{ И } (-\Delta \hat{e} \leq -L)$
$IC17$	$(\Delta \hat{e} > L) \text{ И } (\hat{e} > L)$
$IC18$	$(\Delta \hat{e} > L) \text{ И } (-\hat{e} < -L)$
$IC19$	$(-\Delta \hat{e} < -L) \text{ И } (-\hat{e} < -L)$
$IC20$	$(-\Delta \hat{e} < -L) \text{ И } (\hat{e} > L)$

1. Построение аналитического нечеткого ПД регулятора

Каждой области ICN на рис. 2 соответствуют следующие соотношения для расчета инкрементного выхода нечеткого ПД регулятора:

$$\begin{aligned} \Delta u(k) &= \frac{L[K_e e(k) - K_{\Delta e} \Delta e(k)]}{2(2L - K_e |e(k)|)} \text{ в IC1, IC2, IC5, IC6,} \\ \Delta u(k) &= \frac{L[K_e e(k) - K_{\Delta e} \Delta e(k)]}{2(2L - K_{\Delta e} |\Delta e(k)|)} \text{ в IC3, IC4, IC7, IC8,} \\ \Delta u(k) &= \frac{1}{2}[L - K_{\Delta e} \Delta e(k)] \text{ в IC9, IC10,} \\ \Delta u(k) &= \frac{1}{2}[-L + K_e e(k)] \text{ в IC11, IC12,} \\ \Delta u(k) &= \frac{1}{2}[-L - K_{\Delta e} \Delta e(k)] \text{ в IC13, IC14,} \\ \Delta u(k) &= \frac{1}{2}[L + K_e e(k)] \text{ в IC15, IC16,} \\ \Delta u(k) &= 0 \text{ в IC17, IC19,} \\ \Delta u(k) &= -L \text{ в IC18,} \\ \Delta u(k) &= L \text{ в IC20.} \end{aligned} \quad (1)$$

Приступим к построению модели и оптимизации в MATLAB - SIMULINK замкнутой цифровой системы управления, содержащей нечеткий ПД регулятор и объект управления (рис. 3) с передаточной функцией

$$W(s) = \frac{1}{s^3 + 3s^2 + 3s + 1}. \quad (2)$$

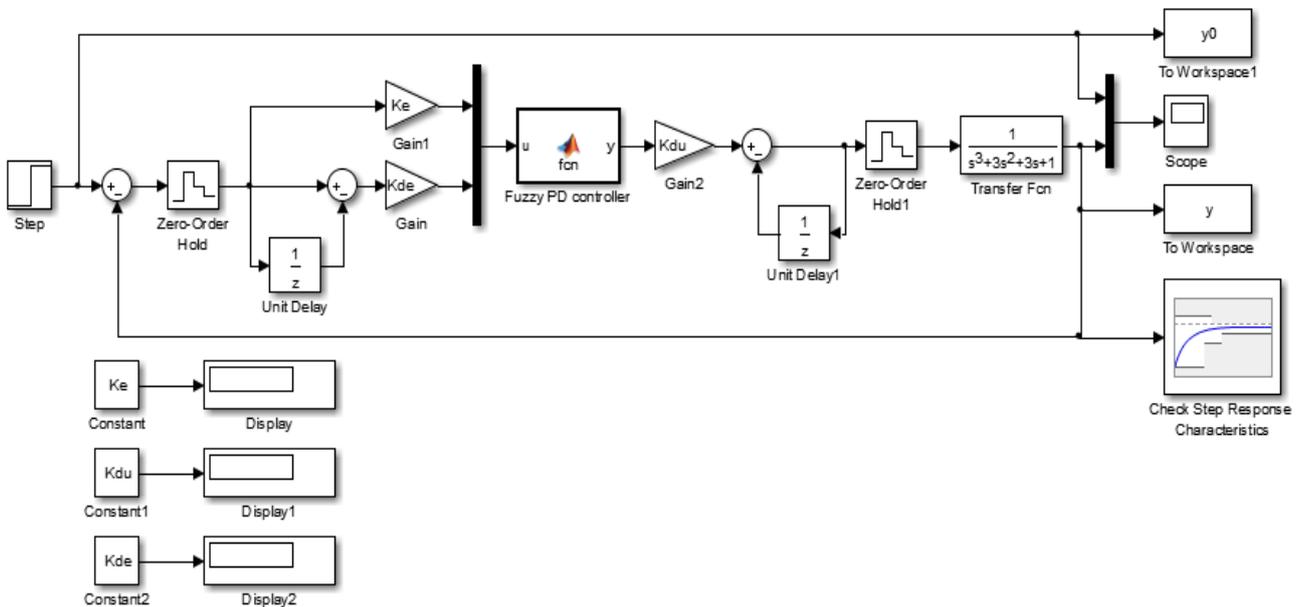


Рис. 3. Модель системы управления с нечетким ПД регулятором

Для создания модели системы управления с нечетким ПД регулятором в пакете динамического моделирования SIMULINK в окне MATLAB перейдем на вкладку Simulink Library, откроется окно элементов Simulink Library Browser (рис. 4). Командой File, New, Model откроем окно модели “Untitled”.

В окне “Simulink Library Browser” найдем категорию Simulink, в ней выделим подкатегорию Sources, а в правой части окна – блок Step, вырабатывающий единичную ступенчатую функцию. Удерживая нажатой левую кнопку мыши, перетащим значок блока Step в окно моделирования “Untitled”. Двойным щелчком на блоке Step откроем окно параметров, в котором установим момент возникновения единичного скачка Step time: 0 с, его начальную величину Initial value: 0, конечную величину Final value: 1 и интервал дискретности Sample time: 0.1.

Аналогичным образом из подкатегории Math Operations перетащим блок сравнения Sum в окно моделирования. Дважды щелкая на элементе сравнения Sum, откроем окно параметров и в поле List of sign (список знаков) правый знак + заменим на – , а в поле Sample time (время дискретизации) подставим 0.1 и нажмем ОК. При нажатой левой клавиши мыши соединим блоки Step и Sum.

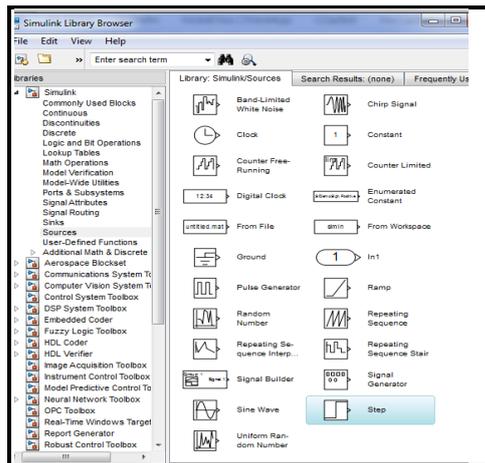


Рис. 4. Основное окно Simulink

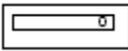
В модель цифровой замкнутой системы управления из категории Simulink и подкатегории Math Operations перетащим два блока Gain в окно моделирования. Двойным щелчком на блоке Gain (или Gain1) откроем окно параметров и зададим в поле Gain: Ke (или Ku для блока Gain1) в поле Sample time: 0.1 и нажмем кнопку ОК. Из подкатегории Simulink Desing Optimization перейдем в подкатегорию Signal Constraints (АЦП и ЦАП).

Из категории User-Defined Functions перетащим в окно модели блок MATLAB Function и переименуем его как Fuzzy PD controller.

Из подкатегории Continuous перетащим блок передаточной функции объекта (5) Transfer Fcn в окно модели. Дважды щелкнем на блоке Transfer Fcn и откроем окно передаточной функции с параметрами числителя (Numerator) и знаменателя (Denominator) обобщенной передаточной функции.

Тогда согласно выражению передаточной функции объекта (2) введем следующие значения для Numerator: [1] и Denominator: [1 3 3 1] и нажмем ОК. Соединим блоки Sum, Gain, Zero-Order Hold, Fuzzy Logic Controller with Ruleviewer, Gain2, Zero-Order Hold1, Transfer Fcn в соответствии с рис. 2.

В окно модели из категории Simulink и подкатегории Sink перетащим два блока  To Workspace, подкатегории Commonly Used Block - блок мультиплексора сигналов Mux  и блок осциллографа Scope  с двумя входами. Двойным щелчком по блоку Scope откроем его окно и введем ряд параметров. Установим курсор на линии ординат и нажатием правой кнопки вызовем окно, в котором выделим опцию Axes properties. В появившемся окне введем значения нижнего Y-min: 0 и верхнего Y-max: 1.41 пределов изменения выхода системы и нажмем ОК. Соединим блок Transfer Fcn с блоком Mux, а последний – с блоком Scope. Для того, чтобы после блока Step сделать отвод линии на мультиплексор Mux, щелкнем левой кнопкой мыши по линии, соединяющей блоки Step и Sum, и, удерживая клавишу Ctrl, мышью создадим отвод линии. Аналогичным образом проведем линию отрицательной обратной связи или отвод от линии, соединяющей блоки Transfer Fcn и Mux, до блока Sum.

Из категории Simulink добавим в модель два блока Constant  из подкатегории Sources и два блока Display  и из подкатегории Sinks. В окне параметров блоков Constant и

Constant1 в поле Constant value введем названия коэффициентов K_e и K_u соответственно. Соединим блоки Constant и Display.

2. Определение параметров нечеткого ПД регулятора

Двойным щелчком по блоку Check Step Response Characteristics откроем окно задания параметров блока “Sink Block Parameters: Check Step Response Characteristics” и зададим границы выходного сигнала: время нарастания (Rise time) – не более 6 с и длительность переходного процесса (Setting time) – не более 15 с (рис. 5), перерегулирование (Overshoot) не более 30% и поставим флажок в поле Show plot on block open.

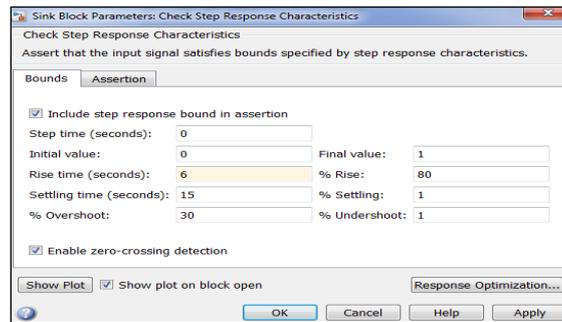


Рис. 5. Задание ограничений

Для выбора дополнительных параметров оптимизации нажмем на кнопку Response Optimization, в результате чего откроется окно “Design Optimization” (рис. 6).

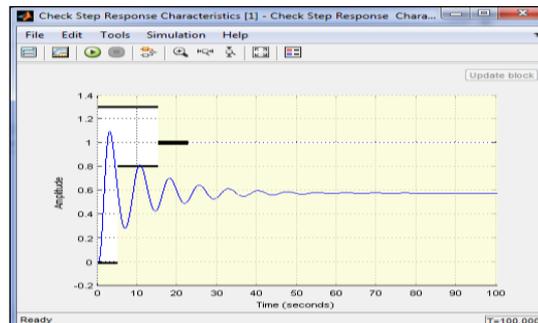


Рис. 6. Графическое отображение ограничений

Перетащим мышью в поле Model Workspace коэффициенты K_e , K_d и K_u , подлежащие оптимизации. После чего зададим переменные, за счет оптимизации которых будет улучшено качество переходного процесса. Для этого на вкладке Response Optimization в поле Design Variables Set выберем пункт New. Откроется окно “Create Design Variables Set”, в правой части которого выберем настраиваемые переменные K_d , K_e и K_u и с помощью стрелки перенесем их в левую часть окна, как изображено на рис. 7.

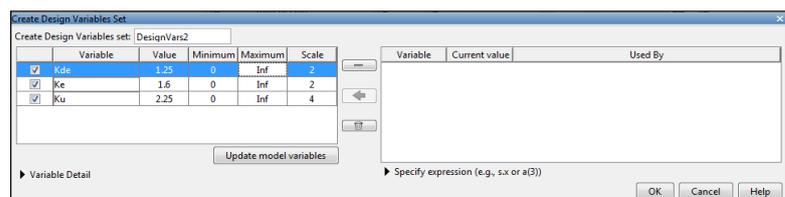


Рис. 7. Окно оптимизируемых переменных

В окне “Design Optimization” запустим процесс оптимизации параметров регулятора,



нажав кнопку . После окончания процесса оптимизации в окне “Design Optimization” будет выведен график оптимального переходного процесса (рис. 8). При этом происходит настройка параметров.

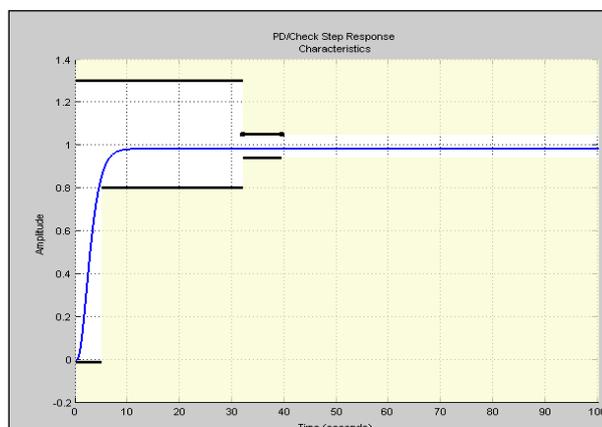


Рис. 8. Оптимальный переходный процесс

Полученный в Simulink переходный процесс удовлетворяет принятым ограничениям при следующих значениях параметров аналитического нечеткого ПД регулятора, найденных поисковым методом оптимизации Simlex search: $K_e = 59.41$, $K_{de} = 0,01471$, $K_u = 1.966$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кудинов, Ю.И. Методы синтеза и настройки нечетких ПИД регуляторов Мамдани / Ю.И. Кудинов, А.Ю. Келина // Приложение к журналу «Информационные технологии». – 2012, №6. – С. 2-32.
2. Chen, G. Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systems / G. Chen, T.T. Pham. – London. CRC Press, London. – 2001. – 313 p.
3. Hao, Y. Fuzzy Control and Modeling / Y. Hao. – New York: IEEE Press. – 2000. – 310 p.

Ключевые слова: нечеткий ПД регулятор, метод оптимизации, параметры, MATLAB.

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.

Волкова Александра Андреевна, студент факультета автоматизации и информатики Липецкого государственного технического университета.

Колесников Валентин Анатольевич, студент факультета автоматизации и информатики Липецкого государственного технического университета.

E-mail: kui_kiu@lipetsk.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

Работа выполнена при поддержке РФФ по проекту №14-19-01772

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИОННОГО ОТЖИГА

Липецкий государственный технический университет

А.М. Корнеев, Г.М. Аль-Сабри.

Рассмотрены возможности построения линейных и нелинейных моделей процесса рекристаллизационного отжига. Приведены примеры выбора оптимальной формы связи технологических величин и показателей качества. Проанализировано влияние технологии отжига в колпаковых печах на механические свойства проката.

Блок моделирования технологического процесса позволяет моделировать технологию производства в виде линейных и нелинейных зависимостей. На основе сопоставления статистических критериев и исследования остатков выбирается оптимальный вид моделей. Предусмотрена возможность построения моделей метрических и неметрических величин [1, 2].

В блок "Построение моделей" выделены процедуры подбора в виде моделирующих функций из заданного множества, оценки параметров моделей, их доверительных характеристик и прогноза выходных характеристик по синтезированным моделям. Множество функций, из которого выбираются моделирующие функции включает степенные, логарифмические и показательные функции. Выбор конкретной функции из множества возможных осуществляется сопоставлением коэффициентов парной корреляции. Оценки коэффициентов разложения находятся по критерию минимизации дисперсии ошибки модели по отношению к экспериментальным данным.

Модели в общем виде имеют следующую структуру:

$$S_j = \sum_{i=0}^l \beta_{ij} \varphi_{ij}(t_i),$$

где $\varphi_{ij}(t_i)$ – базисные функции, выбираемые из множества данных, β_{ij} – коэффициенты разложения.

Для каждого фактора рассматривается набор заданных функций. Из него выделяется та, которая имеет максимальный коэффициент корреляции с выходным параметром. Данная функция используется при последующем построении регрессионных моделей, линейных по параметрам. Выбор оптимальной формы связи может осуществляться по минимальной остаточной дисперсии S_0 [3-6]. Однако, учитывая большое количество факторов и большой объём выборки, для сокращения времени счёта на ЭВМ используется парный коэффициент корреляции. Ниже приведены примеры выбора формы связи по парному коэффициенту корреляции R :

1. X - Время продувки плавки кислородом

Y – твёрдость HRB.

$$|R(x,y)|=0,3257 \quad S_0=3,283 \quad F=20,53 \quad O_{cp}=6,29\%$$

$$\left| R\left(\frac{1}{x^4}, y\right) \right| = 0,3457$$

$$S_0=3,258 \quad F=23,48 \quad O_{cp}=6,28\% \quad N=175,$$

где F – критерий Фишера, O_{cp} – средняя ошибка прогнозируемого значения относительно фактического, N – объём выборки.

2. X – содержание серы в стали

Y – глубина лунки по Эриксену

$|R(x,y)|=0,3349$ $S_0=0,6488$ $F=20,08$ $O_{cp}=4,27\%$

$|R(x^4, y)|=0,3696$ $S_0=0,6398$ $F=25,16$ $O_{cp}=4,23\%$ $N=161.$

В итоге, использование базисных функций позволило повысить множественный коэффициент корреляции и критерий Фишера и снизить остаточную дисперсию. Например, для линейной модели временного сопротивления от режима обжатий на стане холодной прокатки множественный коэффициент корреляции $R=0,4979$; $S_0=2,152$; $F=10,55$; $O_{cp}=5,26\%$. Введение нелинейных функций позволило существенно улучшить модель и достичь $R=0,6158$; $S_0=1,948$; $F=23,34$; $O_{cp}=4,68\%$. Поэтому построенные модели имеют, как правило, нелинейный вид.

Ниже приведен пример анализа влияния технологии рекристаллизационного отжига на качество готовой продукции.

Учитывая, что режим отжига выбирается на основе массы рулона и ширины полосы, для анализа использованы приведенные факторы, полученные путем деления временных показателей отжига на массу и высоту рулона. Приведенные факторы помечены (*). Например, время нагрева до промежуточной температуры $t_{HP}^* = t_{HP} / (M \cdot B)$, где M – масса рулона, а B – высота рулона.

Полученные математические модели имеют вид:

$$F_{T \underline{5}}^- = a_{0,5} + a_{1,5} H_k^- + a_{2,5} \frac{1}{\sqrt{t_{HP}^*}} + a_{3,5} \frac{1}{\sqrt{H_M^*}} + a_{4,5} N_{cT}^- + a_{5,5} \Gamma_p^-;$$

$(R = 0,3766; S_R = 1,161; F = 7,309; O_{cp} = 4,77\%);$

$$F_{B \underline{5}}^- = B_{0,5} + B_{1,5} H_k^- + B_{2,5} \frac{1}{\sqrt{b_x^*}} + a_{3,5} \frac{1}{\sqrt{H_M^*}} + B_{4,5} \frac{1}{\sqrt{H_N^*}} + B_{5,5} \frac{1}{\sqrt{B_N^*}} + B_{6,5} \frac{1}{\sqrt{B_M^*}} + B_{7,5} \frac{1}{\sqrt{t_T^*}} + B_{8,5} \Gamma_p^-;$$

$(R = 0,5057; S_R = 1,404; F = 9,332; O_{cp} = 3,15\%);$

$$F_{\underline{5}}^- = C_{0,5} + C_{1,5} \Gamma_{\max}^- + C_{2,5} H_k^- + C_{3,5} \frac{1}{\sqrt{t_{HP}^*}} + B_{4,5} \frac{1}{\sqrt{t_T^*}} + B_{5,5} \Gamma_p^- + B_{6,5} \frac{1}{\sqrt[4]{H_M^*}};$$

$(R = 0,6715; S_R = 1,693; F = 27,97; O_{cp} = 3,02\%);$

$$HRB_{\underline{5}}^- = d_{0,5} + d_{1,5} H_k^- + d_{2,5} \Gamma_{\max}^- + d_{3,5} \frac{1}{\sqrt{t_{HP}^*}} + d_{4,5} \frac{1}{\sqrt{B_M^*}} + d_{5,5} \frac{1}{\sqrt{B_{PI}^*}} +$$

$$+ d_{6,5} \frac{1}{\sqrt{t_T^*}} + d_{7,5} \frac{1}{\sqrt{b_x^*}};$$

$(R = 0,7856; S_R = 3,160; F = 45,77; O_{cp} = 5,78\%);$

$$E_{\underline{5}}^- = e_{0,5} + e_{1,5} \frac{1}{\sqrt{H_k^-}} + e_{2,5} \Gamma_{\max}^- + e_{3,5} \frac{1}{\sqrt{B_{PI}^*}} + e_{4,5} \frac{1}{\sqrt{B_M^*}} +$$

$$+ e_{5,5} \frac{1}{\sqrt{b_x^*}} + e_{6,5} \frac{1}{\sqrt{t_T^*}} + e_{7,5} \frac{1}{\sqrt{t_p^*}} + e_{8,5} \frac{1}{\sqrt{H_M^*}};$$

$(R = 0,8843; S_R = 0,400; F = 78,89; O_{cp} = 2,41\%).$

Факторы, используемые для анализа и коэффициенты моделей приведены в табл.

Коэффициенты моделей для параметров рекристаллизационного отжига.

№	Фактор	Условное обозначение x_j	Коэффициенты в моделях для показателей качества				
			σ_T	σ_B	δ	HRB	JE
1	Время нагрева до промежуточной температуры	$t_{НП}^*$	$4,713 \cdot 10^{-9}$	$1,109 \cdot 10^{-2}$	$7,475 \cdot 10^3$	1,412	0
2	Время выдержки при промежуточной температуре	$t_{ВП}^*$	0	$8,813 \cdot 10^{-4}$	0	-0,2347	$1,689 \cdot 10^{-14}$
3	Время нагрева до максимальной температуры	$t_{НМ}^*$	$-1,096 \cdot 10^{-9}$	$8,196 \cdot 10^{13}$	0,1667	0	$-3,8863 \cdot 10^{-2}$
4	Время выдержки при максимальной температуре	$t_{ВМ}^*$	0	$-2,598 \cdot 10^{-14}$	0	$-4,325 \cdot 10^3$	$1,069 \cdot 10^3$
5	Время отжига садки	$t_{0Т}^*$	0	$6,426 \cdot 10^{-8}$	0	$-2,977 \cdot 10^{-9}$	$-3,2737 \cdot 10^9$
6	Время охлаждения садки	$t_{0х}^*$	0	$3,266 \cdot 10^{-12}$	$3,593 \cdot 10^{-9}$	$5,975 \cdot 10^{-9}$	-191,08
7	Положение рулона в столе	$N_{0Т}$	$-3,266 \cdot 10^{-3}$	0	0	0	0
8	Максимальная температура отжига	T_{max}	0	0	$8,544 \cdot 10^{-2}$	-0,1387	$-1,2459 \cdot 10^{-2}$
9	Температура распаковки садки	T_p	$1,122 \cdot 10^{-2}$	$-1,552 \cdot 10^{-2}$	$5,264 \cdot 10^{-2}$	0	$4,147 \cdot 10^7$
10	Толщина полос	H_k	0,4125	$-1,13 \cdot 10^{-2}$	0,8021	2,816	-4,5701
11	Свободный член модели	a_0	16,44	27,56	-27,63	-54,89	24,61

Влияние приведенного времени выдержки при максимальной температуре в колпаковых печах на механические свойства проката приведено на рис. 1.

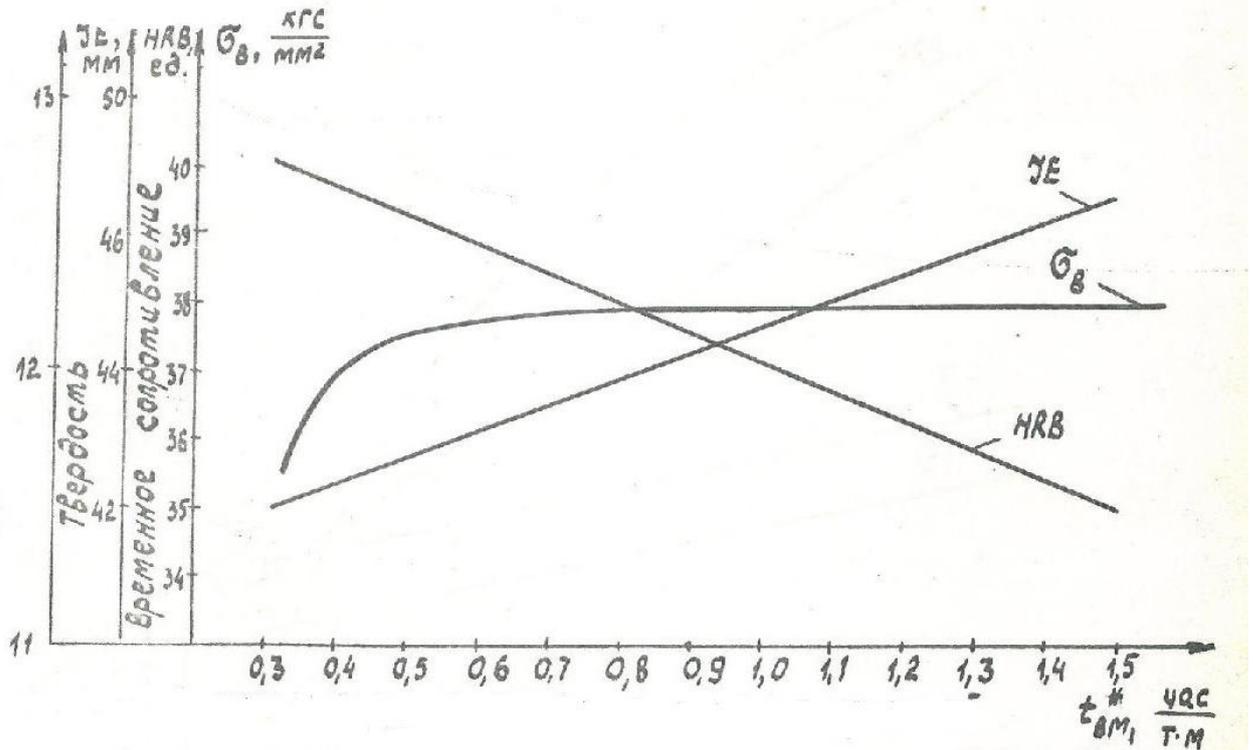


Рис. Влияние приведенного времени выдержки при максимальной температуре в колпаковых печах на механические свойства проката.

Из моделей можно сделать выводы, что увеличение приведенного времени нагрева садки до промежуточной температуры t_{HP}^* позволяет снизить предел текучести. При увеличении t_{HP}^* от $0,053 \frac{\text{час}}{T.M}$ до $0,083 \frac{\text{час}}{T.M}$ σ_T снижается на $1 \text{ кгс}/\text{мм}^2$. Дальнейшее увеличение t_{HP}^* на σ_T оказывает значительно меньшее влияние. Другие факторы отжига на предел текучести существенного влияния не оказывают. При увеличении t_{HP}^* снижается временное сопротивление, а относительное удлинение увеличивается незначительное повышение твердости.

При повышении t_{HP}^* от $0,053 \frac{\text{час}}{T.M}$ до $0,45 \frac{\text{час}}{T.M}$ σ_B снижается на $1 \text{ кгс}/\text{мм}^2$, а σ повышается на 3%. При этом наблюдается незначительное повышение твердости.

При увеличении приведенного времени выдержки при промежуточной температуре (t_{BP}^*) от 0,48 до 1,07 σ_B снижается на $1 \text{ кгс}/\text{мм}^2$, а твердость при этом повышается. Таким образом увеличение t_{BP}^* неэффективно, так как на другие факторы отжига существенного влияния оно не оказывает. За счет снижения приведенного времени нагрева садки до максимальной температуры (t_{HM}^*) можно снизить σ_B и увеличить σ . Снижение t_{HM}^* от $0,4 \frac{\text{час}}{T.M}$ до $0,035 \frac{\text{час}}{T.M}$ позволяет повысить σ на 1% и снизить σ_B на $2 \text{ кгс}/\text{мм}^2$.

Фактором, который наиболее существенно влияет на глубину лунки по Эриксену (JE), является приведенное время выдержки при максимальной температуре (t_{BM}^*). При увеличении t_{BM}^* от $0,320 \frac{\text{час}}{T.M}$ до $1,26 \frac{\text{час}}{T.M}$ JE повышается на 1мм. Твердость при этом снижается на 4 ед.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Корнеев, А.М. Модели зависимости показателей, не имеющих количественной меры, от технологических величин / А.М. Корнеев, Г.М. Аль-Сабри, В.В. Омелянчук // *Фундаментальные исследования*. – 2016. – № 3-3. – С. 501-504.
2. Корнеев, А.М. Система моделирования и управления технологией сложных производственных систем / А.М. Корнеев, Файсал Аль-Сайди, Т.А. Сметанникова // *Вести высших учебных заведений Черноземья*. – 2013. – №4. – С. 34-38.
3. Айвазян, С.А. Прикладная статистика. Исследование зависимостей / С.А. Айвазян, И. С. Енюков, Л.Д. Мешалкин – Москва: Финансы и статистика, 1985.
4. Дрейпер, Н.А. Прикладной регрессионный анализ. В 2-х кн.; пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. / Н.А. Дрейпер, Г.И. Смит. – Москва: Финансы и статистика, 1987.
5. Мостеллер, Ф. Анализ данных и регрессия. В 2-х кн.; пер. с англ. / Ф. Мостеллер. – Финансы и статистика, 1982.
6. Корнеев, А.М. Статистическая обработка экспериментальных данных: учеб. пос. / А.М. Корнеев. – Липецк: ЛГТУ, 2002. – 70 с.

Ключевые слова: моделирование, технологический процесс, линейные и нелинейные регрессионные модели, рекристаллизационный отжиг, показатели качества продукции.

Сведения об авторах:

Корнеев Андрей Матиславович, доктор технических наук, директор института машиностроения Липецкого государственного технического университета.

Аль-Сабри Гассан Мохсен Шайф, Аспирант кафедры автоматизированных систем Липецкого государственного технического университета.

E-mail:ghassanalsabri@mail.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская 30

УДК 539.3

ПОЛНОПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ ОДНОСВЯЗНОГО ОГРАНИЧЕННОГО ТЕЛА

Липецкий государственный технический университет

Л.В. Левина, О.С. Новикова, В.Б. Пеньков.

Разработана компьютерно-ориентированная методика построения полнопараметрических решений трехмерных задач теории упругости – аналитических решений, содержащих все параметры задачи. Важное значение имеют приемы, обеспечивающих явное присутствие параметров среды, параметров граничных условий. Эффективность продемонстрирована на первой основной задаче для изотропного шара.

Полнопараметрическим (ППР) называем аналитическое решение краевой задачи для уравнений математической физики, в котором фигурируют все параметры задачи в явном виде.

Целью работы является построение ППР для упругого односвязного тела методом граничных состояний (МГС). Процедура построения ППР предполагает выполнение последовательности взаимообуславливающих действий:

- 1) корректная механическая постановка задачи;
- 2) обезразмеривание определяющих соотношений, параметров геометрии тела, граничных условий (ГУ);
- 3) выбор метода решения;
- 4) обеспечение явной формы зависимости решения от параметров граничных условий;
- 5) обеспечение зависимости решения от параметров среды.

Набор параметров краевой задачи математической физики составляют: 1) параметры среды; 2) геометрические параметры тела; 3) параметры граничных условий. Например, в первой основной задаче (по классификации Н.И. Мухелишвили [1]) для односвязного изотропного линейно упругого шара таковыми являются две упругие постоянные (модуль сдвига μ , коэффициент Пуассона ν), радиус шара R , параметры нагружения p_k^* в представлении поверхностного усилия линейной комбинацией

$$\mathbf{p}^* = \sum_k p_k^* \mathbf{f}_k \quad (1)$$

набора заданных векторных функций.

Методика обеспечения полнопараметрического решения

Для построения ППР корректно поставленной краевой задачи авторами выработана следующая последовательность действий.

- Проведение обезразмеривания. Результатом являются соотношения, содержащие минимальный набор параметров задачи, подлежащих учету в решении. После завершения операций в обезразмеренной постановке обратный переход к размерным величинам обеспечивает ППР.

- Выбор метода, позволяющего представить решение в аналитической форме.
- Обеспечение фигурирования в ППР параметров, заявленных в ГУ. В результирующее решение в явной форме входят обезразмеренные константы, определяющие условия на границе.

- Включение параметров среды в ППР. Процедуры счета зачастую требуют фиксирование значений констант среды. Используя традиционные приемы приближенных вычислений (аппроксимация, возмущение), можно добиться явного вхождения безразмерных параметров среды в ППР.

Механическая постановка задачи

Задача теории упругости (ТУ) состоит в решении системы уравнений с заданными условиями на границе [2] для линейно-упругого изотропного тела. Систему уравнений определяют соотношения Коши

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2} (u_{i,j} + u_{j,i}), \quad (2)$$

закон Гука

$$\sigma_{ij} = \lambda \vartheta \delta_{ij} + 2\mu \varepsilon_{ij}, \quad \vartheta = \varepsilon_{kk}, \quad (3)$$

уравнения равновесия

$$\sigma_{ij,j} + F_i = 0, \quad (4)$$

где ε_{ij} – деформации, u_i – перемещения, σ_{ij} – напряжения, δ_{ij} – символ Кронекера, λ, μ – параметры Ламе, ϑ – объемная деформация, F_i – объемные силы.

Пусть поверхность тела S состоит из двух частей: $S = S_p \cup S_u$. Будем считать, что в каждой точке x_i поверхности заданы следующие граничные условия:

$$u_i = u_i^*, \quad x_i \in S_u, \quad (5)$$

$$p_i = p_i^*, \quad x_i \in S_p, \quad (6)$$

где p_i - внешнее усилие на границе.

Требуется восстановить напряженно-деформированное состояние (НДС) в теле.

Обезразмеривание

Чтобы не зависеть от выбора исходной системы единиц измерения, опираясь на методы теории размерности, проведем процедуру обезразмеривания.

В соответствии с П-теоремой [3] размерную величину a , которая является функцией независимых между собой размерных величин a_1, a_2, \dots, a_n , размерности которых не зависят друг от друга, можно представить в виде $a = c a_1^{m_1} a_2^{m_2} \dots a_n^{m_n}$, где c есть безразмерная постоянная, а показатели m_1, m_2, \dots, m_n легко определяются с помощью формулы размерности для a .

Размерности величин в формулах (2–6) таковы: $[\varepsilon_{ij}] = 1$, $[u_i] = m$, $[\sigma_{ij}] = \frac{\kappa \mathcal{L}}{m \cdot c^2}$,

$$[F_i] = \frac{\kappa \mathcal{L}}{m^2 \cdot c^2}, [p_i] = \frac{\kappa \mathcal{L}}{m \cdot c^2}, [\lambda] = \frac{\kappa \mathcal{L}}{m \cdot c^2}, [\mu] = \frac{\kappa \mathcal{L}}{m \cdot c^2}, [v] = 1.$$

Пусть первоначально задача ТУ была сформулирована в обозначениях координат $\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \tilde{x}_3$, тогда имеем: $\tilde{x}_i = R_0 x_i$, $\tilde{u}_i = R_0 u_i$, $\tilde{\sigma}_i = \sigma_0 \sigma_i$, где R_0, σ_0 имеют характерный масштаб и размерность по m и $\frac{\kappa \mathcal{L}}{m \cdot c^2}$ (Па), соответственно, а x_i, u_i, σ_i являются безразмерными величинами. Для переопределения остальных величин подставим получившиеся значения в систему уравнений ТУ. Для представления ε_{ij} – в соотношения Коши:

$$\tilde{\varepsilon}_{ij} = \frac{1}{2} (\tilde{u}_{i,j} + \tilde{u}_{j,i}) \Rightarrow \varepsilon_{ij} = \frac{1}{2} (u_{i,j} + u_{j,i});$$

таким образом, $\tilde{\varepsilon}_{ij} = 1 \cdot \varepsilon_{ij}$ и соотношения Коши имеют идентичный вид. Для представления λ и μ – в закон Гука:

$$\tilde{\sigma}_{ij} = \tilde{\lambda} \tilde{\varepsilon}_{kk} \delta_{ij} + 2 \tilde{\mu} \tilde{\varepsilon}_{ij} \Rightarrow \sigma_{ij} = \lambda \varepsilon_{kk} \delta_{ij} + 2 \mu \varepsilon_{ij},$$

где $\lambda = \frac{\tilde{\lambda}}{\sigma_0}$ и $\mu = \frac{\tilde{\mu}}{\sigma_0}$, или $\tilde{\lambda} = \sigma_0 \lambda$ и $\tilde{\mu} = \sigma_0 \mu$, что соответствует оговоренному изначально масштабу для Па. При этом закон Гука записан в прежнем виде. Для представления F_i – в уравнения равновесия:

$$\tilde{\sigma}_{i,j,j} + \tilde{F}_i = 0 \Rightarrow \sigma_{i,j,j} + F_i = 0,$$

где $\tilde{F}_i = \frac{\sigma_0}{R_0} F_i$, уравнения равновесия выглядят так же. Аналогичная процедура дает для граничных условий:

$$\tilde{u}_i^* = R_0 u_i^*, \quad \tilde{p}_i^* = \sigma_0 p_i^*.$$

При выборе масштабов удобно принять за основу величину $\sigma_0 = \tilde{\mu}$, тогда $\mu = 1$.

Выбор метода решения

С целью выбора эффективного аналитического инструмента проведем краткий обзор общих методов [4].

Метод Ритца (вместе со своим мощным дискретным вариантом – методом конечных элементов) минимизирует квадратичный функционал, сводится к разрешающей системе линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), представляет результаты в численной форме.

Метод Бубнова - Галеркина (включая его конечно-элементную модификацию) сводит к СЛАУ непосредственно само операторное уравнение; результаты имеют численную форму.

Метод наименьших квадратов минимизирует среднеквадратичную невязку граничных условий с решением и также приводит к СЛАУ. Результаты численные.

Метод Треффтца модифицирует вышеперечисленные методы, специальным образом подбирая аппроксимирующие функции (они должны удовлетворять определяющим соотношениям).

Метод Канторовича является распространением градиентного подхода в минимизации квадратичного функционала на функциональные пространства. Процедуры численные.

Метод М.М. Филоненко-Бородича (П.Ф. Папковича, В.Н. Ионова, П.М. Огибалова) эквивалентен методу Ритца [4].

Метод граничных интегральных уравнений (вместе с его дискретным вариантом – методом граничных элементов) также приводит к СЛАУ и числу.

Новый энергетический метод граничных состояний [4] представляет решение в символьной форме. МГС обладает рядом преимуществ перед известными аналогами:

1) метод опирается на понятие внутреннего состояния среды, под которым понимается частное решение системы уравнений, описывающих состояние среды, заключенной в области, построенной безотносительно к виду граничных условий. Совокупность состояний образует гильбертово пространство внутренних состояний, изоморфное пространству граничных состояний, элементы которого индуцируются внутренними состояниями на границу (изоморфизм гильбертов);

2) формулировка краевой задачи осуществляется в терминах, описывающих характеристики НДС в «стандартной» форме: на границе задаются компоненты векторов поверхностных перемещений и усилий, а также их линейные комбинации. Преобразование их к какому-либо представлению через иные механико-математические объекты не требуется;

3) в общем случае в краевых задачах с произвольными граничными условиями разрешающей является бесконечная система линейных алгебраических уравнений (БСУ) относительно коэффициентов Фурье разложения искомого состояния по базису пространства состояний. Решение основных задач сводится к рутинному вычислению коэффициентов Фурье через квадратуры;

4) МГС ориентирован на использование компьютерной алгебры, благодаря чему промежуточные и конечные результаты счета имеют форму аналитических выражений;

5) краевые задачи с граничными условиями любого типа легко поддаются формализации в терминах МГС. Для основных задач доказана разрешимость и единственность решения любой усеченной БСУ;

6) аналитическая форма представления результатов счета позволяет назначить глобальную систему тестов, «пронизывающую» все этапы представления решения;

7) МГС – приближенный, но самодостаточный метод, поскольку не требует сопоставления решения с решением, построенным иными способами: дифференциальные уравнения удовлетворяются тождественно, о точности решения можно судить по невязке граничных условий с построенным решением, оцениваемой по любой назначаемой норме;

8) самодостаточность позволяет использовать МГС в качестве эталонного средства для выверки как распространенных, так и вновь создаваемых численных методов решения задач анализа НДС;

9) МГС допускает распространение на иные линейные физические среды.

Преимущества МГС перед известными аналогами, обозначенные выше, обусловлены его начальными положениями, опирающимися на гильбертов изоморфизм пространств внутренних Ξ и граничных Γ состояний, наполненных соответственно элементами $\xi = \{u_i, \varepsilon_{ij}, \sigma_{ij}\}$ и $\gamma = \{u_i, p_i\}$, содержащими информацию о полях перемещений, деформаций и напряжений внутри тела V , либо перемещений и поверхностных усилий на его границе ∂V . Любая краевая задача линейной теории упругости приводится вообще к бесконечной системе уравнений [4, 5]

$$Qc = q \quad (7)$$

относительно коэффициентов Фурье c_k разложения искомого внутреннего и граничного состояний

$$\xi = \sum_{k=1}^{\infty} c_k \xi^{(k)}, \quad \gamma = \sum_{k=1}^{\infty} c_k \gamma^{(k)}$$

по соответствующим изоморфным ортонормированным базисам. В развернутом виде эти соотношения эквивалентны рядам с общими c_k :

$$u_i = \sum_k c_k u_i^{(k)}, \quad \sigma_{ij} = \sum_k c_k \sigma_{ij}^{(k)}, \quad \varepsilon_{ij} = \sum_k c_k \varepsilon_{ij}^{(k)},$$

$$u_i = \sum_k c_k u_i^{(k)}, \quad p_i = \sum_k c_k p_i^{(k)}.$$

В случае основных задач матрица коэффициентов системы является единичной и решение сводится к рутинному расчету коэффициентов Фурье через скалярные произведения $c_k = (\gamma, \gamma^{(k)})$. Матрица коэффициентов системы зависит только от структуры (но не значений) ГУ, правая часть включает ГУ.

Для формирования базиса пространства Ξ удобно использовать общее решение «в перемещениях». В случае односвязной ограниченной области уместно общее решение И.С. Аржаных и М.Г. Слободянского [2]:

$$u_i = 4(1 - \nu) B_i + x_j B_{i,j} - x_i B_{j,j},$$

где $\nu = \frac{1}{2} \lambda / (\lambda + \mu)$, B_i — компонента произвольного гармонического вектора. Ее можно рассматривать как линейную комбинацию гармонических многочленов шаровых функций — однородных многочленов порядка $n=1,2,3,\dots$. Число линейно независимых шаровых функций порядка n равно $2n+1$.

Включение параметров из граничных условий

Задача обеспечения вхождения параметров ГУ в решение является довольно сложной, имеет самостоятельное значение. Покажем некоторые возможности, связанные с конкретной формой представления ГУ комбинацией (1). Разрешающая БСУ имеет вид (7), где "скелет задачи" Q [5] определяется только поверхностными интегралами по ∂V от сверток пар базисных состояний $\gamma^{(i)}, \gamma^{(j)}$ и потому не зависит от параметров ГУ. Напротив, вектор правых частей является некоторой интегральной сверткой ГУ, например, \mathbf{p}^* из (1) и базисного состояния $\gamma^{(i)}$. Следовательно, справедливо итоговое представление

$$\mathbf{q} = \sum_k p_k^* \mathbf{q}_k.$$

Тогда решение БСУ представимо в форме

$$\mathbf{c} = \sum_k p_k^* Q^{-1} \mathbf{q}_k,$$

откуда выходит, что безразмерные параметры ГУ в явном виде входят в результат. Действительно, можно последовательно решить задачи

$$Q \mathbf{c}_k = \mathbf{q}_k$$

и формально составить комбинацию

$$\mathbf{c} = \sum_k p_k^* \mathbf{c}_k.$$

В частном случае участия в ГУ лишь одного параметра p_0^* эталонное решение ξ_E можно строить при его единичном значении, а результат решения домножить на значение параметра:

$$\xi = p_0^* \xi_E. \quad (8)$$

Включение в решение параметров среды

Несмотря на то, что современные вычислительные средства, реализующие компьютерные алгебры, выдают решение в символьной форме, после традиционной процедуры обезразмеривания и фиксирования внутреннего состояния они представляются в виде функций от x, y, z , но не содержат v в явном виде. После перехода к размерному представлению решение не является полнопараметрическим.

Просматриваются некоторые подходы, позволяющие преодолеть этот недостаток. Один из них опирается на решение серии однотипных задач для тела заданной геометрической конфигурации и последующей аппроксимацией интерполирующим полиномом Лагранжа от v (оценка погрешности аппроксимации на классе решений, непрерывных вместе с конечным числом производных, в поточечном варианте – классическая, но алгоритм ресурсозатратен).

Интерполяционный многочлен Лагранжа имеет вид [6]:

$$L_n(x) = \sum_{k=0}^n \frac{\prod_{j \neq k} (x - x_j)}{\prod_{j \neq k} (x_k - x_j)} f(x_k)$$

и аппроксимирует табличные значения функции $f(x)$ многочленом минимального порядка, проходящим через все узлы. При этом возникает погрешность интерполирования $r_n(x) = f(x) - L_n(x)$. В узлах интерполирования она равна нулю. Оценку погрешности в любой точке $x \in [a, b]$ будем производить путем нахождения среднеквадратичного отклонения в формулах (2-4).

При реализации МГС для каждого значения v_k в условиях краевой задачи строится внутреннее состояние

$$\xi(v_k) = \sum_{m=1}^{\infty} c_m(v_k) \xi^{(m)}(v_k),$$

где $\xi^{(m)}(v_k)$ есть элемент ортонормированного базиса соответствующего пространства внутренних состояний, построенного при условии $v = v_k$. Интерполирование по Лагранжу дает

$$\xi(v_k) = \sum_{k=0}^n \frac{\prod_{j \neq k} (v - v_j)}{\prod_{j \neq k} (v_k - v_j)} \sum_m c_m(v_k) \xi^{(m)}(v_k)$$

$$= \sum_m \left(\sum_{k=0}^n \frac{\prod_{j \neq k} (1 - \nu_j)}{\prod_{j \neq k} (1 - \nu_j)} c_m \xi_k^{(m)} \right) = \sum_m c_m \xi_k^{(m)}. \quad (9)$$

Последнее равенство является определением и подсказывает еще один прием учета параметра ν в ППР: достаточно построить ортонормированный базис пространства Ξ и затем определить коэффициенты Фурье как функции параметра, используя разрешающую систему. В случае основных задач ТУ коэффициенты Фурье вычисляются рутинно. Например, в первой основной задаче они равны

$$c_m(\nu) = \int_{\partial V} p_i^* u_i^{(m)}(\nu) ds.$$

Процедура построения ортонормированного базиса представляет собой трудоемкую, но разрешаемую задачу.

Упругое состояние шара

Упругий шар (константы упругости $\tilde{\mu}$, ν) радиуса R нагружен осевыми усилиями (в сферических координатах):

$$p^* \Big|_{\partial V} = \tilde{p}_0^* \{0, -\sin 3\theta\}, \mathbf{x} \in \partial V, \varphi \in [\pi; \pi], \theta \in \left[-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right],$$

система внешних усилий уравновешена. Объемные силы отсутствуют. Требуется построить ППР задачи о НДС шара.

Обезразмеривание проводим при следующих масштабных коэффициентах: $R_0 = R$, $\sigma_0 = \tilde{\mu}$. В результате имеем задачу ТУ для шара единичного радиуса при единичном значении модуля сдвига и осевой нагрузке, определяемой коэффициентом $p_0^* = \frac{\tilde{p}_0^*}{\tilde{\mu}}$.

Решение задачи при конкретном значении ν строим, используя представление (8), так что

$$c_i = - \int_{\partial V} \sin 3\theta u_3^{(i)} ds. \quad (10)$$

Для включения параметра p_0^* в ППР все характеристики эталонного состояния тела домножаем на p_0^* .

Для включения параметра среды в ППР решаем серию задач по нахождению q_i по формуле (10) при различных значениях $\nu \in \{0,125; 0,25; 0,375; 0,45\}$. Полученные следующие ненулевые значения коэффициентов Фурье сведены в табл. Соответствующие им состояния $\xi(\nu_k)$ и $\gamma(\nu_k)$ здесь не представлены (по причине их необозримости). Использование (9) позволило выписать результирующее состояние, содержащее в явном виде коэффициент Пуассона ν (в статье не приведено).

Достоверность полученного решения оценим путем подстановки искомым величин в уравнения (2-4). Среднеквадратические невязки в уравнении равновесия и соотношениях Коши составили $7 \cdot 10^{-16}$ и $4 \cdot 10^{-16}$ соответственно, что определяется погрешностью представления числа.

Коэффициенты Фурье при различных ν

ν	0	0,125	0,25	0,375	0,45
c_1	0,205	0,227	0,256	0,296	0,328
c_4	0,309	0,341	0,387	0,463	0,538
c_6	-0,785	-0,709	-0,623	-0,497	-0,351
c_{22}	-0,234	-0,252	-0,273	-0,298	-0,316
c_{25}	0,069	0,075	0,081	0,088	0,093
c_{29}	-0,258	-0,277	-0,300	-0,329	-0,350
c_{32}	0,146	0,157	0,170	0,185	0,195
c_{36}	0,824	0,735	0,644	0,545	0,478
c_{39}	-0,772	-0,686	-0,601	-0,512	-0,454

Поскольку $\lambda = \frac{2\nu\mu}{1-2\nu}$ и $\nu \in [0; 0,5]$, то вне зависимости от точности аппроксимации

при такой подстановке в закон Гука значение погрешности будет стремиться к ∞ при $\nu \rightarrow 0,5$. Для раскрытия неопределенности обе части уравнения (3) умножим на $(1-2\nu)$. Результат получившейся невязки закона Гука представим графически на рис. При этом максимальная величина отклонения равна $0,2 \cdot 10^{-3}$ при $\nu = 0,5$, $x = 0,079$, $y = 0,997$, $z = 0$. Это связано с тем, что крайний узел интерполирования находится в значении $\nu = 0,45$, а интерполяционный многочлен Лагранжа не является оптимальным выбором для целей экстраполяции.

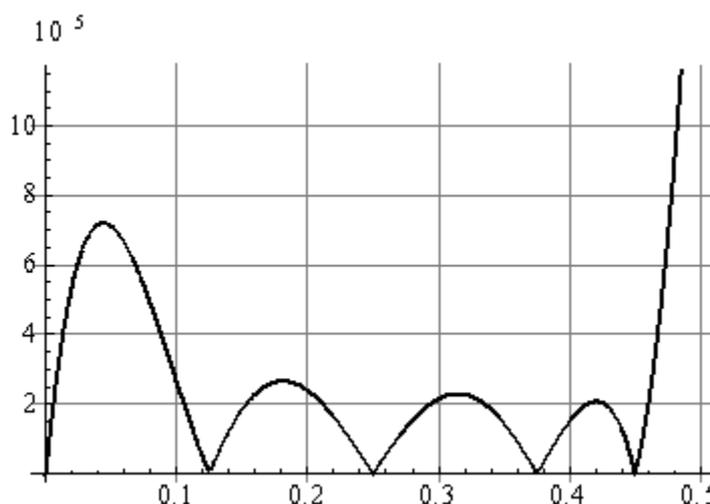


Рис. Зависимость точности приближенного аналитического решения от коэффициента Пуассона

После возвращения к размерному представлению решение содержит все параметры задачи, т.е. является полнопараметрическим. Например, перемещение вдоль оси \tilde{x} оказалось равным (для удобства "тильда" над координатами снята)

$$u_x = \tilde{p}_0^* x \{-0,171 + 0,057(x^2 + y^2 + 11z^2)/R^2 + [0,422 + 0,245(x^2 + y^2 - 6,5z^2)/R^2]\nu + \\ + [-0,376 - 0,172(x^2 + y^2 - 6,5z^2)/R^2]\nu^2 + [0,289 + 0,108(x^2 + y^2 - 6,5z^2)/R^2]\nu^3 + \\ + [-0,128 - 0,041(x^2 + y^2 - 6,5z^2)/R^2]\nu^4\} / \tilde{\mu}.$$

Аналогичное представление имеют все характеристики НДС.

Выводы по работе:

1. Разработана и проиллюстрирована на примере эффективная методика построения ППР для линейно упругого тела фиксированных геометрических пропорций.
2. МГС является естественной вычислительной средой для компьютерной реализации методики.
3. Использование многочленов Лагранжа приводит к цели построения ППР, но является весьма энергозатратным приемом.
4. Построение ППР для объекта позволяет включать таковой в базис пространства внутренних состояний для тел, содержащих изученный фрагмент тела, существенно снижая издержки при проведении ортогонализации исходного базиса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мухелишвили, Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. [Текст]/ Н.И. Мухелишвили. – Москва: Наука, 1966. – 707 с.
2. Работнов, Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела [Текст]/ Ю.Н. Работнов – Москва: Наука, 1988. – 712 с.
3. Седов, Л.И. Методы подобия и размерности в механике [Текст]/ Л.И. Седов – Москва: Наука, 1972. – 440 с.
4. Пеньков, В.В. Метод граничных состояний в задачах линейной механики [Текст]: дисс. ... канд. физ.- мат. наук : 01.02.04 / Пеньков Владимир Викторович. – Тула, 2002. – 100 с.
5. Саталкина, Л.В. Метод граничных состояний в задачах теории упругости неоднородных тел и термоупругости [Текст] : дисс. ... канд. физ.- мат. наук : 01.02.04 / Саталкина Любовь Владимировна. – Липецк, 2010. – 108 с.
6. Самарский, А.А. Численные методы [Текст] / А.А. Самарский, А.В. Гулин. – Москва: Наука, 1989. – 432 с.

Ключевые слова: аналитическое решение, полнопараметрическое решение, компьютерная алгебра, метод граничных состояний.

Сведения об авторах:

Левина Любовь Владимировна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры прикладной математики Липецкого государственного технического университета.

Новикова Ольга Сергеевна, аспирант Липецкого государственного технического университета.

Пеньков Виктор Борисович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры общей механики Липецкого государственного технического университета.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-41-480729/16

E-mail: _o_l_g_a_@bk.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

ПОСТРОЕНИЕ БИЛИНЕЙНЫХ ОКРЕСТНОСТНЫХ МОДЕЛЕЙ С УЧЕТОМ ПРЕДЫСТОРИИ

Липецкий государственный технический университет

А.М. Шмырин, Д.С. Демахин,
А.Г. Кузнецов.

При построении математических моделей часто возникает необходимость учета данных не только в конкретный момент, но и за определенный промежуток времени. Один из способов решения данной проблемы - метод наименьших квадратов.

Поднимем вопрос учета предыстории при создании математической модели. Рассмотрим билинейный случай [1, 2].

Пусть модель состоит из 1-го узла ($n=1$):

$$a_1 : \omega_1^1 X_1 + t_1^1 V_1 + l_1^1 X_1 V_1 + C_1^1 = 0.$$

История состоит из K – кортежей

Таблица 1

p	x_1	V_1	$x_1 V_1$	x_1^2	V_1^2	$X_1^2 V_1$	$X_1 V_1^2$	$X_1^2 V_1^2$
1	*	*						
2	*	*						
3	*	*						
...			
k	*	*						
Σ								

Где * - численные значения.

В строке Σ записываются суммы значений по столбцам.

Применим метод наименьших квадратов (МНК) для нахождения $\omega_1^1, t_1^1, l_1^1, c$.

$$\Phi(\omega_1^1, t_1^1, l_1^1) = \sum_{p=1}^k (\omega_1^1 X_{1p} + t_1^1 V_{1p} + l_1^1 X_{1p} V_{1p} + C_1^1)^2 \rightarrow \min. \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \Phi}{\partial \omega_1^1} = 0 \\ \frac{\partial \Phi}{\partial t_1^1} = 0 \\ \frac{\partial \Phi}{\partial l_1^1} = 0 \\ \frac{\partial \Phi}{\partial c_1^1} = 0 \end{array} \right\}; \left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \Phi}{\partial \omega_1^1} = 2 \sum_{p=1}^k (\omega_1^1 X_{1p} + t_1^1 V_{1p} + l_1^1 X_{1p} V_{1p} + C_1^1) X_{1p} = 0; \\ \frac{\partial \Phi}{\partial t_1^1} = 2 \sum_{p=1}^k (\omega_1^1 X_{1p} + t_1^1 V_{1p} + l_1^1 X_{1p} V_{1p} + C_1^1) V_{1p} = 0; \\ \frac{\partial \Phi}{\partial l_1^1} = 2 \sum_{p=1}^k (\omega_1^1 X_{1p} + t_1^1 V_{1p} + l_1^1 X_{1p} V_{1p} + C_1^1) X_{1p} V_{1p} = 0; \\ \frac{\partial \Phi}{\partial c_1^1} = 2 \sum_{p=1}^k (\omega_1^1 X_{1p} + t_1^1 V_{1p} + l_1^1 X_{1p} V_{1p} + C_1^1) = 0. \end{array} \right. \quad (2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \Phi}{\partial \omega_1^1} = \omega_1^1 \sum_{p=1}^k X_{1p}^2 + t_1^1 \sum_{p=1}^k X_{1p} V_{1p} + l_1^1 \sum_{p=1}^k X_{1p}^2 V_{1p} + C_1^1 \sum_{p=1}^k X_{1p} = 0; \\ \frac{\partial \Phi}{\partial t_1^1} = \omega_1^1 \sum_{p=1}^k X_{1p} V_{1p} + t_1^1 \sum_{p=1}^k V_{1p}^2 + l_1^1 \sum_{p=1}^k X_{1p} V_{1p}^2 + C_1^1 \sum_{p=1}^k V_{1p} = 0; \\ \frac{\partial \Phi}{\partial l_1^1} = \omega_1^1 \sum_{p=1}^k X_{1p}^2 V_{1p} + t_1^1 \sum_{p=1}^k X_{1p} V_{1p}^2 + l_1^1 \sum_{p=1}^k X_{1p}^2 V_{1p}^2 + C_1^1 \sum_{p=1}^k X_{1p} V_{1p} = 0; \\ \frac{\partial \Phi}{\partial c_1^1} = \omega_1^1 \sum_{p=1}^k X_{1p} + t_1^1 \sum_{p=1}^k V_{1p} + l_1^1 \sum_{p=1}^k X_{1p} V_{1p} + C_1^1 \cdot k = 0. \end{array} \right. \quad (3)$$

Далее в систему подставляются данные, полученные по табл. 1.

Задается хотя бы один из коэффициентов $(\omega_1^1, t_1^1, l_1^1, c_1^1)$ для того, чтобы система имела не нулевое решение (для примера зададим $\omega_1^1 = 1$). Получим:

$$\left\{ \begin{array}{l} t_1^1 \sum_{p=1}^k X_{1p} V_{1p} + l_1^1 \sum_{p=1}^k X_{1p}^2 V_{1p} + C_1^1 \sum_{p=1}^k X_{1p} = - \sum_{p=1}^k X_{1p}^2; \\ t_1^1 \sum_{p=1}^k V_{1p}^2 + l_1^1 \sum_{p=1}^k X_{1p} V_{1p}^2 + C_1^1 \sum_{p=1}^k V_{1p} = - \sum_{p=1}^k X_{1p} V_{1p}; \\ t_1^1 \sum_{p=1}^k X_{1p} V_{1p}^2 + l_1^1 \sum_{p=1}^k X_{1p}^2 V_{1p}^2 + C_1^1 \sum_{p=1}^k X_{1p} V_{1p} = - \sum_{p=1}^k X_{1p}^2 V_{1p}; \\ t_1^1 \sum_{p=1}^k V_{1p} + l_1^1 \sum_{p=1}^k X_{1p} V_{1p} + C_1^1 K = - \sum_{p=1}^k X_{1p}. \end{array} \right. \quad (4)$$

Формируем векторы X, B и матрицу следующим образом

$$X = \begin{bmatrix} t_1^1 \\ l_1^1 \\ c_1^1 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} - \sum_{p=1}^k X_{1p}^2 \\ - \sum_{p=1}^k X_{1p} V_{1p} \\ - \sum_{p=1}^k X_{1p} \\ - \sum_{p=1}^k X_{1p}^2 V_{1p} \end{bmatrix}; A = \begin{bmatrix} \sum_{p=1}^k X_{1p} V_{1p} & \sum_{p=1}^k X_{1p}^2 V_{1p} & \sum_{p=1}^k X_{1p} \\ \sum_{p=1}^k V_{1p}^2 & \sum_{p=1}^k X_{1p} V_{1p}^2 & \sum_{p=1}^k V_{1p} \\ \sum_{p=1}^k X_{1p} V_{1p}^2 & \sum_{p=1}^k X_{1p}^2 V_{1p}^2 & \sum_{p=1}^k X_{1p} V_{1p} \\ \sum_{p=1}^k V_{1p} & \sum_{p=1}^k X_{1p} V_{1p} & k \end{bmatrix}. \quad (5)$$

$AX = B$; $X = A^+ B$, где A^+ – псевдообратная.

1) Рассмотрим случай для 2-ух узлов, (n=2)

$$\begin{cases} a_1 : \omega_1^1 X_1 + \omega_2^1 X_2 + t_1^1 V_1 + t_2^1 V_2 + l_{11}^1 X_1 V_1 + l_{12}^1 X_1 V_2 + l_{21}^1 X_2 V_1 + l_{22}^1 X_2 V_2 + C_1^1 = 0; \\ a_2 : \omega_1^2 X_1 + \omega_2^2 X_2 + t_1^2 V_1 + t_2^2 V_2 + l_{11}^2 X_1 V_1 + l_{12}^2 X_1 V_2 + l_{21}^2 X_2 V_1 + l_{22}^2 X_2 V_2 + C_2^2 = 0. \end{cases} \quad (6)$$

Что бы двигаться дальше просуммируем уравнения стоящие в узлах модели.

$$\sum_{m=1}^n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (\omega_i^j X_i + t_i^j V_i + l_{im}^j X_i V_m), \quad (7)$$

где n - кол-во узлов (n=2)

Пусть история состоит из K – кортежей

Таблица 2

Р	X_1	X_2	V_1	V_2	X_1^1	X_2^1	V_1^1	V_2^1	$X_1 V_1$	$X_1 V_2$	$X_2 V_1$	$X_2 V_2$...	$X_2^2 V_2^2$
1	*	*	*	*										
2	*	*	*	*										
...
k	*	*	*	*										
Σ														

Где * - численные значения. В последней строке записываются суммы по столбцам.

Применим МНК для нахождения коэффициентов $(\omega_i^j, t_i^j, l_{im}^j, c_i)$

$$\Phi(\omega_i^j, t_i^j, l_{im}^j, c_i) \cong \sum_{p=1}^k \left(\sum_{i=1}^n \sum_{m=1}^n \sum_{j=1}^n (\omega_i^j X_{ip} + t_i^j V_{ip} + l_{im}^j X_i V_m + C_i) \right)^2 \rightarrow \min. \quad (8)$$

Далее по алгоритму МНК беря производные по $\omega_i^j, t_i^j, l_{im}^j, c_i$ получим вначале систему и $n^3 + 2n^2 + n$ уравнений, так как в нашем случае n=2 (кол-во узлов) то $n^3 + 2n^2 + n = 18$

Получим:

$$\begin{cases} \frac{\partial \Phi}{\partial \omega_1^1} = 2 \sum_{p=1}^k \left(\sum_{i=1}^n \sum_{m=1}^n \sum_{j=1}^n (\omega_i^j X_{ip} + t_i^j V_{ip} + l_{im}^j X_i V_m + C_i) \right) (X_{1p}) = 2S(X_{1p}) = 0; \\ \frac{\partial \Phi}{\partial \omega_2^1} = 2 \sum_{p=1}^k \left(\sum_{i=1}^n \sum_{m=1}^n \sum_{j=1}^n (\omega_i^j X_{ip} + t_i^j V_{ip} + l_{im}^j X_i V_m + C_i) \right) (X_{2p}) = 2S(X_{2p}) = 0; \\ \dots \\ \frac{\partial \Phi}{\partial \omega_1^1} = 2 \sum_{p=1}^k \left(\sum_{i=1}^n \sum_{m=1}^n \sum_{j=1}^n (\omega_i^j X_{ip} + t_i^j V_{ip} + l_{im}^j X_i V_m + C_i) \right) = 2S = 0. \end{cases} \quad (9)$$

В связи с тем, что когда мы берем производные по ω_1^1 и ω_1^2 ; ω_2^1 и ω_2^2 ; t_1^1 и t_1^2 ; t_2^1 и t_2^2 ; l_{11}^1 и l_{11}^2 ; l_{12}^1 и l_{12}^2 ; l_{21}^1 и l_{21}^2 ; l_{22}^1 и l_{22}^2 ; c_1 и c_2 у нас будут появляться множители X_1 и X_2 , $X_1 V_1$ и $X_1 V_2$; $X_2 V_1$ и $X_2 V_2$; V_1 и V_2 , K и K

соответственно, часть уравнений в системе исчезнет. Количество оставшихся уравнений будет соответствовать числу $\frac{n^3 + 2n^2 + n}{n} = n^2 + 2n + 1$, где n - число узлов в модели. Для нашего случая $n=2$ останется 9 уравнений.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \varphi}{\partial \omega_1^1} = 2S(X_{1p}) = 0; \\ \frac{\partial \varphi}{\partial \omega_2^1} = 2S(X_{2p}) = 0; \\ \frac{\partial \varphi}{\partial t_1^1} = 2S(V_{1p}) = 0; \\ \frac{\partial \varphi}{\partial t_2^1} = 2S(V_{2p}) = 0; \\ \frac{\partial \varphi}{\partial l_{11}^1} = 2S(X_{1p}V_{1p}) = 0; \\ \frac{\partial \varphi}{\partial l_{12}^1} = 2S(X_{1p}V_{2p}) = 0; \\ \frac{\partial \varphi}{\partial l_{21}^1} = 2S(X_{2p}V_{1p}) = 0; \\ \frac{\partial \varphi}{\partial l_{22}^1} = 2S(X_{2p}V_{2p}) = 0; \\ \frac{\partial \varphi}{\partial c_1} = 2S = 0; \end{array} \right. \quad (10)$$

Следом, как и для 1-го узла, мы подставляем значения полученные по табл. 1. Также задается хотя бы один из коэффициентов $\omega_i^j, t_i^j, l_{im}^j, c_i$ не равным 0. После этого, как и для 1-го узла, формируются векторы X, V и матрица A. И псевдообращением находятся неизвестные нам $\omega_i^j, t_i^j, l_{im}^j, c_i$. Состоящие в векторе X.

Рассмотрим пример для 3-ех узлов ($n=3$)

$$\left\{ \begin{array}{l} a_1 : \omega_1^1 X_1 + \omega_2^1 X_2 + \omega_3^1 X_3 + t_1^1 V + t_2^1 V_2 + t_3^1 V_3 + l_{11}^1 X_1 V_1 + l_{12}^1 X_1 V_2 + l_{13}^1 X_1 V_3 + \\ + l_{21}^1 X_2 V_1 + l_{22}^1 X_2 V_2 + l_{23}^1 X_2 V_3 + l_{31}^1 X_3 V_1 + l_{32}^1 X_3 V_2 + l_{33}^1 X_3 V_3 + c_1 = 0 \\ a_2 : \omega_1^2 X_1 + \omega_2^2 X_2 + \dots \\ a_3 : \omega_1^3 X_1 + \omega_2^3 X_2 + \dots \end{array} \right. \quad (11)$$

Просуммируем уравнения стоящие в узлах модели. Получим:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{m=1}^n \sum_{j=1}^n \left(\omega_i^j X_i + t_i^j V_i + l_{im}^j X_i V_m + c_i \right), \quad (12)$$

где n - кол-во узлов.

Пусть история состоит из k - кортежей

Таблица 3

p	X_1	X_2	X_3	\dots	$X_3 V_3$
1	*	*	*	\dots	
2	*	*	*	\dots	
\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots
k	*	*	*	\dots	
\sum				\dots	

Где * - конкретные числа известные нам в строке \sum записываются суммы значений по соответствующим столбцам.

Применим МНК для нахождения $(\omega_i^j, t_i^j, l_{im}^j, c_i)$

$$\Phi(\omega_i^j, t_i^j, l_{im}^j, c_i) = \sum_{p=1}^k \left(\sum_{m=1}^n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (\omega_i^j X_{ip} + t_i^j V_{ip} + l_{im}^j X_i V_m + C_i) \right)^2 = 0. \quad (13)$$

После взятия производной мы получим систему из $n^3 + 2n^2 + n$ уравнений. В нашем случае $n=3$, т.е. $n^3 + 2n^2 + n = 48$

Получим:

$$\begin{cases} \frac{\partial \Phi}{\partial \omega_1^1} = 2 \sum_{p=1}^k \left(\sum_{i=1}^n \sum_{m=1}^n \sum_{j=1}^n (\omega_i^j X_{ip} + t_i^j V_{ip} + l_{im}^j X_i V_m + C_i) \right) (X_{1p}) = 2S(X_{1p}) = 0; \\ \frac{\partial \Phi}{\partial \omega_2^1} = 2 \sum_{p=1}^k \left(\sum_{i=1}^n \sum_{m=1}^n \sum_{j=1}^n (\omega_i^j X_{ip} + t_i^j V_{ip} + l_{im}^j X_i V_m + C_i) \right) (X_{2p}) = 2S(X_{2p}) = 0; \\ \dots \\ \frac{\partial \Phi}{\partial c_1} = 2 \sum_{p=1}^k \left(\sum_{i=1}^n \sum_{m=1}^n \sum_{j=1}^n (\omega_i^j X_{ip} + t_i^j V_{ip} + l_{im}^j X_i V_m + C_i) \right) (1) = 2S = 0. \end{cases} \quad (14)$$

После того, как мы уберем лишние уравнения в системе, останется $n^2 + 2n + 1 = 16$ уравнений.

$$\begin{cases} \frac{\partial \Phi}{\partial \omega_1^1} = 2S(X_{1p}) = 0; \\ \frac{\partial \Phi}{\partial \omega_2^1} = 2S(X_{2p}) = 0; \\ \dots \\ \frac{\partial \Phi}{\partial c_1} = 2S = 0. \end{cases} \quad (15)$$

Далее мы подставляем значения из табл. 1, задаем хотя бы один из $\omega_i^j, t_i^j, l_{im}^j, c_i$ не равным 0. После сформируем векторы X , V и матрицу A . И находим неизвестные нам псевдообращения $\omega_i^j, t_i^j, l_{im}^j, c_i$.

Пример.

В качестве примера рассмотрим билинейную модель из 1-го узла, с предысторией из 4 кортежей.

№	X_1	V_1	$X_1 * V_1$
1	3	1	3
2	6	4	24
3	4	2	8
4	7	5	35
Σ	20	12	70

$$k = 4, \quad n = 1, \quad w_{11} = 1.$$

Дополнительные значения, необходимые для решения, представлены ниже.

№	X_1^2	V_1^2	$X_1^2 * V_1$	$X_1 * V_1^2$	$X_1^2 * V_1^2$
1	9	1	9	3	9
2	36	16	144	96	576
3	16	4	32	16	64
4	49	25	245	175	1225
Σ	110	46	430	290	1874

Система уравнений будет выглядеть следующим образом: $AX=B$

$$X = \begin{bmatrix} t_1 \\ l_1 \\ c_1 \end{bmatrix}; \quad B = \begin{bmatrix} -110 \\ -70 \\ -20 \\ -430 \end{bmatrix}; \quad A = \begin{bmatrix} 70 & 430 & 20 \\ 46 & 290 & 12 \\ 290 & 1874 & 70 \\ 12 & 70 & 4 \end{bmatrix}.$$

В результате получим вектор X:

$$X = \begin{bmatrix} -2358.94 \\ -174.63 \\ -1333.5 \end{bmatrix}.$$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Блюмин, С.Л. Окрестностные системы [Текст] / С.Л. Блюмин, А.М. Шмырин. – Липецк: Липецкий эколого-гуманитарный институт, 2005. – 132 с.
2. Окрестностное моделирование организационно-технических систем [Текст] / Блюмин С.Л. [и др.]. – Липецк: Изд-во ЛЭГИ. – 2013.

Сведения об авторах:

Шмырин Анатолий Михайлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой высшей математики Липецкого государственного технического университета.

Демахин Дмитрий Сергеевич, студент физико-технологического факультета Липецкого государственного технического университета.

Кузнецов Артем Геннадьевич, студент физико-технологического факультета Липецкого государственного технического университета.

Ключевые слова: билинейная окрестностная модель, псевдообратная матрица, предыстория.

Работа поддержана грантом РФФИ (код проекта 16-07-00854 а

E-mail: amsh@lipetsk.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК 512.8

ОБ ОДНОЙ МОДИФИКАЦИИ ФОРМУЛЫ КЛАЙНА

Липецкий государственный технический университет

А.М. Шмырин, Н.М. Мишачев,
Е.П. Трофимов.

В статье рассматривается задача блочного псевдообращения матриц вида $C = \begin{bmatrix} A & B \end{bmatrix}$. Для матриц, ранг которых равен числу столбцов, получена формула блочного псевдообращения, которая проще известной формулы Клайна [1] и в некоторых случаях эффективнее формулы $C^+ = (C^T C)^{-1} C^T$.

1. Матричное уравнение с двумя неизвестными.

Задачи идентификации и управления в теории линейных окрестностных моделей (см. [2]) часто приводят к матричным уравнениям вида $Cz = Ax + By = D$, когда неизвестный вектор z удобно рассматривать как конкатенацию двух неизвестных векторов x и y . В этом контексте x и y могут быть либо векторами состояния и управления (в задаче управления), либо неизвестными коэффициентами связей по состояниям и управлениям (в задаче идентификации). Если известна псевдообратная матрица $C^+ = \begin{bmatrix} A^r \\ B^r \end{bmatrix}$ для матрицы

$C = [A \mid B]$, то псевдорешение матричного уравнения имеет вид $x = A^r D$ и $y = B^r D$. (Здесь и далее псевдорешением системы линейных уравнений мы называем вектор минимальной длины, минимизирующий невязку. В частности, нормальное решение системы (если оно существует) мы тоже называем псевдорешением.) Формула Клайна [1] (см. далее п.5) позволяет, в частности, находить A^r (или B^r) и, следовательно, находить неизвестный вектор x (или y), не вычисляя всей матрицы C^+ . В тех случаях, когда нас интересует только x (или только y) это позволяет надеяться на уменьшение объема вычислений. Заметим, что применяя обычные алгоритмы псевдообращения (например, Гревилля или Фаддеева) мы найдем матрицу A^r (или B^r) только после того как вычислим всю матрицу C^+ . Однако указанное вычислительное преимущество формулы Клайна может быть потеряно вследствие ее сложности.

2. Формула Клайна.

Для удобства читателя мы приводим здесь формулу Клайна блочного псевдообращения из [1]. Пусть имеется матрица $W = \begin{bmatrix} U & V \end{bmatrix}$ порядка $m \times (n+k)$. Введем обозначения:

$$C_V = (I - UU^+)V, C_U = (I - VV^+)U,$$

$$P_V = I - C_V^+ C_V, P_U = I - C_U^+ C_U,$$

$$K_V = \begin{bmatrix} + P_V V^T (U^+)^T U^+ V P_V \end{bmatrix}, K_U = \begin{bmatrix} + P_U U^T (V^+)^T V^+ U P_U \end{bmatrix}.$$

В этих обозначениях формула Клайна блочного псевдообращения имеет вид:

$$W^+ = \begin{bmatrix} C_U^+ + P_U K_U U^T (V^+)^T V^+ (I - U C_U^+) \\ C_V^+ + P_V K_V V^T (U^+)^T U^+ (I - U C_V^+) \end{bmatrix}.$$

Вычислительная сложность формулы Клайна при вычислении псевдообратных по методу Гревилля имеет порядок $O(m^2 n^2 + m^2 k^2)$ (см. [3]).

2. Формально-эвристическое решение системы $Ax + By = D$.

Рассмотрим матричное уравнение

$$A_{m \times n} x_n + B_{m \times k} y_k = D_m. \quad (1)$$

Найдем x_n и y_k как псевдорешения уравнений $A_{m \times n} x_n = D_m - B_{m \times k} y_k$ и $B_{m \times k} y_k = D_m - A_{m \times n} x_n$, то есть:

$$x_n = A_{n \times m}^+ D_m - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} y_k \quad (2)$$

$$y_k = B_{k \times m}^+ D_m - B_{k \times m}^+ A_{m \times n} x_n \quad (3)$$

Подставляя y_k из (3) в (2), получаем:

$$x_n = A_{n \times m}^+ D_m - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} (B_{k \times m}^+ D_m - B_{k \times m}^+ A_{m \times n} x_n)$$

Далее, раскрывая скобки и приводя подобные, получаем:

$$(I_{n \times n} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ A_{m \times n}) x_n = (A_{n \times m}^+ - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+) D_m \quad (4)$$

Теперь находим x_n как псевдорешение уравнения (4):

$$x_n = (I_{n \times n} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ A_{m \times n})^+ (A_{n \times m}^+ - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+) D_m = A_{n \times m}^\tau D_m \quad (5)$$

Найденное значение x_n подставим в (3):

$$y_k = B_{k \times m}^+ (I_{m \times m} - A_{m \times n} A_{n \times m}^\tau) D_m. \quad (6)$$

Продланное формальное вычисление оставляет открытым вопрос о том,

будет ли найденный вектор $\begin{bmatrix} x_n \\ y_k \end{bmatrix}$ псевдорешением исходной системы (1)

и будет ли матрица

$$C^\tau = \begin{bmatrix} A_{n \times m}^\tau \\ B_{k \times m}^\tau \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (I_{n \times n} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ A_{m \times n})^+ (A_{n \times m}^+ - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+) \\ B_{k \times m}^+ (I_{m \times m} - A_{m \times n} A_{n \times m}^\tau) \end{bmatrix} \quad (7)$$

псевдообратной для матрицы $C = [A_{m \times n} \mid B_{m \times k}]$. В следующем пункте мы докажем, что для матриц полного столбцового ранга формула (7) дает псевдообратную матрицу и потому в этом случае (7) является аналогом известной формулы Клайна [1].

3. Обоснование формулы (7) для матриц полного столбцового ранга.

Заметим, что в рассматриваемом случае $A_{n \times m}^+ A_{m \times n} = I_{n \times n}$ и $B_{k \times m}^+ B_{m \times k} = I_{k \times k}$. Кроме того, матрица $I_{n \times n} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ A_{m \times n}$ невырожденная. Действительно, используя равенство $A^+ = A^+ A A^+$, эту матрицу можно записать как

$$I_{n \times n} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ A_{m \times n} = I_{n \times n} - A_{n \times m}^+ (A_{m \times n} A_{n \times m}^+) (B_{m \times k} B_{k \times m}^+) A_{m \times n}.$$

Операторы AA^+ и BB^+ - это проекторы на непересекающиеся подпространства в R^m , и потому их композиция AA^+BB^+ не имеет неподвижных векторов в R^m . Поскольку $A_{n \times m}^+ A_{m \times n} = I_{n \times n}$, то и композиция

$$A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ A_{m \times n} = A_{n \times m}^+ (A_{m \times n} A_{n \times m}^+) (B_{m \times k} B_{k \times m}^+) A_{m \times n}$$

не имеет неподвижных векторов в R^n и, следовательно, оператор $I_{n \times n} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ A_{m \times n}$ невырожденный. Итак, в нашем случае в формуле (7) мы можем заменять в вычислениях псевдообратную $(I_{n \times n} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ A_{m \times n})^+$ на обратную $(I_{n \times n} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ A_{m \times n})^{-1}$.

Рассмотрим теперь произведение гипотетической псевдообратной (7) на исходную матрицу:

Вычислим по отдельности каждый из блоков.

$$\left[\begin{array}{c} A_{n \times m}^\tau \\ B_{k \times m}^\tau \end{array} \right] \mathbb{A} | B \equiv \left[\begin{array}{cc} A_{n \times m}^\tau A_{m \times n} & A_{n \times m}^\tau B_{m \times k} \\ B_{k \times m}^\tau A_{m \times n} & B_{k \times m}^\tau B_{m \times k} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{cc} I & III \\ IV & II \end{array} \right].$$

Блок I:

$$\begin{aligned} & (I_{n \times n} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ A_{m \times n})^{-1} (A_{n \times m}^+ - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+) A_{m \times n} = \\ & = (I_{n \times n} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ A_{m \times n})^{-1} (A_{n \times m}^+ A_{m \times n} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ A_{m \times n}) = \\ & = (I_{n \times n} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ A_{m \times n})^{-1} (I_{n \times n} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ A_{m \times n}) = I_{n \times n}. \end{aligned}$$

Блок II:

$$\begin{aligned} & B_{k \times m}^+ (I_{m \times m} - A_{m \times n} A_{n \times m}^\tau) B_{m \times k} = \\ & = B_{k \times m}^+ ((I_{m \times m} - A_{m \times n} (I_{n \times n} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ A_{m \times n})^{-1} A_{n \times m}^\tau (I_{m \times m} - B_{m \times k} B_{k \times m}^+)) B_{m \times k} = \\ & = B_{k \times m}^+ B_{m \times k} - B_{k \times m}^+ A_{m \times n} (I_{n \times n} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ A_{m \times n})^{-1} (A_{n \times m}^+ B_{m \times k} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ B_{m \times k}) = \\ & = I_{k \times k} - B_{k \times m}^+ A_{m \times n} (I_{n \times n} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ A_{m \times n})^{-1} (A_{n \times m}^+ B_{m \times k} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k}) = I_{k \times k} \end{aligned}$$

Блок III:

$$\begin{aligned} & (I_{n \times n} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ A_{m \times n})^{-1} (A_{n \times m}^+ - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+) B_{m \times k} = \\ & = (I_{n \times n} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ A_{m \times n})^{-1} (A_{n \times m}^+ B_{m \times k} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ B_{m \times k}) = \\ & = (I_{n \times n} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ A_{m \times n})^{-1} (A_{n \times m}^+ B_{m \times k} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k}) = 0 \end{aligned}$$

Блок IV:

$$\begin{aligned} & B_{k \times m}^+ ((I_{m \times m} - A_{m \times n} (I_{n \times n} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ A_{m \times n})^{-1} A_{n \times m}^\tau (I_{m \times m} - B_{m \times k} B_{k \times m}^+)) A_{m \times n} = \\ & = B_{k \times m}^+ ((A_{m \times n} - A_{m \times n} (I_{n \times n} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ A_{m \times n})^{-1} (A_{n \times m}^+ A_{m \times n} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ A_{m \times n})) = \\ & = B_{k \times m}^+ (A_{m \times n} - A_{m \times n}) = 0 \end{aligned}$$

Итак,

$$CC^T = \begin{bmatrix} I & III \\ IV & II \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_{n \times n} & 0 \\ 0 & I_{k \times k} \end{bmatrix}$$

Доказанное равенство $M^T M = I$ влечет выполнение первых трех условия Мура-Пенроуза (см. [4]). Нам осталось проверить четвертое условие $(CC^T)^T = CC^T$. Поскольку

$$CC^T = AA^T + BB^T = AA^T + BB^+(I - AA^T) = BB^+ + (I - BB^+)AA^T = \\ = BB^+ + (I - BB^+)A[I - A^+BB^+A]^{-1}A^+(I - BB^+),$$

$A^+ = (A^T A)^{-1} A^T$ и $A = (A^+)^T [A^+(A^+)^T]^{-1}$, то

$$(CC^T)^T = (BB^+)^T + (I - BB^+)^T (A^+)^T [I - A^T (BB^+)^T (A^+)^T]^{-1} A^T (I - BB^+)^T = \\ = BB^+ + (I - BB^+)A(A^T A)^{-1} [I - A^T BB^+(A^+)^T]^{-1} [A^+(A^+)^T]^{-1} A^+(I - BB^+) = \\ = BB^+ + (I - BB^+)A[(A^+(A^+)^T)(I - A^T BB^+(A^+)^T)(A^T A)]^{-1} A^+(I - BB^+) = \\ = BB^+ + (I - BB^+)A[(A^+(A^+)^T A^T A - A^+(A^+)^T A^T BB^+(A^+)^T A^T A]^{-1} A^+(I - BB^+) = \\ = BB^+ + (I - BB^+)A[(A^+(AA^+)^T A - A^+(AA^+)^T BB^+(AA^+)^T A]^{-1} A^+(I - BB^+) = \\ = BB^+ + (I - BB^+)A[(A^+(AA^+)A - A^+(AA^+)BB^+(AA^+)A]^{-1} A^+(I - BB^+) = \\ = BB^+ + (I - BB^+)A[(A^+A - A^+BB^+A]^{-1} A^+(I - BB^+) = \\ = BB^+ + (I - BB^+)A[(I - A^+BB^+A]^{-1} A^+(I - BB^+) = CC^T$$

4. Оценка вычислительной сложности формулы (7).

Заметим, что по сравнению с формулой Клайна формула (7) требует значительно меньше вычислений. Но для матриц полного столбцового ранга сравнивать вычислительную сложность формулы (7) нужно с формулой не с формулой Клайна, а с более простой формулой

$$C^+ = (C^T C)^{-1} C^T, \quad (8)$$

Для определенности рассмотрим случай $n = k \approx m/2$. Формула (8) содержит одно обращение и два матричных умножения, поэтому ее вычислительная сложность приблизительно равна

$$(4/3)(2n)^3 + 2(2n)^3 = (81/3)n^3$$

(мы считаем только операции умножения). В формуле (7) вычисление матриц A^+ и B^+ по формуле (8) требует

$$2[(4/3)n^3 + 2n^3 + 2n^3] = (32/3)n^3$$

операций. Вычисление $(I_{n \times n} - A_{n \times m}^+ B_{m \times k} B_{k \times m}^+ A_{m \times n}^-)^{-1}$ требует еще $(4/3)n^3$ операций. Кроме того, требуется еще четыре матричных умножений для верхнего блока ($12n^3$ операций) и два для нижнего блока ($4n^3$ операций). Таким образом, мы получаем всего

$$(32/3)n^3 + (4/3)n^3 + 16n^3 = (84/3)n^3$$

операций, то есть практически столько же, сколько в формуле (8). Если требуется найти только верхний блок, что может быть в случае, когда нас интересует только первый вектор x псевдорешения $z = (x, y)$, то количество операций сокращается до $(72/3)n^3$ и формула (7) дает некоторое преимущество по сравнению с (8). Кроме того, в тех случаях, когда псевдообратные A^+ и B^+ в силу специфики задачи заранее известны, формула (7) примерно вдвое эффективнее чем (8).

5. Общий случай.

Численные эксперименты с формулой (7) в случаях, когда условие максимальности столбцового ранга для матрицы C не выполнено, показывают, что матрица C^r , как правило, является обобщенной обратной для C , но может не быть псевдообратной.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Cline, R.E. Representation for the generalized inverse of a partitioned matrix. / R.E. Cline // J. Soc. Industr. Appl. Math. – 1964. – V. 12, № 3. – P. 588–600.
2. Блюмин, С.Л. Окрестностные системы / С.Л. Блюмин, А.М. Шмырин – Липецк: Липецкий эколого-гуманитарный институт, 2005. – 132 с.
3. Сараев, П.В. Исследование эффективности рекуррентного алгоритма Клайна блочного псевдообращения матриц // Вести вузов Черноземья. – 2010.- №3(21). – С. 48-53.
4. Алберт, А. Псевдоинверсия, регрессия и рекуррентное оценивание / А. Алберт. – Москва: Наука, 1977. – 224 с.

Сведения об авторах:

Шмырин Анатолий Михайлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой высшей математики Липецкого государственного технического университета.

Мишачев Николай Михайлович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики Липецкого государственного технического университета.

Трофимов Евгений Павлович, студент физико-технологического факультета Липецкого государственного технического университета.

Работа поддержана грантом РФФИ (код проекта 16-07-00854 а

E-mail: nmish@lipetsk.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК 51.73

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССОВ СТАРЕНИЯ ШТРИХОВ РЕКВИЗИТОВ ДОКУМЕНТОВ

ООО Экспертное учреждение «Воронежский центр экспертизы»
Липецкий государственный технический университет

Б.В. Ситников, А.Н. Веневцев,
Н.Ю. Жбанова, С.А. Жбанов

В статье рассматриваются проблемные вопросы по изучению процесса изменения выбранного значимого параметра, характеризующего возраст штриха материала письма в зависимости от времени. Предлагаемый исследовательский подход основан на изучении динамической модели изменения параметров цвета штриха во времени. При этом основные принципы и критерии моделирования при выборе различных значимых параметров могут быть аналогичны.

Актуальность данного исследования продиктована тем, что для установления абсолютной давности выполнения реквизитов документов, в рамках производства судебно-

технических экспертиз используется математическое моделирование, позволяющее определить возраст штрихов исследуемых реквизитов. Например, в исследовательской методике [1-3] декларируется, что при моделировании процесса старения исследуемых штрихов в проверяемый период времени, «за основу принимают модель темнового старения при комнатной температуре штрихов красящего вещества того же рода (вида), что и в исследуемых штрихах, имеющего тот же (или близкий состав основных компонентов (растворителей и красителей)»).

Аналогичный подход используется и в методике [4], где расчет «возраста» штрихов опытных (исследуемых) объектов проводится путем изучения модели процесса изменения цветовых параметров этих штрихов в принятом цветовом пространстве, с учетом аналогичных процессов выцветания контрольного штриха с известным временем нанесения, выполненного материалом письма того же типа, что и опытный.

Различие в общих подходах указанных методик, по сути, состоит лишь в выборе «значимого параметра», используемого при расчетах, а также в принципах использования соответствующих штрих-моделей – в методике [1-3] применяются штрихи, выполненные на листах бумаги в проверяемый период времени, хранящиеся в коллекции, а согласно методике [4], контрольный штрих наносят подобранным материалом письма на свободный участок листа бумаги документа в непосредственной близости с опытным объектом в начальный период основного исследовательского этапа, что обеспечивает схожие условия хранения опытных и контрольных объектов в процессе исследования.

Таким образом, достигается возможность проводить сравнение динамических моделей изменения значимого критерия, полученного от опытного и контрольного образцов в одинаковых условиях (внешних воздействиях) за одинаковый промежуток времени.

При этом следует выделить важное обстоятельство. Результаты анализа материалов многочисленных экспертных исследований, проведенных разными экспертными организациями по указанной методике [1-3], позволяют утверждать, что проблема моделирования процессов старения, по результатам которого эксперты приходят к выводам о давности выполнения реквизитов, на сегодняшний день решена не полностью. Методические рекомендации в работах [1-3], в части, касающейся процесса моделирования, носят общий декларативный характер, и не содержат подробного и четкого описания математических моделей.

Критерии моделирования процесса старения штриха как зависящего от уменьшения измеряемого параметра во времени

Согласно [1,2] суть предлагаемой специалистами РФЦСЭ методики – в выборе критерия оценки признака старения: концентрации растворителя в определенный момент времени.

В качестве признака старения штриха выбрано уменьшение относительного содержания растворителя в штрихе – количества растворителя, приходящегося на массу красящего вещества в штрихе. Процесс естественного старения штрихов, имеющих одинаковую конфигурацию, характеризующихся одинаковым распределением красящего вещества в штрихах, удовлетворительно описывается уравнением степенной функции:

$$y = Ax^b, \quad (1)$$

где x – возраст штриха на момент начала исследования, а значения коэффициента A и показателя степени b находят в результате анализа статистических данных о процессе старения штрихов, выполненных красящим веществом конкретного вида.

Согласно методике, после проведения газо-жидкостного хроматографирования экстрактов вырезок штрихов за характеристику содержания растворителя в штрихе принимают высоту соответствующего пика на графической зависимости – хроматограмме штриха, выраженную в условных единицах (h_p). В статье [2] эти условные единицы предлагается оценивать в микровольтах (мВ), которые по сути не являются единицами измерения концентрации.

То есть, фактически это величина (h_p), выраженная или в у.е., либо в мВ, или в любых единицах детектирующей шкалы, характеризующая отклик детектора, и к численному значению величины концентрации не имеет прямого отношения [5].

Согласно [1] за характеристику массы красящего вещества в пробе (в штрихе) может быть принята любая характеристика штриха, пропорциональная массе красящего вещества в пробе. Оценку «возраста» штрихов исследуемых реквизитов проводят по характеру уменьшения относительного содержания растворителя в штрихах в течении определенного промежутка времени с момента начала анализа остаточных количеств растворителя в штрихах t . Время выполнения исследуемых штрихов X рассчитывается по формуле

$$X = \frac{t}{\sqrt[b]{R-1}},$$

где t – время старения штрихов с момента начала исследования.

Величина R рассчитывается по следующей формуле

$$R = \frac{C_0}{C_1},$$

где C_0 – относительное содержание растворителя в исследуемых штрихах на начало исследования, C_1 – относительное содержание растворителя в исследуемых штрихах через время t с момента начала исследования.

Для определения относительного содержания «экстрагируют красящее вещество из штрихов проб и подвергают полученные экстракты спектрофотометрированию в видимой области для определения содержания красителя в пробе с получением в виде графической зависимости спектра поглощения полученного экстракта, а характеристику относительного содержания растворителя в штрихе C рассчитывают по формуле

$$C = h_p / D,$$

где D – интенсивность полосы поглощения красителя в спектре поглощения – величина, пропорциональная массе красящего вещества в штрихе» [1].

Для выбора величины интенсивности полосы поглощения в максимуме пика при спектральных исследованиях экстрактов красителя как критерия относительности, чтобы избежать значительных ошибок в определении характеристик относительного содержания растворителя в штрихе C , численные величины h_p и D должны быть величинами одного порядка. В противном случае малейшее изменение величины D , измеряющееся чаще всего десятками и сотыми значениями, где h_p – это не величина концентрации, а величина отклика детектора, такой математический подход изначально обуславливает ошибку, которая может составлять очень значительные величины.

Хочется отметить, что в [1,2] параметр b в контексте процесса описан недостаточно полно. Декларируется, что он определяется лишь как показатель степенной функции, который вычисляется эмпирически и/или оценивается путем сравнения характеристик относительного содержания растворителя в штрихах с аналогичными характеристиками штрихов-моделей, давность выполнения которых совпадает с проверяемой датой в пределах допустимой погрешности, представленных в графическом или табличном виде. Из этого следует, что при использовании формулы, приведенной в [1,2] для датировки штрихов, могут возникнуть затруднения (более подробно об этом см. [5]).

Математические основы, заложенные в процесс моделирования

Представим подход к получению формулы для определения времени нанесения реквизита документа в зависимости от величины значимого фактора. В качестве такого фактора может быть взята концентрация растворителя в штрихах относительно единицы массы исследуемого красящего вещества или любая другая величина, численное значение которой уменьшается в зависимости от времени.

Введем обозначения, принятые в используемом массиве данных (в случае построения данной математической модели не будем приводить физические величины какого-либо значимого фактора, а лишь их математическое выражение):

T_I – единица времени (сутки, месяцы);

T_D – промежуток времени между двумя этапами проведения спектральных исследований объектов (численные ед. времени);

T_W – время существования контрольного штриха на момент проведения второго спектрального исследования объектов (численные ед. времени);

T_G – время существования опытного штриха на момент проведения второго спектрального исследования объектов (численные ед. времени);

T_R – значение времени, соответствующее моменту, когда значимый фактор примет величину «единица» ($U_R = 1$);

U_I – значения значимого фактора в моменты времени T_I ;

U_A – величина значимого фактора в момент времени единица ($T_A = 1$);

U_W – величина значимого фактора в момент времени, соответствующий давности контрольного штриха (с известной давностью нанесения), которая определяет величину нормирования математического ряда U_I по значению этой величины: $C_I = U_I / U_W$;

C_I – ряд величин, полученных после нормирования ряда значений U_I ;

C_W – величина, полученная после проведения нормирования ряда U_I по значению U_W (для момента времени $T_W \times C_W = 1$);

C_A – величина, полученная после проведения нормирования ряда U_I по значению величины U_W для момента времени T_I ($C_A = 1$);

b_I – величина, характеризующая интенсивность процесса в каждый выбранный момент времени T_I ;

b_G – величина, характеризующая интенсивность процесса в определяемый момент времени T_G .

В контексте данной прикладной задачи с учётом введённых обозначений можно записать:

$$U_I = U_A T_I^{b_G} \quad (2)$$

Для получения формулы зависимости времени от величины значимого фактора построим предложенную зависимость в обратных координатах, тогда

$$T_I = U_R U_I^{b_G}.$$

Теперь воспользуемся методом нормировки математического спектрального анализа ряда данных (не надо путать со спектрофотометрическим рядом значений) U_I по значению величины U_W . Принимая, что $C_I = \frac{U_I}{U_W}$, получим формулу

$$T_I = T_W C_I^{b_G}.$$

Принципы и техника моделирования данного процесса

На основе реальных данных, полученных в результате проведения экспериментов над опытными объектами с известным временем нанесения T_G , известным временем нанесения

контрольных объектов T_w , промежутком времени между двумя исследованиями T_D , и смоделировав значением U_A , создадим двумерный массив из столбцов значений T_I, U_I, C_I, b_i . Первые три столбца математически описаны выше, а столбец b_i будет описан в дальнейшем. Строки будут представлять значения этих величин в зависимости от величины времени T_I .

При построении массива используется простой принцип генерации данных. Строится степенная функция (2) с заданными коэффициентами U_A и b_G и коэффициентом детерминации 1. Условно будем считать, что $U_A =$ и т.д.

Для создания массива данных и производства расчетов удобно использовать программные продукты MatLab или Excel, позволяющие оценивать математическую модель, проанализировав ее график и оценив коэффициенты детерминации зависимостей одного ряда данных от величин другого.

Поскольку от величины коэффициента U_A не зависит решение задачи нахождения T_G , и U_A может принимать любое значение, весь массив представляют кратным определенной математической величине. Это позволяет представлять данные, описанные формулами, полученными от совершенно различных факторных критериев, изменяющихся (уменьшающихся) в течение времени, но кратных этому значению.

В подходе к решению задачи получения формулы давности происхождения объекта можно выделить несколько принципиальных моментов.

На первом этапе для определения формулы давности происхождения объекта, у которого значимый фактор изменяется (уменьшается) в зависимости от времени, определим структуру этой формулы.

Пусть X, Y, Z – некие математические выражения, через которые представим варианты структурной идентификации:

$$T_G = T_w / X ; \quad T_G = T_w Y ; \quad T_G = T_w^Z .$$

Тогда

$$X = T_w / T_G ; \quad Y = T_G / T_w ; \quad Z = \log_{T_w} T_G .$$

Соотношения этих величин будут определяться следующим образом:

$$Y = \frac{1}{X} ; \quad T_w / X = T_w Y ;$$

$$Z = 1 - \log_{T_w} X ; \quad Z = 1 + \log_{T_w} Y .$$

Определим значения b_G и b_i :

$$b_G = \log_{\frac{U_I}{U_A}} T_I , \quad (3)$$

$$b_i = \log_{U_A} \left(\frac{T_w}{T_I} \right) . \quad (4)$$

Модели (3-4) не накладывают каких-либо численных ограничений ни на величины b_i и b_G , ни на величины T_D и T_w .

На втором этапе введем математическое описание объекта определенной давности с использованием натурального логарифма.

Пусть объект в зависимости от своей давности T_I описывается уравнением

$$y = A \ln(x) - b ,$$

где коэффициенты уравнения определяются так: $A = 1 / \ln(T_I) ; b = 1$.

Получим

$$y = \frac{1}{\ln(T_I)} \ln(x) - 1.$$

Причем для объекта давностью $T_I = 1$ коэффициент A будет описываться условием: «если $T_I = 1$, то $A = 1$, иначе $A = 1/\ln(T_I)$ ».

Формула интенсивности процесса старения в зависимости от времени будет иметь вид:

$$b_i = \ln\left(\frac{T_W}{T_I}\right) \log_{UA}(e). \quad (5)$$

Предлагаемая математическая модель (5) дает основание для условной дифференциации периодов времени в отношении возрастов штриха, которая может иметь несколько констант:

$\log_{UA}\left(\frac{T_W}{T_I}\right)$ – величина b_i в момент времени $T_I = 1$;

$\log_{UA}\left(\frac{1}{T_W}\right)$ – величина b_i в момент времени $T_I = T_W^2$;

1 – величина b_i в момент времени $T_I = U_A \cdot T_W$;

0 – величина b_i в момент времени $T_I = T_W$.

Отсюда вытекает концепция оценки возраста штриха как временных интервалов быстрой, умеренной и медленной интенсивности старения:

– быстрая интенсивность старения: от момента времени 1 до момента времени $T_I = T_W^2$;

– умеренная интенсивность старения: от момента времени $T_I = T_W^2$ до момента времени $T_I = U_A \cdot T_W$;

– медленная интенсивность старения: от момента времени $T_I = U_A \cdot T_W$.

Хотелось бы отметить, что попытка представить и математически описать процесс «старения» материалов письма по экспериментальным данным изменения относительного содержания растворителя в штрихах экспоненциальной функцией уже предпринимались. Согласно [6] было проведено несколько серий экспериментов, направленных на изучение особенностей старения штрихов, выполненных гелевыми чернилами на бумаге для офисной техники.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что изменения относительного содержания растворителя в штрихах в зависимости от времени математически описывались экспоненциальной зависимостью с коэффициентом корреляции выше, чем степенной функцией.

Выбор методики, связанной с изучением динамики изменения цвета исследуемого объекта как фактора времени посредством измерения и расчетов координат цвета и цветности, определяется спецификой компонентного состава объектов исследования и техникой отбора проб в процессе пробоподготовки [4].

Преимущество описанного подхода в том, что:

- при невозможности получить разные пробы красящего вещества штрихов объекта одинаковой массы, что связано с неравномерным распределением красящего вещества по длине штриха, однако хроматические составляющие в разных штрихах объекта остаются стабильными;

- при невозможности оценки и учета степени агрессивных внешних воздействий на объект, что, прежде всего, окажет влияние на такие компоненты красящего вещества, как растворители, органические красители, определяющие цвет, за исключением случаев воздействий, приводящих к полной деструкции красящего вещества остаются практически неизменными. При этом может затрудняться лишь их экстракционная способность, которая не искажает характерной картины спектра, а лишь отличается амплитудно.

В подтверждение последнего тезиса можно привести результаты исследований М.В. Тороповой и В.И. Фурлетова [7], которые свидетельствуют о том, что риски деградации именно красителей в составе материалов письма при внешних агрессивных воздействиях (высокотемпературное, световое и пр.), не приводящих к выраженным изменениям внешнего вида бумаги документа, минимальны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пат. 2399042 Российская Федерация., МПК Способ определения давности выполнения реквизитов в документах по относительному содержанию в их штрихах летучих растворителей / Тросман Э.А. (RU), Бежанишвили Г.С. (RU), Батыгина Н.А. (RU); заявитель и патентообладатель ГУ РФЦСЭ при Минюсте РФ, заявл. опубл. 10.09.09, – Бюл. – № 2399042. 15 с.

2. Установление факта несоответствия возраста рукописных записей, выполненных шариковыми ручками, дате, указанной в документе / Н.А. Батыгина [и др.]// Экспертная практика. Вып. – 1993 – 122. – ВНИИСЭ – С. 70-91.

3. Тросман, Э.А. Комплексный подход к решению задач по установлению давности выполнения документов [Текст] / Э.А. Тросман, Т.Б. Черткова // Теория и практика судебной экспертизы. – 2007. – №1 (1). – С.180-184.

4. Пат. 2533315 Российская Федерация., МПК Способ определения возраста штрихов красящих веществ реквизитов документа по динамике их выцветания / Ситников Б.В. (RU), Веневцев А.Н. (RU), Свиридов Ю.А. (RU); – опубл. 20.11.2014, Бюл. – № 2533315 – 16 с.

5. Ложкин, Л.Д. К вопросу о моделировании процессов старения штрихов реквизитов документов с целью установления абсолютной давности их выполнения [Текст] / Л.Д. Ложкин, Б.В. Ситников, А.Н. Веневцев // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований – 2015. – № 8, ч.2. – С. 213-226.

6. Ещенко, А.В. О результатах исследований особенностей старения штрихов, выполненных гелевыми чернилами / А.В. Ещенко, В.А. Садыков; Дальневосточный РЦСЭ // Материалы Всероссийского научно-практического семинара «Криминалистическое исследование записей документов, выполненных пастами шариковых ручек, 13-17 июня 2011 года Ростов-на-Дону – 2011 – С. 4-7.

7. Торопова, М.В. Влияние агрессивного воздействия на документ [Текст] / М.В. Торопова, В.И. Фурлетов // Практикум эксперта «Ценные бумаги». – 2012. – №12. – С. 34-37.

Сведения об авторах:

Ситников Борис Вадимович, ООО Экспертное учреждение «Воронежский центр экспертизы», Воронеж.

Веневцев Андрей Николаевич, ООО Экспертное учреждение «Воронежский центр экспертизы», Воронеж.

Жбанова Наталья Юрьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики Липецкого государственного технического университета.

Жбанов Сергей Александрович, старший преподаватель кафедры прикладной математики Липецкого государственного технического университета.

Ключевые слова: судебная экспертиза документов, абсолютная давность реквизитов, моделирование процесса расчетов.

E-mail: vse_vrn@mail.ru.

Адрес: г. Воронеж, ул. Орджоникидзе, 10/12.

УДК 669.054.82

**УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИИ В Г. ЛИПЕЦКЕ ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ
ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ МЕЛКОЙ ФРАКЦИИ
ОТВАЛЬНОГО СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ШЛАКА**

В.Н. Гринавцев, В.С. Попов,
О.В. Гринавцев, В.В. Пикалов

В статье предлагается технология переработки мелкой невостробованной фракции отвальных сталеплавильных шлаков, с применением каскадного магнитного сепаратора, позволяющая получать железосодержащий магнитный концентрат с насыпной плотностью до 3,0 т/м³.

Задача переработки отвалов сталеплавильного шлака в настоящее время является весьма актуальной, особенно для г. Липецка, где работают много предприятий, занимающихся подобной проблемой, но они в основном извлекают только металл, так называемые «коржи» и «корольки», а также щебень размером от 10 до 90 мм. Остальная мелкая фракция, размером до 5 мм, составляющая до 50% от общего объема таких отходов, своего применения не находит и часто утилизируется по принципу «вывезти и выбросить там, где не видят экологи и представители различных природоохранных служб».

В связи с этим проблема утилизации невостробованной мелкой фракции отвальных сталеплавильных шлаков является одной из основных и крайне важных проблем современной металлургии, большое внимание которой уделяется как в России, так и во всём мире [1, 2]. Изучение зарубежного опыта показало, что в развитых странах Европы эта проблема успешно решена. Но созданные на Западе технологии требуют крупных финансовых вложений и могут быть рентабельны при условии, что металлургический комбинат оплачивает предприятию по переработке шлаков порядка 40 евро за каждую тонну сданного шлака, чего в условиях нашей страны, в обозримом будущем, добиться вряд ли удастся.

«Утилизация» подобного продукта на территории нашего государства идёт по двум направлениям:

1. Захоронение так называемых «хвостов» в отработанных карьерах или естественных природных углублениях рельефа (овраги, балки, отработанные карьеры и т.д.).
2. Использование мелкой невостробованной фракции при строительстве дорог, фундаментов зданий и сооружений как материала для подсыпки или поставка предприятиям, производящим стройматериалы, например цемент, в качестве наполнителя.

Первый способ, как наиболее простой и не требующий больших затрат является самым экологически опасным и вредным для окружающей среды. При этом опасность существует не только загрязнения воздушного бассейна в районе складирования, но и создает опасность обрушения и провалов грунта в самом неожиданном месте.

Причина тому – нарушение гидрогеологического режима подземных вод из-за передавливания водоносных слоёв под местами складирования мелкой фракции отвальных сталеплавильных шлаков, в которой содержится до 20% железа. В сочетании с выработанным материалом карьера она увеличивает локальную нагрузку на грунт, перекрывая традиционный ток воды и меняя гидрологический режим подземных вод.

Последствия подобных изменений могут привести к катастрофическим последствиям, подобным событиям в г. Днепропетровске (Украина) в 1997 году.

Причиной данного события стали работы по засыпке шлаками сталеплавильного производства металлургического комбината, действующего на территории города, природного углубления в виде оврага в районе транспортного университета. Это вызвало перекрытие традиционных подземных токов вод, которые нашли новое русло, пролегающее в нескольких километрах от этого места под густонаселенным жилым микрорайоном города. Результат – разжижение почв под зданиями и обрушение школы, детского сада и нескольких жилых домов, только по счастливой случайности не приведшее к человеческим жертвам.



Рис. Виды обрушения зданий в г. Днепропетровске (Украина)

Второй способ также не предусматривает больших финансовых вложений, но имеет недостаток, делающий его неэффективным по причине цикличности и неполноты использования материала. Следует иметь в виду, что строительство дорог может быть приостановлено, как и строительство других промышленных и жилых объектов, а цементные заводы заинтересованы в получении сырья с минимальным содержанием железа, которое может оказывать отрицательное воздействие на процессы застывания строительных растворов на основе цемента.

Анализ вышесказанного говорит о необходимости разработки технологии и создании на её базе специализированного предприятия, перерабатывающего в год до 500 тыс. т. невогребованной мелкой фракции отвалных сталеплавильных шлаков. Это позволит

принимать на переработку данный продукт у предприятий, занятых в сфере разработки шлаковых отвалов и извлечению из них железосодержащих составляющих. Также это даст возможность централизовать процесс переработки невостребованной мелкой фракции отвальных сталеплавильных шлаков, ввести жесткий контроль и учет объемов железосодержащих фракций и оставшегося объема невостребованного сырья.

В результате появится возможность контролировать организации, которые не смогут объяснить, куда «пропал» невостребованный остаток, если нет документов о его принятии на переработку специализированным предприятием. Как следствие, появится возможность прекратить неконтролируемое загрязнение нашего региона недобросовестными фирмами-переработчиками, а после отработки всего цикла нарастить объемы переработки до одного миллиона тонн невостребованной мелкой фракции сталеплавильных шлаков в год, полностью решив вопрос загрязнения окружающей среды этими отходами металлургического производства.

Сотрудниками Липецкого государственного технологического университета создана технология переработки мелкой невостребованной фракции отвальных сталеплавильных шлаков, основные параметры которой исследованы в лаборатории ЛГТУ [3]. Разработана конструкция каскадного магнитного сепаратора [4], позволяющая получать из мелкой невостребованной фракции шлака железосодержащий магнитный концентрат с насыпной плотностью 2,6-3,0 т/м³, что согласно прайс-листу каталога продукции Михайловского ГОКа соответствует железорудному концентрату с содержанием массовой доли железа 66% [5].

В процессе исследований была отработана новая технология помола мелкой фракции шлака до крупности 0,1-0,3 мм, что позволило улучшить процесс разделения магнитной и немагнитной фракций. Полученные данные и технологические зависимости легли в основу разработанной новой технологии и соответствующего оборудования, позволяющего изготовить его на предприятиях г. Липецка. В результате применения данной технологии из невостребованной мелкой фракции отвального сталеплавильного шлака получается железосодержащий магнитный концентрат с содержанием железа до 62,5%, который может быть реализован Новолипецкому металлургическому комбинату, как возвратное сырьё, либо поставлен как самостоятельный продукт на рынке России или за рубежом.

Остающаяся после магнитной сепарации обедненная фракция размером 0,1-0,3 мм с содержанием железа до 10-20% представляет интерес для цементной промышленности как качественный сырьевой компонент, либо может быть переработана в гранулы необходимой формы и размера с прочностью до 40 МПа, представляющие экологически безопасный аналог известковых щебней, пригодный к использованию в качестве материала для подсыпки или наполнителя при производстве бетона.

В случае временного спада спроса на такой материал он может быть безопасно складирован на накопительных площадках и отгружен потребителям после восстановления спроса на рынке.

Стоимость проекта, согласно разработанному бизнес-плану, составляет 40 млн. руб.; срок окупаемости – менее одного года. Денежные средства могут быть привлечены на основе инвестиционного договора с предприятиями, занимающимися разработкой отвальных сталеплавильных шлаков, которых на данный момент существует восемь. При равномерном распределении финансовой нагрузки в 4-5 млн. руб. на каждое предприятие и выделении этих средств равномерными траншами по мере их освоения, является вполне посильной нагрузкой для этих предприятий. Изготовление оборудования и ввод в действие может быть осуществлен в течение пяти-шести месяцев с момента начала финансирования, что даст возможность существенно улучшить экологическую обстановку в нашем городе и регионе в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Переработка шлаков и безотходная технология в металлургии / М.И. Панфилов [и др.] – Москва: Металлургия, 1987. – 238 с.
2. Современные методы технологической минералогии в процессах комплексной и глубокой переработки минерального сырья / Материалы междунар. совещания «Плаксинские чтения – 2012». 10-14 сентября 2012 г. - Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012. – 391 с.
3. Романенко, А.В. Экологическая оценка размещения и переработки шлаков металлургического предприятия / А.В. Романенко, Л.Ф. Гордийчук, И.В. Николаева // Вестник Криворожского национального университета, 2012. – Вып. №31. – С. 26-28.
4. Пат. 2550706 Российская Федерация, МПК С04 В7/153. Способ переработки «пыли» отвального сталеплавильного шлака / Гончарова М.А., Гринавцев О.В.; заявл. 03.05.14; опубл. 10.05.2015г., Бюл. №11. – 3 с.
5. Пат. №2561941 Российская Федерация, МПК В03 В09/04, С 22 В7/04. Установка для переработки отвального металлургического шлака / Гончарова М.А., Гринавцев О.В.; заявл. 07.05.14; опубл. 10.09.2015г., Бюл.№12. – 6 с.

Ключевые слова: фракция, отвальные сталеплавильные шлаки, гидрологический режим, технология переработки, магнитный концентрат.

Сведения об авторах:

Гринавцев Валерий Никитич, доктор технических наук, профессор кафедры экономики Липецкого государственного технического университета.

Попов Виктор Сергеевич, кандидат технических наук, инженер отдела по науке Липецкого государственного технического университета.

Пикалов Владимир Владимирович, студент факультета автоматизации и информатики Липецкого государственного технического университета.

E-mail: vnov1939@gmail.com

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК 669.054.8

ОСНОВЫ ВОДОРОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ В РОССИИ

Липецкий государственный технический университет
Научно-проектный центр М.М. Калиничевой "Техническая эстетика"

Е.С. Гамов, М.М. Калиничева,
М.В. Решетова, И.Е. Гамов

В статье рассмотрены теоретические и практические возможности использования экологически чистого энергоносителя водорода в технологии утилизации отходов Черноземья.

Современный научно-технический прогресс активизирует расширение урбанизированных территорий и прилегающих к ним пространств, используемых для хранения и переработки твердых бытовых отходов (далее ТБО). К таковым можно отнести, к примеру, водные

пространства и сложные грунты, относящиеся ранее к биологически чистым зонам и активно заселяемые в настоящее время [1].

Застройка подобных территорий на ранних уровнях цивилизации не требовала специального обращения к утилизации, поскольку технологии производства, торговли и потребления изделий промышленного производства не задействовали большого количества синтетических материалов, практически не разлагающихся и загрязняющих все земное и околоземное пространство. Их количество возросло в геометрической прогрессии с изобретением инновационных технологий на основе стремительно увеличивающегося производства синтетических материалов. Результаты подобной промышленно-производственной деятельности человека публикуются в многочисленных отечественных и зарубежных научных источниках, отмечающих реальную угрозу экологического кризиса. В итоге проблема отходов в настоящее время выдвинулась на уровень одной из важнейших экологических проблем.

В первую очередь это касается архитектурно-строительного и дизайнерского производства, где отмеченные синтетические материалы пришли на смену продуктам переработки природного сырья. Полимерные составы задействуются в многочисленных отделочных материалах не только с целью интерьерного декорирования, но и гидро- и теплоизоляции. На их основе широко изготавливается большинство емкостей и упаковочной продукции, которая сразу же предназначена для утилизации. Все это дополняет производство строительных изделий – профилей, труб, кабельной изоляции, напольных покрытий и разнообразных пленок, используемых в строительстве.

Между тем выравнивание почвы сложных грунтов не допускает попадание в нее вредных отходов, способных на протяжении длительного времени осложнить экологическую ситуацию местности. Но, тем не менее, это не может остановить креативные поиски строителей и дизайнеров, концентрирующих свои усилия в сфере поисков новейших техник и технологий в области строительства и организации городской, производственной и бытовой среды обитания человека [2]. Кроме того, ускоренные методы строительства с применением сборно-блочных, трансформируемых, полифункциональных и унифицированных помещений существенно затрудняют синхронную разработку (а применительно к потребностям строительства – опережающую) методов утилизации ТБО.

Учитывая сказанное, обобщение и оценка мирового и отечественного опыта в данной области имеют непреходящую актуальность. Выходом из создавшегося положения видится соединение усилий специалистов в области переработки отходов, строителей и дизайнеров, способных разрабатывать комплексные методологические и теоретические основы охраны окружающей среды, ориентируясь на законодательные акты Российской Федерации и существующие передовые методы переработки ТБО. К таковым, на наш взгляд, относится метод водородной технологии утилизации, сущность которого заключается, прежде всего, в масштабности эколого-экономического подхода, ориентированного на проблематику утилизации отходов Черноземья. Как показано в работе [1], во многочисленных отвалах указанного региона имеются миллионы тонн промышленных отходов и с каждым годом их количество возрастает.

Известно также [2], что в России свыше 33 миллионов железосодержащих кварцитов не используются в доменных процессах и складированы в отвалах. Другими источниками отвалов являются промышленные отходы, такие как:

- пыли аглофабрик – 10...12 кг/т получаемого агломерата;
- колошниковая пыль – 10...20 кг/т выплавляемого чугуна;
- плавильная пыль конверторов, мартеновских печей и литейных вагранок – 7...15 кг/т выплавляемого металла;
- прокатная и кузнечная окалина – 20...40 кг/т обрабатываемого металла давлением;
- шлам эмалирования – 2...5 кг/т покрытого изделия;
- отходы анилинокрасочного производства и коммунального хозяйства (сточные воды) – их в отвалах свыше 500 тысяч тонн.

Таким образом, из изложенного проистекает актуальность и перспективность совершенствования существующих технологий по утилизации отвальных отходов, в том числе путем применения таких технологий экологически чистого энергоносителя, каким является водород, то есть водородные технологии:

Водородная цивилизация возникла около 40 лет назад и ее базисом является то, что водород это уникальный экологически чистый энергоноситель.

Водородная технология развивается по двум направлениям:

- водородная энергетика;
- взаимодействие водорода с материалами.

Первое направление объединяет аналитиков-мыслителей мирового масштаба, к числу которых относятся инженеры-энергетики, транспортники, физики, химики. Это те, кто творит в области производства, транспортировки, хранения и применения водорода как энергоносителя взамен ископаемого топлива – нефти, газа, угля.

Второе направление – это сообщество ученых и инженеров, исследующих взаимодействие водорода с материалами и решающими следующие задачи:

- обеспечение функционирования водородоёмких и водородоопасных технологий в связи с водородной деградацией материалов;
- разработка технологий и развитие водородной экономики функциональными материалами-гидратами, мембранами, катализаторами;
- улучшение свойств известных материалов и разработка новых путем использования водородной обработки материалов.

Сообщество ученых, инженеров и технологов, работающих в области взаимодействия водорода с материалами уже имеют свою долгую историю. В 1824 году М.Ф. Соловьев предложил современное русское наименование Н «водород». Однако еще раньше в XVI-XVII веках многими исследователями было показано, что при взаимодействии кислот с металлами образуется горючий газ. Например, в 1766 году английский физик и химик Г. Кивиндиш собрал и исследовал выделяющийся газ, которому дал название «горючий воздух», полагая, что оно есть чистый флогистон.

Анализ и синтез воды, который осуществил А. Лавуазье, показал сложность ее состава. В 1787 г. он же определил «горючий воздух» как новый химический элемент, то есть водород и присвоил ему название hydrogen (от греч. hidor – вода и genaо – рождаю), что означает «рождающий воду», который и составляет сущность технологических процессов с участием водорода.

Поэтому основой теории и технологий водородной утилизации промышленных и бытовых отходов в России является способность присутствующих в них Н⁺-ионов к замещению на другие катионы [3]:



где Н⁺ – водородные ионы, замещающиеся на катионы металлов;

Me – катионы металлов.

X – может быть равным 0; 1; 2 (при X=1 или X=2 происходит подкисление отвальных отходов).

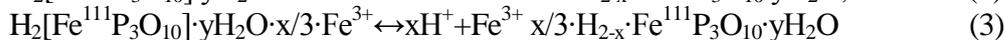
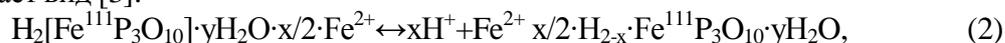
Анализ уравнения (1) указывает на возможность утилизации отходов при условии, когда находящиеся в них кристаллогидраты сохраняют способность Н-ионов к замещению на другие катионы, к числу которых относятся – Fe, Al, Ca, Mg, Ag, Cr, Na.

Основой предложенного механизма утилизации отходов в России является то, что Н⁺-ионы образуют с кристаллизационной водой ионы гидроокиси, обратимо замещающиеся во всем объеме кристаллов на катионы, например, железа, что подтверждается как теоретическими, так и экспериментальными данными [4, 5].

Так рентгеноструктурными исследованиями установлено, что в кристаллогидрате FeH₂P₃O₁₀·H₂O водород не входит в координационную сферу металла, а располагается слоями. Это

обеспечивает доступ катионов к группам Р-ОН, что обуславливает процесс их извлечения из отходов, подвергающихся утилизации, с использованием магнитных сепараторов [1].

С учетом изложенного, а также как показано нами в работе [1], в отвальных отходах преобладают железосодержащие ингредиенты, поэтому для двух и трехвалентного железа уравнение (1) принимает вид [3]:



Анализ химических зависимостей (2) и (3) позволяет полагать, что при определенных условиях в отвалах промышленных отходов при наличии в них железофосфатных ингредиентов может происходить обмен между кислыми гидративными фосфатами и окружающей средой с сохранением зарядного состояния катионов железа.

Изложенное подтверждается экспериментально гамма-резонансовой спектроскопией. В центральных линиях гамма-резонансовых спектров Fe_2O_3 смешанного с H_3PO_4 имеется асимметрия центрального дублета, свидетельствующая о частичном распаде кристаллогидратов фосфатов железа с образованием аморфной базы, содержащей трехвалентное железо. По этим же гамма-резонансовым спектрам установлено, что не прореагировавшая часть α - Fe_2O_3 с фосфатами не изменилась. Тепловое воздействие на фосфатные материалы вызывает потерю в них кристаллизационной воды в области 900-1100°C, на что указывает изменение параметров дублетов ($\delta=0,45$ мм/с и $\Delta=1,15$ мм/с) в гамма-резонансовых спектрах, но при этом остаточная прочность достаточна для их промышленного применения.

Таким образом, по результатам проведенных исследований и их обработки предполагаются два направления утилизации отходов в России:

- магнитное обогащение с целью повышения концентрации Fe_3O_4 (магнетита) и α - Fe_2O_3 (гематита) с последующей пневматической сепарацией;
- водородное восстановление, например, алюминия, бора, титана, а также железа.

По первому направлению установлено, что магнитно-пневматическая утилизация зависит от температуры и продолжительности теплового воздействия. Поэтому для проведения полупромышленных исследований с использованием воздушного классификатора [1] выбраны три фактора: температура, время прогрева и число циклов в воздушном классификаторе. При этом используя метод математического планирования экспериментов [6] получено $2^3=8$ опытов, таблица 1.

Таблица 1

Уровни и интервалы варьирования факторов, влияющих на процесс утилизации отходов России

Факторы	Уровни факторов			Интервал варьирования
	+1	0	-1	
T - температура, °C	700	500	300	200
τ - продолжительность нагрева, мин	120	80	40	40
Ц — число циклов, раз	3	2	1	1

Опыты проведены с промышленным отходом состава, массовая доля %: отход анилинокрасочного производства 4,4; ортофосфорная кислота 2,4; алюмоборофосфат 1,2; кварцевый песок 92,0. Матрица планирования и результаты опытов приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Матрица планирования и результаты опытов на воздушном классификаторе

Факторы Номер опыта	X ₀	T	τ	Ц	Tτ	TЦ	τЦ	TτЦ	V ₁ — объем основных фракций на трех смежных ситах: 0315, 020 и 016, массовая доля, %	V ₂ — объем мелких фракций на трех ситах: 0, 063, 005 и тазике, массовая доля, %
1	+	-	-	+	+	-	-	+	82,24	2,90
2	+	+	-	-	-	-	+	+	85,16	3,36
3	+	-	+	-	-	+	-	+	84,74	5,40
4	+	+	+	+	+	+	+	+	89,10	1,68
5	+	-	-	-	+	+	+	-	84,06	6,86
6	+	+	-	+	-	+	-	-	86,40	5,18
7	+	-	+	+	-	-	+	-	87,62	2,16
8	+	+	+	-	+	-	-	-	84,62	4,56

Таблица 3

Химический состав исходного и утилизированного отхода

Компоненты Химический состав	Фракционный состав компонентов, массовая доля, %		
	Отход перед разделением на фракции	Отход после его разделения на фракции	Пылевидная фракция отхода
Fe ₂ O ₃	4,5	1,0	84,8
Al ₂ O ₃	1,6	1,4	0,2
CaO+MgO	0,8	0,5	0,3
SiO ₂	87,5	95,2	14,1
Прочие составляющие	5,3	1,0	0,6

Математическая обработка результатов опытов, приведенных в таблицах 2 и 3 позволила получить следующие зависимости:

$$V_1=84,4+0,09T-0,35\tau +1,52Ц+0,08T\tau +0,48T\tau Ц, \quad (4)$$

$$V_2=4,01+0,3T-0,56\tau -0,30Ц-0,76TЦ-0,49\tau Ц-0,67T\tau Ц. \quad (5)$$

Анализ полученных зависимостей (4) и (5) показывает, что железосодержащий компонент утилизируемого отхода концентрируется на трех ситах — 0063, 005 и тазике в виде Fe₂O₃. С ростом температуры, времени нагрева и числа циклов возрастает вероятность

получения на кварцевой основе по качеству приближающегося к природному (карьерному). Его основная фракция в массе >80,0 масс. дол. % находится на трех смежных ситах: 0063, 0050 и 016, а мелкая — в количестве < 7,0 масс. дол. % - на трех смежных ситах: 0063, 0050 и тазике. Из сравнения этих величин с результатом рассева четвертого опыта следует, что при прогреве утилизируемого отхода в течении 2-х часов при 500°С, а также при трех циклах его разделения на фракции получаем (извлекаем) сырьевые материалы, которые по своим свойствам близки к α - Fe_2O_3 (маггемиту—сильномагнитный железосодержащий материал) и SiO_2 (кварцевый песок), которые по своим свойствам близки к исходным, то есть до вхождения в промышленный отход.

По второму направлению использования водорода для утилизации отходов путем восстановления им железа, по нашему мнению являются химические реакции, протекающие в доменном производстве получения жидкого чугуна, таблицы 4 и 5.

Таблица 4

Химические реакции доменного процесса с участием водорода и оксидов железа

п/п	Реакции	Тепловой эффект, кал/моль	Температура начала реакции, °С
	$\text{H}_2\text{O}_{\text{Ж}}-\text{H}_2\text{O}_{\text{ПАР}}$	-10500	<100
	$\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{H}_2\text{O}=\text{Fe}_2\text{O}_3+3\text{H}_2\text{O}$	-24600	200
	$\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{H}_2=2\text{Fe}_3\text{O}_4+\text{H}_2\text{O}$	+2700	240
	$\text{Fe}_3\text{O}_4+\text{H}_2\text{O}=3\text{FeO}+\text{H}_2\text{O}$	-15600	240
	$\text{Fe}_3\text{O}_4+4\text{H}_2\text{O}=3\text{Fe}+4\text{H}_2\text{O}$	-35700	400-500

Таблица 5

Состав равновесных смесей Fe-O-H в физико-химических процессах доменной плавки

Реакции	Компонент	Содержание компонентов, масс. дол. % при температуре, °С				
		600	700	800	900	1000
$\text{Fe}_3\text{O}_4+\text{H}_2=3\text{FeO}+\text{H}_2\text{O}$	H_2O	30,1	54,2	71,3	82,3	89,0
	H_2	69,9	45,8	28,7	17,7	11,0
$\text{FeO}+\text{H}_2=\text{Fe}+\text{H}_2\text{O}$	H_2O	23,9	29,9	34,0	38,1	41,1
	H_2	74,1	70,1	66,0	69,9	58,9

Реакции	Компонент	Содержание компонентов, масс. дол. % при температуре, °С				
		1100	1200	1300	1350	1400
$\text{Fe}_3\text{O}_4+\text{H}_2=3\text{FeO}+\text{H}_2\text{O}$	H_2O	92,2	95,5	96,9	-	98,0
	H_2	7,3	4,8	3,1	-	2,0
$\text{FeO}+\text{H}_2=\text{Fe}+\text{H}_2\text{O}$	H_2O	42,6	44,5	46,2	47,0	-
	H_2	54,7	55,5	53,8	53,0	-

Поскольку, как известно, доменный процесс протекает в замкнутом пространстве, то при создании аналогичного пространства при утилизации отходов, содержащих гематит, возможно взаимодействие их ингредиентов с водородом в последовательности:



Последовательность (6) нами подтверждена экспериментально, путем анализа гамма-резонансных спектров утилизированных образцов, обработанных в потоке водорода, рис. 1 и 2.

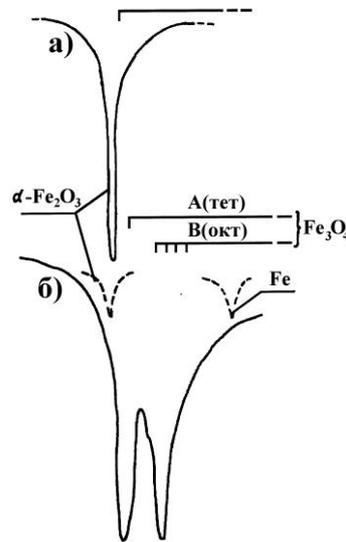


Рис. 1. Крайние линии ГР-спектров порошка немагнитного красного: а - исходного; б - восстановленного в потоке водорода

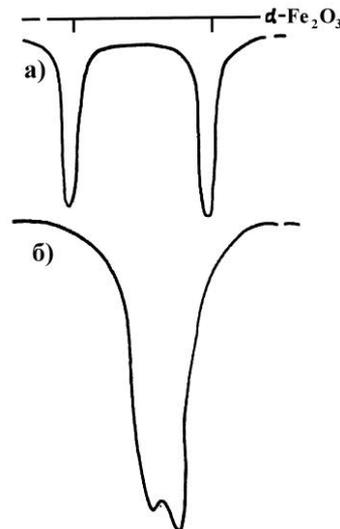


Рис. 2. Средняя часть ГР-спектров порошка немагнитного красного исходного и восстановленного до вюстита:
а - исходный порошок немагнитный красный; б - порошок немагнитный красный, восстановленный в потоке водорода до вюстита

Экспериментальные исследования проводились в потоке чистого водорода в области 580-600°C до образования магнетита и вюстита (рис. 1, 2).

Значение температуры принято после ряда предварительных экспериментов с тем, чтобы процесс не был медленным, но в то же время, чтобы восстановленный в потоке водорода порошкообразный утилизированный отход не спекся и не требовалось в дальнейшем его измельчение. При таких условиях процесс восстановления $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ в Fe_3O_4 и FeO протекает порядка двух часов, не считая времени охлаждения утилизированного отхода в водородной среде.

Экспериментально также установлена возможность повышения температуры обработки утилизируемого отхода водорода до 750°C без заметного его спекания.

Вместе с тем, в процессе обработки утилизированных отходов, содержащих гематит, водородом, когда происходит в его составе восстановление магнетита, изменяется не только его цвет от красного до темно-бурого, но и магнитные свойства, а именно: от антиферромагнитных для $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ до магнитных Fe_3O_4 , то есть скачкообразно изменяется притяжение к магниту.

Из полученных экспериментальных данных также следует, что в спектре (рис. 1) восстановленного гематита в утилизируемом отходе на фоне интенсивных линий магнетита видны слабые линии остаточного гематита. При этом, магнетит образует умеренную линию от октаэдрической позиции, где ясно выделяются ступени, соответствующие четырем неэквивалентным положениям железа. Здесь часть гематита восстанавливается до металлического железа, слабые линии которого ясно заметны на фоне спектра магнетита.

Заметим также, что в данном решении утилизации отходов образуется нестехиометрический магнетит, в котором часть ионов трехвалентного железа в октаэдрах замещена ионами других металлов, или более, часть октаэдров искажена из-за недостатков ионов кислорода. В результате этого, полученная структура обуславливает более высокую её химическую активность. Данное обстоятельство значительно повышает эффективность водородной технологии утилизации отходов в России, которую предлагают осуществлять по нижеприведенной схеме (рис. 3).

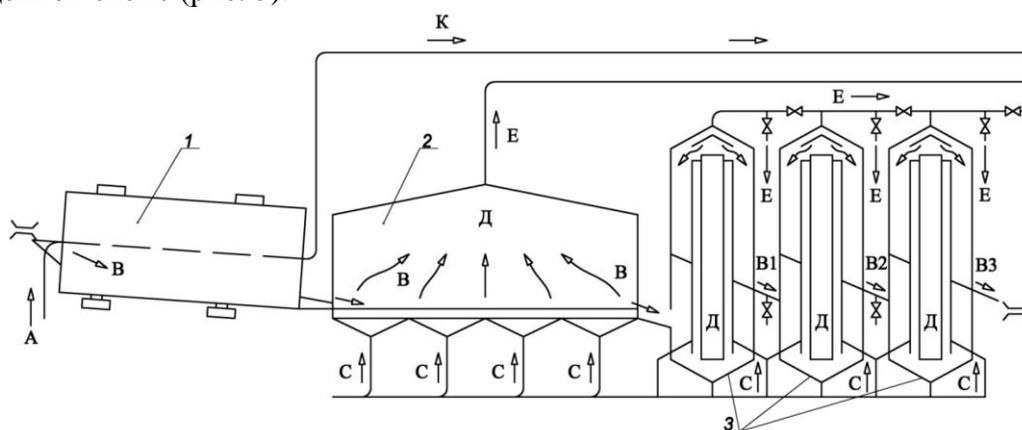


Рис. 3. Схема водородной технологии утилизации отходов в России

На рис. 3 цифрами и буквами обозначены: 1 – тепловой агрегат для нагрева, подлежащих к утилизации отходов, 2 – агрегат водородной технологии утилизации отходов, 3 – пневматические классификаторы утилизированных отходов, А – поток раскаленных газов из топки; В – исходная масса отходов; В1 – первая стадия классификации утилизованного отхода; В2 – вторая стадия классификации утилизованного отхода; В3 – третья стадия классификации утилизованного отхода; С – поток водорода; Д – поток утилизированных отходов; Е – поток утилизованного отхода на циклоны и пневматические классификаторы; К – поток отходящих газов.

Согласно приведенной схеме на рис. 3 рекомендуется перед утилизацией отходы ТБО в России подвергать магнитной сепарации, как показано в работе [1], а затем по транспортеру загружать в тепловой агрегат 1 для их тепловой обработки. В агрегате 1, отапливаемом газом или электроэнергией, отходы выдерживаются при 700°C в течение не более двух часов, а затем поступают в агрегат водородной технологии, после чего по желобу в трехсекционный пневматический классификатор 3, где и происходит окончательная утилизационная стадия указанных отходов.

Экспериментально установлено, что утилизированные отходы представляют собой смеси аналогичные строительным и формовочным пескам, огнеупорным материалам, частично металлургической шихте, в результате чего достигается:

- ресурсосбережение минерального сырья;
- охрана окружающей среды от загрязнения;
- удовлетворительные санитарно-гигиенические условия труда.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шумская, О.Р. Принципы формообразования жилья на воде: историко-культурный и экологический подходы: автореф. дис. канд. техн. наук: 17.00.06: [Место защиты: МГХПА им. С.Г. Строганова]. – Москва, 2015.
2. Калиничева, М.М. Креационное и креативное в проектной культуре дизайна / М.М. Калиничева, М.В. Решетова // Вестник ВятГГУ. – 2014 - №7. – С. 103 – 109.
3. Гамов, Е.С. Классификация промышленных отходов Черноземья и пути совершенствования процессов извлечения из них полезных полимерных ингредиентов / Е.С. Гамов, И.Е. Гамов // ВЕСТНИК Липецкого государственного технического университета – 2015 - №4 (26). – С. 68-71.
4. Гамов, И.Е. Экологические проблемы переработки и применения промышленных отходов «Черноземья» / И.Е. Гамов // Теория и практика технологий производства изделий из композиционных материалов и новых металлических сплавов – 21 век: труды междунар. конф. - Москва: МГУ, 2001. - С. 655-660.
5. Гамов, И.Е. Водородная технология переработки промышленных отходов «Черноземья» / И.Е. Гамов // Труды пятого съезда литейщиков России. – Москва: Радуницы, 2001. – С. 300-304.
6. Гамов, И.Е. Металлофосфатные композиционные материалы / И.Е. Гамов, Е.С. Гамов // Теория и практика технологий производства изделий из композиционных материалов и новых металлических сплавов – 21 век: труды междунар. конф. - Москва: МГУ, 2001. - С. 269-272.
7. Синтез железофосфатов и исследование их теплофизических свойств: отчет о НИР (заключ.): № 02940053569 / Ташкентский гос. ун-т; руков. Дж. Турсунов; – Ташкент, 1984. – 73 с. – Библиогр. : с. 73 – инв. № 02940053569.
8. Гамов, Е.С. Теория твердения и технология применения формовочных смесей на основе железофосфатных связующих: дис. д-ра техн. наук: 05.16.04: защищена 23.03.1990/ Гамов Е.С. – Липецк, 1990 – 312 с.
9. Новак, Ф.С. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов / Ф.С. Новак, Я.Б. Арсов. – Москва: Машиностроение; София: Техника, 1980. – 304 с.

Ключевые слова: Россия, промышленные отходы, полиметаллические ингредиенты, маггелит, гематит, воздушный классификатор.

Сведения об авторах

Гамов Евгений Степанович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой дизайна и художественной обработки материалов Липецкого государственного технического университета.

Гамов Игорь Евгеньевич, ассистент кафедры дизайна и художественной обработки материалов Липецкого государственного технического университета.

Калиничева Мария Марьяновна, кандидат технических наук, организатор научно-проектного центра «Техническая эстетика».

Решетова Маргарита Владимировна, кандидат искусствоведения, заведующая кафедрой дизайна Московского государственного института культуры.

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

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК 624.012 (07)

ПРОВЕРКА УСТОЙЧИВОСТИ ВУТОВОЙ ПОЛКИ РЕБРИСТОЙ ПЛИТЫ

Липецкий государственный технический университет

И.А. Суслов

В статье рассмотрены вопросы устойчивости полки ребристой железобетонной плиты перекрытия, исходя из реализации возможной схемы её излома.

Приведена модель железобетонной полки плиты перекрытия с граничными условиями для вычисления критического напряжения.

Приведена формула для определения предельного напряжения в полке железобетонной плиты перекрытия.

Одним из видов исчерпания несущей способности ребристых железобетонных плит является потеря устойчивости полки. Экспериментальные исследования, выполненные на моделях и натурных конструкциях, доказали возможность исчерпания несущей способности ребристых плит вследствие потери устойчивости полки.

Реализация такого характера разрушения:

$$\sigma_{\text{пред}} = \sigma_{\text{крит}} \cdot \dots \quad (1)$$

где $\sigma_{\text{пред}}$ – соответственно, предельное и критическое напряжения в полке.

Предельное напряжение вычисляют как функцию внешних и геометрических параметров плит (см. рис. 1), исходя из предложения о равномерности распределения напряжений по высоте полки от действия нормальной силы N , величину которой рекомендуется определять по формуле

$$N = \dots \quad (2)$$

где M – момент в продольных ребрах плиты,

H_k – величина распора, действующего в пределах кессона в направлении продольных ребер;

Z – плечо внутренней пары, которое может быть принято равным расстоянию от оси вутовой полки до оси рабочей арматуры ребра.

$$\dots \quad (3)$$

где, h – толщина вутовой полки в поле с постоянной толщиной сечения.

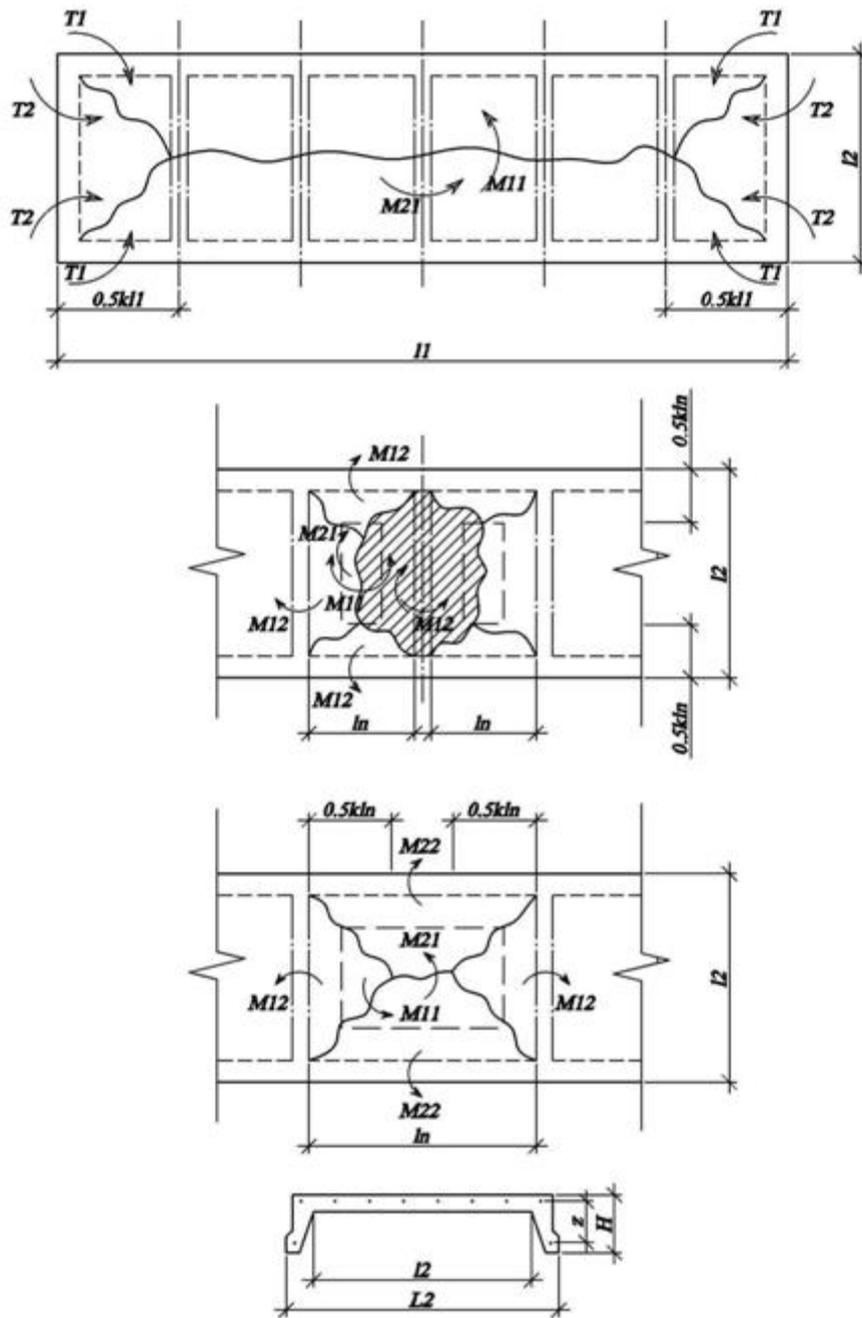


Рис. 1. Схемы излома плит

В [1] рекомендовано при проектировании назначить высоту такой, чтобы нормальные силы, действующие в полке, не снижали ее несущей способности на изгиб:

$$- \quad - , \quad (4)$$

где $-$ вычисляется по формуле (5):

$$- \quad (5)$$

Условие, при котором несущая способность средних кессонов будет не ниже, чем крайних кессонов (из-за возможного отрицательного действия сжимающих усилий N), приведено также в [2]:

2. Янкелевич, М.А. Ребристые плиты покрытий промышленных зданий из легких бетонов / М.А. Янкелевич, Я.И. Маркус. – Киев: Укр. НИИ НТИ, 1975 – 57 с.
3. Вольмир, А.С. Устойчивость упругих систем / А.С. Вольмир. – Москва: – Физматгиз, 1963. – 880с.
4. Бондаренко, В.Н. Инженерные методы нелинейной теории железобетона / В.Н. Бондаренко, С.В. Бондаренко. –Москва: Стройиздат, 1982. – 287 с.

Ключевые слова: потеря устойчивости полки железобетонной плиты, схема излома плиты, предельное напряжение.

Сведения об авторе:

Суслов Иван Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Архитектура» Липецкого государственного технического университета

E-mail: marramm@inbox.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК: 101.1: 316

**СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ
СТАТУСНО-РОЛЕВЫХ ПОЛИТИЧЕСКИХ КОНФЛИКТОВ**

Липецкий государственный технический университет

О.А. Бочарникова, И.П. Полякова

В статье предлагается методика структурного анализа динамики развития статусно-ролевых конфликтов с примером оценки конфликтного противоборства исполнительной и законодательной властей в Российской Федерации в период 1992-1993 гг.

До сих пор структурно-функциональный анализ статусно-ролевых политических конфликтов (далее по тексту статусно-ролевых конфликтов – СРК) производится, как правило, по следующей структурно-логической схеме: тип конфликта (государственно-правовые или политизированные государственно-административные СРК, вертикальные или горизонтальные); структура СРК (предмет и объект конфликта, участники); генезис (процесс возникновения и развития); содержание конфликта (причины, повод и сущность конфликта); динамика конфликта (фазы, стадии развития и завершения); функции (конструктивные и деструктивные); результаты конфликта [1].

Важным этапом исследования любого конфликта является анализ динамики его возникновения и развития. Фазы и стадии динамики конфликта отображены во многих учебниках конфликтологии и научных публикациях. Характеризуется она, как правило, тремя этапами: начало (1 этап), развитие (2 этап) и завершение (3 этап) и двумя периодами: предконфликтный и послеконфликтный. В результате, динамика конфликта складывается из следующих элементов: предконфликтная ситуация (скрытый или латентный период), в котором происходит накопление и обострение противоречий между субъектами, открытый конфликт (реальное противоборство) и после конфликтный период [2].

На наш взгляд структуру динамики конфликта целесообразно рассматривать в виде следующих шести стадий его развития: первая – накопление и обострение противоречий между противоборствующими сторонами конфликта; вторая – инициирование конфликта; третья стадия – открытое протекание конфликта; четвертая стадия – эскалация конфликта; пятая стадия – редуцирование конфликта путем перевода его на более низкие уровни конфликтного противоборства субъектов конфликта; шестая стадия – разрешение конфликта.

В предложенной нами методике анализа динамики конфликта первая и вторая его стадии (накопления и обострения противоречий, а также инициирования конфликта) являются структурными элементами первого этапа, т.е. началом конфликта; третья и четвертая стадии (открытое протекание и эскалация конфликта) являются элементами второго этапа – осуществления и развития конфликта; пятую и шестую стадии (редуцирование и разрешение конфликта) можно считать третьим завершающим этапом конфликта.

Первая стадия конфликта характеризуется накоплением и обострением непримиримых противоречий в социальной системе общества или в мире и разделением его представителей на два противоборствующих класса. Этот период сопровождается мощной информационной обработкой общественных масс.

На второй стадии конфликта всегда происходит его переход из латентного в открытое противоборство. Причем в этом случае инцидент следует отличать от повода, то есть конкретного события, послужившего толчком для противоборства. Инцидент обнажает позиции противоборствующих сторон, делит их на друзей и врагов или союзников и противников. Если после инцидента субъектам конфликта найти компромисс не удалось, за первым инцидентом следуют другие. При этом конфликт вступает в следующую стадию – эскалацию.

На третьей стадии идет активное противоборствующее конфликтное взаимодействие оппозиционных субъектов конфликта. На этой стадии каждый субъект конфликта старается привлечь на свою сторону как можно больше участников и сторонников с помощью предлагаемых программ развития социума, разрешающих, по их мнению, все возникшие в обществе противоречия. Одновременно с этим, с помощью информационных технологий и средств массовой информации каждый субъект подвергает масштабной и агрессивной критике своего оппонента с целью дискредитации его предлагаемых программ.

Четвертая стадия характеризуется эскалацией конфликта, т.е. расширением пространства, увеличением количества его участников с обеих противоборствующих сторон и применением более агрессивной стратегии и тактики в конфликтном взаимодействии.

Пятая стадия – редуцирование и разрешение конфликта происходит либо конструктивным, либо деструктивным способом. В случае конструктивного разрешения уровень конфликтного противостояния субъектов снижается вплоть до сотрудничества договорных процессов и компромисса (консенсуса). Деструктивный способ разрешения конфликта предполагает удаление противоборствующего субъекта за пределы политического взаимодействия. Иногда это осуществляется даже путем физического устранения противника.

Примером оценки процесса развития характерного конфликтного противоборства может послужить структурно-функциональный анализ динамики статусно-ролевого конфликта 1992-1993 гг. между исполнительной и законодательной ветвями власти Российской Федерации (РФ) в лице ее правительства и Президента с одной стороны и Верховного Совета РФ с другой [3].

Генезис и динамика рассматриваемого нами конфликта характеризуется следующим образом. Первая стадия конфликтных событий обозначилась накоплением непримиримых противоречий между указанными субъектами конфликта по поводу властных полномочий. Президенту не нравилось, что Парламент слишком жестко контролирует его деятельность, а Парламенту казалось, что у Президента чрезмерно обширные полномочия. На уступки в перераспределении полномочий противоборствующие стороны были не согласны, в результате чего возникло конфликтное противостояние. Обострение противоречий и инициирование конфликта произошло из-за принятия правительством курса радикальных экономических реформ.

Во второй стадии процесса событий конфликт перешел из латентного (скрытого противостояния) в открытое противоборство. Поводом для начала указанного выше конфликта послужил демонстративный уход Президента с заседаний 7 съезда депутатов Верховного Совета, который не принял кандидатуру Е. Гайдара на пост премьер-министра, а инцидентом – угроза импичмента для Президента. Угроза была реальна потому, что для большей части народных депутатов Верховного Совета РФ провальная политика экономических реформ с тотальным разорением народа была связана с правительством Е. Гайдара, опекаемого Президентом.

Третья и четвертая стадии анализируемого конфликта, т.е. его открытое протекание и эскалация характеризовались следующими действиями противоборствующих субъектов:

- 21 сентября 1993 г. Президент РФ в своем обращении к народу зачитал Указ № 1400 о роспуске Верховного Совета РФ;

- 22 сентября Конституционный суд РФ объявил этот указ президента антиконституционным. В свою очередь Верховный Совет РФ принял решение о прекращении полномочий Ельцина и назначил А. Руцкого исполняющим обязанности президента РФ;

- 28 сентября Белый дом с Верховным Советом был наглухо изолирован от внешнего мира, окружен проволочными заграждениями, бронетранспортерами, водометными машинами и войсковыми подразделениями ОМОН МВД. Здание Белого дома было обесточено, телефон и водоснабжение отключены;

- 2 октября произошли массовые демонстрации и столкновения сторонников Верховного Совета с милицией. Демонстранты деблокировали Белый дом и вошли в него;

- 3 октября демонстранты направились к мэрии Москвы. Егор Гайдар призвал москвичей выступить на защиту демократии. Большая группа демонстрантов во главе с Анпиловым и Макашовым на грузовиках подъехали к телецентру в Останкино, чтобы силой выйти в эфир. С ними вступил в бой отряд МВД «Витязь», охранявший телецентр. В сражении погибли 46 демонстрантов.

- 4 октября Президент Б. Ельцин ввел в Москве режим чрезвычайного положения. В город вошли танки Таманской дивизии. В десять часов утра из танковых орудий начался обстрел Белого Дома.

Пятая стадия – разрешение и завершение конфликта произошло в результате удаления одной из противоборствующих сторон – Верховного Совета РФ с политического поля.

Основные итоги (результаты) завершенного конфликта процесса противостояния исполнительной власти с парламентом России в 1992-1993 гг. следующие. Конфликт следует идентифицировать как горизонтальный статусно-ролевой между двумя ветвями власти, характеризующийся делегитимизацией институтов государственной власти, снижением управляемости всех сфер общества, обострением противоречий между субъектами конфликта, а в дальнейшем и устранением одного из них с политического поля. Основными участниками конфликта были: с одной стороны – президент и правительство, с другой – съезд народных депутатов и Верховный совет РФ. Неосновными или косвенными участниками были группы поддержки обеих субъектов конфликта. Предметом конфликта были власть и властные отношения. Объектами конфликта следует признать попытки трансформации государственной власти, изменения Конституции, варианты модернизации экономики и способы приватизации государственных предприятий и учреждений, а также некоторые другие.

Стратегией каждой из конфликтующих сторон являлось устранение оппонента с политического поля. Тактика борьбы участников конфликта была разнообразной. У исполнительной власти она имела более широкий диапазон: от издания указов президента до манипулирования сознанием масс средствами информации и организации вооруженного столкновения со сторонниками оппозиции. У законодательной власти диапазон действий был достаточно узкий – парламентские дебаты, решения съезда и митинги.

В связи с продолжением курса радикальных реформ анализируемый статусно-ролевой конфликт приобрел социально-политический характер и вышел за рамки внутриэлитного противоборства. Как по целям, так и по составу участников он перерос в острейший политический кризис, разрешение которого произошло силовым методом – путем устранения с политического поля одной из противоборствующих сторон (Съезда народных депутатов и Верховного совета РФ).

По функциональному признаку конфликт следует считать деструктивным. Если бы Президент РФ мог мирно сосуществовать с парламентом и Съездом народных депутатов на основе сдерживания друг друга методом взаимных уступок, то конфликт мог бы стать либо конструктивным, либо конструктивным с элементами деструкции, в зависимости от степени радикализма перестроечных реформ. Деструктивный характер рассматриваемого конфликта

заключается в том, что причинами борьбы являлись не столько попытки изменения Конституции, варианты модернизации экономики и некоторые другие, уже перечисленные нами ранее, сколько реализованный первым Президентом России внеправовой метод изменения конституционной власти.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анцупов А.Я. Конфликтология: учебник для вузов. 3-е изд. / А.Я. Анцупов, А.И. Шипилов. – Санкт-Петербург: Питер, 2008. – С. 214 - 215.
2. Конфликтология / В.П. Ратникова [и др.]; под ред. проф. В.П. Ратникова. – Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2008. – С. 114.
3. Бочарникова, О.А. Функциональные признаки и динамика развития социально-политических конфликтов /О.А. Бочарникова, Н.Ф. Саюров //Вести высших учебных заведений Черноземья. – 2013. - № 1. - С. 70-74.

Сведения об авторах:

Бочарникова Оксана Александровна, старший преподаватель кафедры транспортных средств и техносферной безопасности, соискатель кафедры философии Липецкого государственного технического университета.

Полякова Ирина Павловна, заведующий кафедрой философии, доктор философских наук Липецкого государственного технического университета.

Ключевые слова: статусно-ролевой конфликт, предмет и объект конфликта, повод, эскалация, динамика развития.

E-mail: okbocharnikova33@rambler.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК 343.326

ПРОБЛЕМА РАЗРАБОТКИ ЕДИНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОНЯТИЯ «ТЕРРОРИЗМ»

Липецкий государственный технический университет

И.П. Панфилов, И.Н. Лебедева

В статье рассматривается проблема разработки единого определения понятия «терроризм», включающего в себя разнообразные оттенки данного явления.

В настоящее время во всем мире одним из наиболее опаснейших отрицательных социально-правовых явлений является терроризм. Данный феномен характеризуется сложной и разветвленной структурой, многообразием форм, сложностью прогнозирования, сращиванием с иными общественно опасными деяниями и негативными явлениями: коррупцией, наркоторговлей, торговлей людьми, проституцией, военными преступлениями, межнациональными и международными конфликтами.

Выбор темы исследования обуславливается неполной теоретической проработанностью криминологических, уголовно-правовых, социологических, философских, политологических аспектов изучаемой проблемы.

Определение строгого понятия терроризма остается острым дискуссионным вопросом среди ученых, политиков, общественных и религиозных деятелей.

Представляются следующие причины возникновения данной проблемы.

Терроризм является сложным и многогранным явлением, посягающим на многочисленные охраняемые законом сферы жизни людей и общества в целом. Все это вместе с крайней политизированностью оценок усложняет выработку не только общего понятия «терроризм», но и его отличительных признаков.

Данный негативный феномен вечен как мир. Его практиковали иудейские организации zelотов и сикариев, секта ассасинов, индийская секта душителей-почитателей индийской богини разрушения Кали, китайские организации в виде военных тайных обществ в эпоху Средневековья, в новое и новейшее время возникли такие виды террора, как якобинский, антимонархический, фашистский, нацистский, «красный» и «белый» террор, репрессивный террор 30-х годов.

Терроризм на протяжении своего длительного существования представал в самых разнообразных обличьях. Бытовое, обиходное понимание терроризма лишило данное понятие четкой смысловой нагрузки. Под терроризмом подразумеваются и чисто уголовные похищения людей с целью выкупа, и убийства на политической почве..., и вообще все то, что не нравится говорящему (депутат Государственной Думы от ЛДПР назвал «политическим терроризмом» требование В.С. Черномырдина повторно проголосовать вотум доверия кабинету) [1].

Помимо проблемы, связанной с крайней политизированностью оценок, существуют и иные проблемы, осложняющие разработку единого понятия: различные подходы государств к пониманию данного явления, в том числе на законодательном уровне; негласная поддержка терроризма некоторыми странами и политическими режимами; возникновение новых опасных видов терроризма; переплетение терроризма с иными видами преступности.

Зарубежная практика, в отличие от российской, рассматривает терроризм как многочисленные виды насильственных преступлений (например, захват заложника). Например, Европейская конвенция о борьбе с терроризмом (подписана в Страсбурге 27.01.1977 года) относит к терроризму такие деяния как:

- 1) незаконные акты, направленные против безопасности гражданской авиации;
- 2) преступление, связанное с использованием бомб, гранат, ракет, автоматического стрелкового оружия, или заминированных писем или посылок, если такое использование подвергает опасности людей;
- 3) захват воздушных судов [2].

В России понятие терроризма дано в ст. 3 Федерального закона «О противодействии терроризму» от 06 марта 2006 года № 35-ФЗ. Под терроризмом понимается «идеология насилия и практика воздействия на принятие решения органами государственной власти, органами местного самоуправления или международными организациями, связанные с устрашением населения и (или) иными формами противоправных насильственных действий»; под террористическим актом – «совершение взрыва, поджога или иных действий, устрашающих население и создающих опасность гибели человека, причинения значительного имущественного ущерба либо наступления иных тяжких последствий, в целях дестабилизации деятельности органов власти или международных организаций либо воздействия на принятие ими решений, а также угроза совершения указанных действий в тех же целях» [3]. То же самое понятие террористического акта дано в ст. 205 УК РФ (в ред. Федерального закона от 27 июля 2006 года № 153-ФЗ) [4].

Согласно закону, под терроризмом понимается не только практика насильственного давления на органы власти и международные организации, но и «идеология насилия», определение которой не дано в законе, что может привести к тому, что под ней будут понимать любую идеологию неповиновения властям.

Следовательно, нужно также выработать определение понятия «идеология насилия», для того, чтобы избежать свободной интерпретации закона. Представляется, что под идеологией насилия следует понимать любое учение, концепцию, доктрину, в основе которой лежит агрессивно-пренебрежительное отношение к личности, различным

социальным группам, государству.

Понятий терроризма множество (до 200), многие из них были определены западными учеными, внесшими большой вклад в террологию своими работами по психологии, философии, криминалистической и криминологической характеристике терроризма, предупреждению терроризма. Но, к сожалению, ни ученые, ни мировое сообщество, несмотря на глубокое понимание данного явления, до сих пор не выработали единого понятия терроризма, которое стало бы классическим.

Понятие терроризм охватывает большой круг аспектов: это не только преступное деяние, но и создание, и деятельность террористических групп и организаций, разработка и распространение террористических доктрин, а также самые разнообразные оттенки насилия.

Разработка понятия терроризма – одна из самых сложных проблем мировой науки и практики борьбы с преступностью.

«Это явление окутано философскими, религиозными, психологическими проблемами, связано с историческими процессами и традициями в жизни наций, религий и государств» [5].

Видный криминолог А.Э. Жалинский справедливо замечает, что «правовое понятие терроризма должно быть много уже философского и социально-политического, поэтому главным в его анализе должны быть: оценка насилия, анализ целей, характеристика возможных субъектов и оценка его последствий» [6].

Наиболее сложным является разграничение терроризма от национально-освободительных движений, прикрывающихся положением Устава ООН о праве наций на самоопределение. В данном случае Л.А. Моджорян справедливо замечает, что «здесь происходит смешение целей национально-освободительного движения и методов их достижения. Во всех международных правовых актах подчеркивается, что социально-политическое и национально-освободительное движение должно вестись переговорными, парламентскими, политическими, а не террористическими средствами» [7; 8].

Решение проблемы выработки единого понятия терроризма и мер борьбы с ним «сталкивается и с коллизией права: внутренних концепций, правовой традиции и «международной вежливости». Так, внутри законодательные определения терроризма ряда государств существенно различаются между собой, кроме того, они не всегда соответствуют международно-правовым актам по терроризму и выработанным ими понятиям» [5].

Отечественными и зарубежными исследователями терроризма предлагаются разнообразные варианты построения определения понятия терроризм, которые должны, как справедливо отмечает Г.В. Овчинникова, отражать как концептуальные аспекты, так и понятийные [5]. Предлагается в определение терроризма включить понятия: «использование силы», «вовлечение случайных людей», «ни в чем не повинные жертвы преступлений», «любые действия, не санкционированные законом, которые вызывают страх и ужас среди широких слоев населения», «использование вооруженных сил, если оно не опирается на нормы международного права» [9], «насилие, связанное с действиями оппозиции к власти по политическим мотивам», связать определение терроризма со способами насилия – использование оружия, взрывов, поджогов и т. д. [5]

В.П. Емельянов считает, что определяющим при выработке понятия терроризм будет понятие терроризма как преступного деяния [10]. Это замечание справедливо, так как если будут определены все черты терроризма, как преступления, легче будет делать вывод о признании той или иной доктрины, насилия, группы или организации террористическими.

Законодательства различных государств также по-разному определяют круг противоправных деяний, входящих в понятие «терроризм». В УК Грузии террористические преступления помещены в отдельную главу XXXVIII «Терроризм», куда входят не только преступления террористической направленности «внутригосударственного характера», но и нападение на лиц или учреждения, пользующиеся международной защитой (ст. 326 УК Грузии). Аналогичное деяние в УК РФ относится к преступлениям против мира и безопасности человечества.

Статья 323 УК Грузии, предусматривающая ответственность за террористический акт, в качестве объекта посягательств выделяет не только общественную безопасность, но и стратегические, политические или экономические интересы государства [11].

Терроризм по законодательству Турции, согласно ст. 1 закона № 3713 «О борьбе с терроризмом», принятого в апреле 1991 года, означает «различного рода деятельность, проводимую одним человеком или группой лиц, являющихся членами организаций, которые при помощи одного из методов налета, насилия, сильного запугивания, пыток или угроз ставят своей целью изменение политического, правового, социального, светского и экономического устройства, закрепленных в Конституции республики, подрыв государственных начал, национальной и государственной целостности, создание опасности для существования государства и республики, подрыв авторитета государства (уничтожение или захват власти), нарушение основных прав и свобод, причинение вреда общественному строю или общественному здоровью» [1].

В Казахстане в ст. 1 закона от 13 июля 1999 года «О борьбе с терроризмом» терроризм определяется как «противоправное уголовно наказуемое деяние, совершенное для подрыва безопасности государства, оказания воздействия на принятие государственными органами решений и достижения иных террористических целей путем: уничтожения (повреждения) или угрозы уничтожения (повреждения) стратегических и жизненно важных объектов и коммуникаций государства, системы жизнеобеспечения населения, имущества и других материальных объектов; посягательства на жизнь государственного или общественного деятеля, совершенного для прекращения его государственной или иной политической деятельности либо из мести за такую деятельность; нападения на представителя иностранного государства или сотрудника международной организации, пользующегося международной защитой, а равно на служебные помещения либо транспортные средства лиц, пользующихся международной защитой; насилия или угрозы применения насилия в отношении физических лиц; захвата или удержания лица в качестве заложника; иных деяний, подпадающих под понятие «террористических» в соответствии с УК Республики Казахстан, а также общепризнанными международными правовыми актами, направленными на борьбу с терроризмом» [12].

УК Армении предусматривает ответственность за собственно (внутренний) терроризм [ст. 217], международный терроризм [ст. 389], а также за преступления террористической направленности [ст. 388] «Террористическая акция против представителя иностранного государства или международной организации», [ст. 396] «Нападение на лиц или учреждение, пользующихся международной защитой», [ст. 218] «Захват заложника», [ст. 219] «Захват зданий, строений, средств транспорта, сообщения или связи»).

Согласно [ст. 217] терроризм – это совершение или угроза совершения взрыва, поджога или иных действий, создающих опасность гибели людей, причинения значительного имущественного ущерба либо наступления иных общественно опасных последствий, если они совершены в целях нарушения общественной безопасности, устрашения населения либо оказания воздействия на принятие решения государственным органом или должностным лицом или на выполнение иного незаконного требования виновного [13].

В Перу понятие «терроризм» в уголовном законодательстве приближено к понятию «измена родине».

В Израиле предусмотрена ответственность и за психологический терроризм, то есть за распространение заведомо ложной информации, слухов, с целью посеять панику и страх.

Видный криминолог А.И. Долгова считает, что «терроризм – это совершение общественно опасных деяний в отношении жизни, здоровья людей, прав и законных интересов различных субъектов ради принуждения третьей стороны к принятию требуемых террористами решений» [14; 15]. В данном определении понятия ничего не говорится о насилии, как о форме совершения таких общественно опасных деяний.

Требования террористов зависят от того, за что они борются, от вида терроризма, его направленности. Например, если речь идет о религиозном терроризме, то в данном случае могут быть требования утвердить свою религию как господствующую, либо заставить признать свои религиозные взгляды, ослабить влияние другой религии. Такой вид терроризма распространен в Индии, Пакистане, на Северном Кавказе. Если мы говорим о националистическом терроризме, то требованиями террористов могут быть создание какой-либо нацией, народом своего самостоятельного государства, утверждение своей нации как главенствующей в государстве, имеющей больше прав по сравнению с иными нациями, а иногда и вытеснение другой нации с захватом ее земель. Примеры националистического направления терроризма – Страна Басков в Испании, Северная Ирландия в Великобритании, чеченский терроризм и сепаратизм. Требования террористов «идеалистической» направленности касаются идей «переустройства мира или государства». Требования террористов направлены органам власти, международным организациям, общественным объединениям.

Все вышеперечисленное говорит о различных подходах к определению терроризма.

По нашему мнению, терроризм – это отрицательное особо опасное социально-правовое явление, включающее в себя пять взаимосвязанных элементов:

- преступное деяние, посягающее на безопасность общества, государства, организаций, институтов гражданского общества, а также создающее дестабилизацию нормального функционирования органов власти, международных организаций, оказывающее деструктивное воздействие на международные отношения и отношения между различными социальными группами путем угроз и насилия;

- само насилие в разнообразных его проявлениях, совершение взрывов, поджогов и иных действий, создающих опасность гибели человека и причинения значительного вреда законным интересам граждан, государства, международного сообщества, различных социальных институтов;

- многообразная деятельность террористических групп, организаций, отдельных террористов, направленная на достижение вышеуказанных целей путем совершения взрывов, поджогов и иных насильственных действий, а также при помощи запугивания и угроз такими действиями;

- деятельность вышеназванных субъектов, направленная на разработку и распространение террористических и экстремистских концепций, учений и доктрин;

- сама идеология насилия, террористические и экстремистские концепции, учения и доктрины.

Терроризму и террору присущи:

1. Тенденция к росту в мировом масштабе, о чем можно сделать вывод в связи с нестабильной международной обстановкой, антитеррористическими операциями в Ираке и Сирии, появлением новых террористических организаций и усилением деятельности старых (например, разветвленная деятельность ИГИЛ).

2. Неимоверная жестокость (террористические акты сопровождаются, заведомо для террориста, причинением жертвам крайне мучительных страданий как физических, так и психических, часто способами, вызывающими гибель большого количества людей, нанесением тяжелых травм и повреждений, провоцированием опасных заболеваний, деяния террористов сопровождаются изуверством с крайним фанатизмом во взглядах).

Можно условно выделить следующие типы жестокости при совершении террористического акта, справедливо отмеченные О.Д. Ситковской (следует отметить то, что совершение террористического акта может состоять из нескольких этапов, и поэтому действия террористов могут включать несколько видов жестокости, которая не всегда может отличаться неимоверностью, а быть таковой лишь на определенных этапах, например, при непосредственном совершении взрыва):

- импульсивная жестокость (непосредственная реакция на ситуацию, связанная с эмоциональной несдержанностью);

- инструментальная жестокость (использование жестокости в отношении потерпевшего в качестве средства достижения преступной цели);
- «вынужденная» жестокость как результат подчинения требованиям или даже угрозам лидера группы, стремящегося создать обстановку круговой поруки;
- жестокость, как результат групповой солидарности, реализующей стремление сохранить или повысить свой престиж в группе (в определенном смысле можно говорить, что это разновидность инструментальной жестокости, но в этих случаях субъект ориентирован на достижение с ее помощью не преступной, а иной лично значимой цели);
- жестокость, как основной мотив и цель преступного деяния: реализация деструктивного способа самоутверждения, садизм, враждебная агрессивность к окружающему [16].

Мишель Монтень так говорит о невероятной жестокости: «Мне приходится жить в такое время, когда вокруг нас хоть отбавляй примеров невероятной жестокости, вызванных разложением, порожденным нашими гражданскими войнами; в старинных летописях мы не найдем рассказов о более страшных вещах, чем те, что творятся сейчас у нас каждодневно.... Я не в состоянии был поверить, пока не увидел сам, что существуют такие чудовища в образе людей, которые готовы убивать ради удовольствия, доставляемого им убийством, которые рады рубить и кропать на части тела других людей и изощряться в придумывании пыток и смертей; при этом они не получают от этого никаких выгод и не питают вражды к своим жертвам, а поступают так только ради того, чтобы насладиться приятным для них зрелищем умирающего в муках человека, чтобы слышать его жалобные стоны и вопли. Вот поистине вершина, которую может достигнуть жестокость: *Ut homo hominem non iratus, non timens, tantum spectaturus, occidat*» (Человек, не побуждаемый ни гневом, ни страхом, убивал другого, только чтобы полюбоваться этим) [17].

3. Гибкость тактики и стратегии, ее детальная продуманность (террористические акты отличаются продуманностью деталей, тщательным планированием места, времени, предусматриванием большого количества людей, резонансности события, например, теракты, жертвами которых становятся дети).

4. Развитая система наблюдения за нужными объектами и не менее развитая система контрнаблюдения (террористы для этих целей совершенствуются в техническом плане, следят за развитием новых технологий, рассматривают все возможные каналы наблюдений и взаимодействий).

5. Бескомпромиссность (террористы обычно не идут на уступки пока не будут выполнены их требования).

6. Беспринципность по принципу «цель оправдывает средства» (террористы не всегда придерживаются тех взглядов, которые проповедают, а достижение своих целей они ставят выше своих религиозных, политических, идеологических принципов даже если фанатично им преданы; в своих действиях они покушаются порой на самых незащищенных членов общества, например, на детей, могут проводить теракты в памятные для жертв даты или в местах, которые являются неприкосновенными и священными для людей, например, храмы, кладбища и т.д.).

7. Желание оказать воздействие на органы власти, международные организации; стремление посеять страх, панику, чувство незащищенности; в некоторых случаях желание получить широкую общественную огласку, самоутвердиться (так, Ш. Басаев при нападении на Буденовск просил организовать для него пресс-конференцию); стремление нарушить общественный порядок и общественную безопасность, разрушить государственный строй, нанести ущерб демократическим и прогрессивным образованиям, ухудшить или посеять непримиримую вражду между странами, группами стран, нациями, народами, религиозными конфессиями; некоторая эффективность при реализации поставленных целей (террор вызывает страх в обществе, заставляя власть идти на уступки).

8. Еще, что не менее важно, террористы уверены в правоте своих действий, считая свою точку зрения истиной в последней инстанции.

Согласно утвержденной 5 октября 2009 года Президентом РФ Концепции противодействия терроризму в Российской Федерации основными тенденциями современного терроризма являются:

- а) увеличение количества террористических актов и пострадавших от них лиц;
- б) расширение географии терроризма, интернациональный характер террористических организаций, использование международными террористическими организациями этнорелигиозного фактора;
- в) усиление взаимного влияния различных внутренних и внешних социальных, политических, экономических и иных факторов на возникновение и распространение терроризма;
- г) повышение уровня организованности террористической деятельности, создание крупных террористических формирований с развитой инфраструктурой;
- д) усиление взаимосвязи терроризма и организованной преступности, в том числе транснациональной;
- е) повышение уровня финансирования террористической деятельности и материально-технической оснащенности террористических организаций;
- ж) стремление субъектов террористической деятельности завладеть оружием массового поражения;
- з) попытки использования терроризма как инструмента вмешательства во внутренние дела государств;
- и) разработка новых и совершенствование существующих форм и методов террористической деятельности, направленных на увеличение масштабов последствий террористических актов и количества пострадавших [18].

Современный терроризм обладает и другими негативными тенденциями, о которых уже упоминалось выше, такими как тесная связь с наркобизнесом, торговлей людьми, проституцией, рабством, коррупцией и т.д.

Например, Хашим Тачи – лидер «Демократической партии Косово» был главным организатором террористической организации «Армия освобождения Косово» и поддерживает активные связи с Али Ахмети, командиром «Национальной армии освобождения» в Македонии, и так называемой «Группировкой Дреница», которая контролирует 10–15% криминального бизнеса в Косово. Прежде всего, это контрабанда оружия, торговля краденными автомобилями, торговля горючим и сигаретами. Некоторые источники указывают, что Х. Тачи контролирует проституцию, контрабанду наркотиков и оружия. Получаемые от этого деньги Х. Тачи использует для своих политических кампаний и финансирования террористических групп, используемых для различных целей [19].

Боевики ИГИЛ используют сексуальное насилие как «средство террора» против представителей религиозных, этнических и сексуальных меньшинств, а также похищают, насилуют и продают в рабство иракских девочек и женщин. На территориях, подконтрольных группировке, работают самые настоящие рабовладельческие рынки. Террористы не только наживаются на секс-рабынях, они используют их для привлечения новичков в свои ряды: при вербовке новых боевиков руководство ИГИЛ обещает им женщин, террористы похищают девочек, а потом требуют выкупа у их родственников или продают их в сексуальное рабство, а женщин возят по лагерям боевиков и заставляют заниматься проституцией [20]. Журналист Рукмини Каллимачи говорит о том, что боевики ИГИЛ используют свою веру, чтобы оправдать захват женщин и девочек в сексуальное рабство. Езидские девочки подробно рассказали о том, как их насильовали их хозяева из ИГИЛ, которые, по словам жертв, молились до и после каждого эпизода. Э. Холл указывает, что эти ужасные порядки защищают официальные пропагандистские издания ИГИЛ, а также пользователи социальных сетей, называющие себя членами группировки. В майском выпуске официального журнала ИГИЛ – Dabiq опубликована статья, в которой

утверждается, что половой акт с рабыней не является изнасилованием и рабство допустимо, так как Саби (захват рабов на войне) – великая пророческая сунна, в изобилии содержащая божественную мудрость и религиозную пользу. При сравнении сексуального рабства с проституцией первое из этих явлений превозносится, а второе – безоговорочно порицается [21]. Распространение получил - , основывающийся на понятии о временном браке, разрешающем находиться в брачных отношениях один день (среди суннитов запрещен и рассматривается как форма прелюбодеяния). Мусульманки-суннитки добровольно или чаще всего посредством обмана отправляются к исламистским боевикам для оказания им услуг сексуального характера, обычно против воли женщин с целью рождения детей боевикам, которых будут воспитывать в духе радикального ислама для подготовки к «войне с неверными».

В настоящее время появляются новые разновидности терроризма (например, кибертерроризм, наркотерроризм, терроризм под эгидой защиты прав человека и т.д.).

Нами предложено собственное определение понятия «кибертерроризм». Под кибертерроризмом мы понимаем противоправное действие, направленное против компьютерных систем и сетей либо на рассылку сообщений или публикацию в сети информации, содержащих в себе экстремистское содержание либо террористическую пропаганду или публичное оправдание терроризма или террористической деятельности, а также ложные сообщения, касающиеся военных действий, контртеррористических операций либо угроз безопасности.

Наркотерроризм можно рассмотреть в трех аспектах:

- получение доходов террористическими группировками и организациями от транспортировки и продажи наркотиков;

- использование наркотических и психотропных средств для воздействия:

- а) на исполнителей теракта или членов террористической группы или организации для коррекции их поведения, психологической обработки;

- б) на жертв террористического нападения:

- для причинения вреда здоровью или убийства;

- для коррекции их поведения и подавления сопротивления при совершении теракта.

Интересно было бы выделить такой вид терроризма как терроризм под предлогом защиты прав человека либо прав животных. Деятельность правозащитных организаций имеет законный характер, направлена на обеспечение прав человека или животных, защиту их от противоправных посягательств, нарушения прав, жесткого обращения. Данные проблемы действительно стоят остро, и соответствующие меры в данной области несомненно нужны. Но когда защитники прав и их сторонники в своей пропаганде говорят о насилии над людьми, несоблюдающими права либо придерживающимися иной точки зрения, то это уже террористическая деятельность. Особенно стремительно такая пропаганда насилия разворачивается в социальных сетях, на форумах в сети Интернет.

Несмотря на большое разнообразие в оценках данного социально-правового феномена, крайнюю политизированность подходов к тому, что скрывает в себе терроризм, нам удалось выработать такое понятие, которое, на наш взгляд, наиболее полно раскрывает сущность данного явления, представляющего реальную угрозу национальной и мировой безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1.Терроризм. Борьба и проблемы противодействия/под ред. В.Я. Кикотя. – Москва: ЮНИТИ, 2004. – 592 с.

2. Европейская конвенция о борьбе с терроризмом от 27 января 1977 года [вступила в силу 4 августа 1978 г.] – [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow_DocumID_33370.html – 14.01.2016.
3. Российская Федерация. Законы. О противодействии терроризму: федер. закон: [принят 26 февраля 2006 г., вступил в силу 06 марта 2006 г. № 35] – [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.base.garant.ru/12145408/#text - 14.01.2016.
4. Российская Федерация. Законы. Уголовный кодекс Российской Федерации: федер. закон: [принят 24 мая 1996 г., вступил в силу 13 июня 1996 г. № 63] – [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699/43942021d9206af7a0c78b6f65ba3665db940264 - 14.01.2016.
5. Овчинникова, Г.В. Терроризм: серия «Современные стандарты в уголовном праве и уголовном процессе» / Г.В. Овчинникова науч. редактор проф. Б.В. Волженкин. – Санкт-Петербург, 1998. – 36 с.
6. Терроризм: психологические корни и правовые оценки. Круглый стол // Государство и право. – 1995. – № 4. – С. 27-31.
7. Моджорян, Л.А. Терроризм и национально-освободительные движения / Л.А. Моджорян // Государство и право. – 2002. – №3. – С. 82-83.
8. Федянин, В.Ю. Проблемы выработки универсального понятия терроризма / В.Ю. Федянин // Московский журнал международного права. – 1998. – № 1. – С.17-19.
9. Rubin, A. Current legal approaches to international terrorism: difficulties of legal control // Terrorism and political violence: limits and possibilities of legal control/ ed. by Н. Н. Han. – New York, London, Rome, 1993. – P. 213-223.
10. Емельянов, В.П. Терроризм и преступления с признаками терроризирования: уголовно-правовое исследование / В.П. Емельянов. – Санкт-Петербург: Юридический центр Пресс, 2002. – 291 с.
11. Грузия. Законы. Уголовный кодекс: [принят 22 июля 1999 г. № 2287-вс] / Науч. ред. З.К. Бигвава. Пер с грузинского И. Мериджанашвили. — Санкт-Петербург: Издательство Юридический центр Пресс, 2002. — 409 с.
12. Республика Казахстан. Законы. О борьбе с терроризмом: закон: [принят 13 июля 1999 г.] [Электронный ресурс] — Режим доступа: kr.kazpravda.kz/c/1008073002 — 30.01.2015.
13. Республика Армения. Законы. Уголовный кодекс: [принят 18 апреля 2003 г.] [электронный ресурс] – режим доступа: www.parliament.am/legislation.php?sel=show&id=1349&lang=rus-14a#14a – 30.01.2015.
14. Долгова, А.И. системные аспекты терроризма и борьбы с ним /А.И. Долгова // терроризм в России и проблемы системного реагирования. – Москва: Российская криминологическая ассоциация, 2004. – 192 с.
15. Долгова, А.И. Терроризм и организованная преступность /А.И. Долгова // Организованный терроризм и организованная преступность. – Москва: Российская криминологическая ассоциация, 2002. – 302 с.
16. Ситковская, О.Д. Психология жестокости и вандализма// Проблемы обеспечения личной безопасности граждан. Труды Академии МВД России. – Москва: Академия МВД России, 1995. – С. 54-59.
17. Монтень, М. Опыты: В 3-х кн. Кн. 2. / М. Монтень. – Москва: Голос, 1992. – 99 с.
18. Концепция противодействия терроризму в Российской Федерации (утв. Президентом РФ 05 октября 2009 г.) // Рос. газ. – 2009. – 20 октября.
19. Террористическая республика Косово [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.srpska.ru/article.php?nid=904 – 14.01.2016.
20. Сексуальное насилие в ИГИЛ: Женщин берут по лагерям боевиков и заставляют заниматься проституцией [Электронный ресурс] – Режим доступа: 1news.az/world/20151126112412763.html –14.01.2016.
21. Вот как члены ИГИЛ оправдывают сексуальное рабство [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.inopressa.ru/article/26aug2015/buzzfeed/slavery – 14.01.2016.

Ключевые слова: терроризм, насилие, определение понятия, террористический акт.

Сведения об авторах:

Панфилов Иван Павлович, кандидат юридических наук, доцент, заведующий кафедрой уголовного права, уголовного процесса и криминалистики Липецкого государственного технического университета.

Лебедева Ирина Николаевна, ассистент кафедры уголовного права, уголовного процесса и криминалистики Липецкого государственного технического университета.

E-mail: lady.lebedeva.in@yandex.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК 343.9.018.3

ВИКТИМОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ПРОФИЛАКТИКИ ПРЕСТУПЛЕНИЙ

Липецкий государственный технический университет

Н.Е. Гридчина, А.Е. Любивая

В статье обосновывается необходимость профилактики виктимности граждан. Виктимность рассматривается в двух аспектах: как определенное поведение потерпевшего, послужившее катализатором криминогенной ситуации, и как способность лица при определенных обстоятельствах или социальной роли становиться жертвой преступления. Приводятся различные ситуации из адвокатской практики, показывающие зависимость криминогенной ситуации от виктимного поведения потерпевшего.

Адвокатская практика показывает, что во многих случаях потерпевший (жертва преступления) ввиду своей неосмотрительности сам спровоцировал преступное посягательство, то есть проявил виктимное поведение

Понимание психологических особенностей виктимного поведения позволит проводить более эффективную профилактику, препятствующую совершению преступлений.

Базис по исследуемой проблеме заложен в трудах отечественных специалистов в области виктимологии – В.И. Полубинского, Д.В. Ривмана, Л.В. Франка.

Целью статьи является исследование теоретической и практической научной базы в области виктимности.

Объектом исследования являются виктимологические предпосылки совершения преступлений.

Предметом исследования являются поведенческие, ситуационные и социально-психологические особенности виктимности.

Методологической основой исследования является логический анализ имеющихся научных трудов по данной проблематике.

В настоящее время ввиду вооруженных конфликтов, экономического кризиса, политических изменений возросла психологическая напряженность между людьми. Каждый может оказаться в ситуации, которая способна спровоцировать преступление, поэтому, очень важна виктимологическая профилактика преступлений с целью защиты граждан от преступных посягательств.

Виктимология - учение о жертве преступления (в переводе с лат. «viktima» -жертва) – новое направление криминологии. Причем в научных кругах ведутся споры, считать ли виктимологию разделом криминологии, либо самостоятельной наукой, являющейся вспомогательной для уголовного права, уголовного процесса и криминологии.

Основными вопросами виктимологии являются вопросы о том, почему человек становится жертвой преступления и какие меры стоит предпринять, чтобы этой жертвой не стать.

Исследования в области виктимологии активно ведутся как в России, так и за рубежом. Следует разделять виктимность, то есть способность становиться жертвой преступления, как провоцирующее поведение жертвы, и виктимность как способность лица ввиду обстоятельств или социальной роли становиться жертвой преступления.

Виктимность как провоцирующее поведение жертвы может возникнуть в случае агрессивного поведения потерпевшего до совершения преступления, то есть, если жертва сама спровоцировала преступление вследствие антиобщественного, либо аморального поведения, либо вследствие оскорблений, угроз, деспотизма, клеветы.

Например: «Сотрудники по работе, зная о коммерческой тайне организации и имея сведения о злоупотреблении должностными полномочиями, в процессе совместной трудовой деятельности приобрели неприязненное отношение друг к другу. Возможно, это спровоцировало то, что гражданин А., однажды придя на работу, распространил недостоверные сведения о наличии у гражданина Б. заболевания, опасного для окружающих, а именно Гепатита Б-С. В связи с этим, в трудовом коллективе возникла ситуация игнорирования гражданина Б., который выяснил, что это связано с его предполагаемой болезнью, о которой было известно всем в коллективе кроме него самого. Гражданин Б. узнал от третьего лица, что гражданин А. рассказал присутствующим трем членам коллектива одновременно о том, что с гражданином Б. общаться опасно, так как он болен. Гражданин Б. в присутствии коллег предложил гражданину А. извиниться, предоставил результаты клинического исследования крови и попросил за них заплатить. Гражданин А. ответил категорическим отказом. Тогда гражданин Б. обратился в суд с заявлением в порядке частного обвинения с требованием привлечь гражданина А. к уголовной ответственности по статье 128¹ УК РФ «Клевета» [2,с.59]. При этом гражданин Б. был предупрежден об ответственности за ложный донос по статье 306 УК РФ [2,с.201]. Однако гражданин А. начал шантажировать гражданина Б. информацией коммерческого свойства с угрозами ее распространения через систему ОВД. Оклеветанный заявитель оказался в ситуации, когда он должен был выбрать, либо шантажировать гражданина А., либо отказаться от заявления в мировой суд и нести ответственность за ложный донос, а возможно, продолжать поддерживать в клевете гражданина А. и не поддаваться шантажу. В итоге гражданин А. и гражданин Б. решили примириться в судебном заседании, в связи с этим уголовное преследование было прекращено. В дальнейшем гражданин А. и гражданин Б. продолжали работать вместе, но психологически гражданин А. находился в постоянном состоянии страха мести со стороны гражданина Б.»

Виктимным может являться надменное, высокомерное, самонадеянное, безрассудное поведение, а также жажда наживы, хвастовство, желание продемонстрировать материальную состоятельность, либо чрезмерная доверчивость.

К примеру: «Два друга Н. и К. покупали и перегоняли автомобили из-за границы в течение нескольких лет. За это время между друзьями сложились доверительные отношения, причем К. периодически жил в семье Н. из-за материальных трудностей и проблем в своей семье. Однажды К. попросил у Н. в долг без расписки крупную сумму денег на приобретение микроавтобуса, К. незамедлительно передал деньги Н. После покупки микроавтобуса, К. перестал общаться с Н., на просьбу Н. вернуть деньги ответил отказом. Н. в компании приятелей решил вернуть деньги с применением физической силы. В результате Н. был привлечен к уголовной ответственности по статье вымогательство по п.п. а), в) в ч. 2 ст.163 [2,с.85-86]. УК РФ, и был наказан лишением свободы на срок 6 лет.

Проявление виктимности возможно и в бытовой семейной ситуации.

К примеру: «Муж в течение нескольких лет, из-за проблем на работе, желая психологически и физически подавить свою жену, постоянно её избивал, проявляя крайний деспотизм и садизм. Насилие особенно учащалось на фоне принятия спиртных напитков. В процессе следствия было установлено, что женщина неоднократно попадала в больницу, перенесла операцию по удалению селезенки, лишилась зубов. К уголовной ответственности мужа привлекать боялась, мотивируя это страхом перед ним и боязнью осуждения со стороны детей и

знакомых. Во время очередной ссоры женщина взяла кухонный нож и нанесла 10 ножевых ранений в спину. Следствием был установлен физиологический аффект, так как женщина не помнила каким образом взяла нож и нанесла удары. То есть, произошла аккумуляция – накопление аффективных переживаний ввиду длительного подавления агрессивных реакций. Женщина была привлечена к уголовной ответственности по статье 107 УК РФ [2,с.48-49]].

Виктимность, как способность лица ввиду социальной роли становиться жертвой преступления, обусловлена качествами, присущими той или иной категории людей: женщинам, подросткам, детям, старшему поколению, людям определенных профессий, общественного или служебного положения, людям определенных национальностей или религий во время межэтнических конфликтов, иммигрантам и умственно неполноценным. Данной группе лиц следует быть особенно осмотрительными и стараться избегать ситуаций, которые потенциально могут быть криминогенными.

К примеру: «Двадцатилетняя женщина вышла за покупками к киоску в 3 часа ночи, в это время подъехал автомобиль с компанией незнакомых ей мужчин, которые стали вступать с ней разговор. Затем против воли посадили в автомобиль и увезли в квартиру, где находились и другие насильно удерживаемые женщины в возрасте от 20 до 37 лет. В течение нескольких дней мужчины совершали с женщинами насильственные действия сексуального характера. Были привлечены к уголовной ответственности по ст. 131, 132 УК РФ [2,с.60-61]].

Однако проявление виктимности может сыграть и положительную роль для сохранения жизни потерпевшего. Примером может служить «стокгольмский синдром» (термин возник после захвата заложников террористами в Стокгольме в 1973 году, ранее был описан А. Фрейдом как «идентификация с агрессором»). «Стокгольмский синдром» выражается в том, что жертвы на определенном этапе сочувствуют агрессорам, эмоционально переходят на их сторону и относятся враждебно к своим спасителям. Если заложников удастся освободить, то они могут в дальнейшем интересоваться судьбой террористов, просить о смягчении приговора, посещать в местах заключения.

При этом потерпевшие оправдывали свои действия надеждой на то, что агрессоры проявят снисхождения в случае выполнения всех требований. Замечено, что данный фактор является сплачивающим между террористами и заложниками в случае длительного совместного нахождения в закрытом пространстве.

Подобное психологическое состояние может возникнуть при внутрисемейном, бытовом, сексуальном насилии, когда жертвы начинают симпатизировать и сочувствовать агрессорам или отождествлять себя с ними.

Также идентификация с агрессором может проявляться при проведении следственных действий. Неоднократно возникали случаи, когда обвиняемый влюблялся в следователя, что могло повлечь за собой признание вины в том, что он не совершал. Мотивами здесь может выступить желание психологически облегчить дело и дать возможность следователю получить очередное звание, расположить к себе любой ценой.

Таким образом, приходим к следующим выводам:

1. Во многих случаях потерпевший сам провоцирует преступление, то есть проявляет виктимное поведение.
2. Виктимным может быть либо провоцирующее поведение жертвы, либо способность лица ввиду обстоятельств или социальной роли становиться жертвой преступления.
3. Гражданам, которые ввиду социальной роли обладают повышенной виктимностью, следует избегать ситуаций, которые могут быть потенциально криминогенными.
4. Виктимное поведение может выступать как механизм психологической защиты при террористических актах, семейном или бытовом насилии, а также при проведении следственных действий.

Понимание психологических особенностей виктимного поведения во многом связано с анализом отношений, которые складывались между преступником и потерпевшим до совершения преступления, а также с «вкладом» потерпевшего в формирование криминогенной ситуации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российская Федерация. Конституция. (1993 г.) // Рос. газ. - 1993.- 25 декабря. - № 237.
2. Российская Федерация. Законы. Уголовный кодекс Российской Федерации [Текст]: [федер.закон: принят Гос.Думой 24 мая 1996 г., по состоянию на 1 февр.2016 г.] // Собрание законодательства РФ. - 1996.- № 25

Ключевые слова: виктимность, виктимное поведение

Сведения об авторах

Гриджина Нелли Евгеньевна, кандидат юридических наук, заведующий кафедрой гражданского права, гражданского и арбитражного процесса Липецкого государственного технического университета.

Любивая Антонина Евгеньевна магистрант кафедры гражданского права, гражданского и арбитражного процесса Липецкого государственного технического университета.

E-mail: kaf-grajdprava@yandex.ru

Адрес: г.Липецк, ул. Московская , 30.

УДК 330

ОБЩИЕ И ОТДЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНВЕСТИРОВАНИЯ В ИННОВАЦИИ

Липецкий государственный технический университет

Е.Ю. Кузнецова, Е.В. Иода.

Достижение высоких конкурентных преимуществ и инновационного результата зависит от сбалансированности и взаимосвязи целей и задач инвестирования конкретных инновационных проектов, средств и практических приемов их реализации, объемов капиталовложений, соответствия потенциалов и организационных действий субъектов единого инвестиционно-инновационного процесса. В результате этого конкретные социально-экономические задачи взаимодействия элементов комплексной системы «инвестиции - инновации - человек - производство - рынок» будут реализовываться более эффективно и станут базовым условием формирования потенциала устойчивого развития реального сектора экономики. Инвестиции и инновации неразрывно связаны друг с другом в рамках сегодняшнего производственного процесса независимо от масштабов бизнеса. Вливание капитала в инновации преследует цели реализации новых технологических решений в деятельности компаний и предприятий. Однако необходимо понимать и то, что как бы ни был интересен проект с научной точки зрения или точки зрения развития производства, на первое место всегда ставится его рентабельность и получение в будущем прибыли.

Как и многие предприятия, малые инновационные предприятия (МИП) на начальной стадии своего развития сталкиваются с проблемой финансирования, то есть необходимостью привлечения инвесторов. Существует ряд особенностей, благодаря которым малые инновационные предприятия становятся потенциальным объектом для инвестирования.

Развитие малых инновационных предприятий довольно трудно спрогнозировать, так как их деятельность связана с реализацией одного или нескольких инновационных проектов, вследствие чего требует периодической переоценки и пересмотра на различных этапах инновационного процесса и в многочисленных контрольных точках.

Высокая рентабельность инвестиций при длительном сроке окупаемости является характерной особенностью для малых инновационных предприятий. Сроки окупаемости зависят от степени завершения исследований и опытных работ, прохождения этапа опытного производства, что является необходимым условием при создании инновационного продукта. Следовательно, инвесторам выгоднее вкладывать свои средства в уже успешно развивающееся инновационное предприятие, чем в традиционные активы. Такой подход характерен для многих развитых стран Европы, США и Японии, где успешный технологический старт является примером и эталоном удачного вложения капитала. В России пока еще не наблюдается такого рода активность инвесторов по отношению к высокотехнологичным производствам.

Для современной России приоритетным субъектом государственной поддержки сегодня являются малые инновационные предприятия. Для содействия инновационной деятельности разрабатываются различные программы как на федеральном, так и на региональном уровнях. Отсюда следует, что за счет использования эффективной государственной поддержки присущие малым инновационным предприятиям риски могут быть хеджированы. Кроме того, инвесторам могут быть предоставлены различные преимущества или льготы.

Вложения в МИП (особенно на ранних стадиях развития) предполагают значительные технические и коммерческие риски. Примером технического риска в традиционном бизнесе может быть поломка производственной линии, в результате чего срывается поставка продукции покупателю. В инновационном бизнесе в данном случае запланированный продукт может быть вообще еще не разработан (например, в ходе НИОКР достижение запланированных параметров оказалось невозможным). Для коммерческих рисков характерно то, что конкуренция в научно-технической сфере имеет свою специфику: она более жёсткая, в ней могут быть применены приемы патентного блокирования, переманивание носителей ноу-хау, попытки копирования проектов через различные источники.

Существуют критерии, определяющие успешность МИП. Для традиционного бизнеса – строительство, производство, финансы – главным критерием успеха являются финансовые показатели. Для малых инновационных предприятий не менее важными характеристиками являются: уровень научной новизны разработки, степень завершенности НИОКР, патентная чистота, уровень защиты интеллектуальной собственности, соответствие деятельности приоритетным направлениям технологий в стране, адекватность бизнес-модели по коммерциализации внедряемого новшества.

Один из главных вопросов при необходимости привлечения инвестиций в инновационный бизнес: - Какие же технологии использовать? В данном контексте наибольшее внимание заслуживает такой технологический механизм, как прямые частные инвестиции. Однако для условий России это тесно связано с законодательной инициативой по улучшению правовой среды для прямых частных инвестиций.

В роли прямых инвесторов могут выступать как физические, так и юридические лица. В соответствии с общеизвестной международной классификацией иностранных инвестиций, к прямым инвестициям относятся вложения, в результате которых инвестор получает долю в уставном капитале предприятия не менее 10%. В качестве инвестора — юридического лица в России выступают паевые инвестиционные фонды (ПИФы). Существуют инвестиционные фонды недвижимости, фонды денежного рынка, фонды облигаций, фонды акций, индексные фонды, фонды роста и др. При инвестировании в инновационный бизнес, прежде всего, анализируются фонды прямых инвестиций, которые инвестируют средства как в публичные, так и непубличные компании (ЗАО, ООО).

Основной целью прямого инвестирования является приумножение вложенных средств в инвестиционный проект при выходе из данного проекта. Объем средств, находящихся под управлением работающих на российском рынке фондов прямых инвестиций, составляет, по разным оценкам, 8 — 10 млрд долл. Однако, несмотря на положительную динамику, их объем уступает показателям зарубежных стран [1].

Другой технологией инвестирования в инновационный бизнес являются венчурные фонды. Венчурные инвестиции – это вложение денежных средств, представляющих собой акционерный капитал, в перспективные быстроразвивающиеся предприятия. Такие инвестиции являются одной из форм внедрения технологических новшеств. В настоящее время, в ситуации кризиса на рынке ценных бумаг, растет внимание к данному виду бизнеса.

Венчурные фонды в России стали создаваться в начале 1994 г. по инициативе Европейского банка реконструкции и развития. Уже достаточно долго на российском рынке работают такие фонды, как EBRD, TURIF, SEAF, Framlington. Конечно, венчурным фондам трудно работать в России из-за недостаточности объема законодательных актов, способных стимулировать этот очень важный для развития экономики промышленного государства вид деятельности. [3]

Венчурная индустрия в российской среде сталкивается с определёнными трудностями:

- венчурный капитал все еще находится на начальной стадии развития;
- отсутствие специальных налоговых режимов для венчурного бизнеса;
- низкая информированность о рынке, его участниках, возможностях и статистике;

- дефицит квалифицированных кадров;
- неразвитая инфраструктура;
- неблагоприятная бизнес-среда;
- отсутствие интереса со стороны потенциальных инвесторов к предлагаемой государством модели венчурного бизнеса.

Совсем не обязательно создавать специальное законодательство по венчурному бизнесу, не во всех странах оно есть, но во всех странах существуют другие элементы гражданского, финансового законодательства, позволяющие венчурному бизнесу успешно развиваться. Поэтому, возможно, в России придется усилить законодательную базу для развития сектора венчурной деятельности, используя (хотя бы за образец) законодательство о паевых фондах.

Еще одна технология инвестирования — привлечение институциональных инвесторов. Участие пенсионных фондов и страховых компаний в формировании технологии прямых и венчурных инвестиций является индикатором зрелости финансового рынка.

Иной технологии вхождения в инновационный бизнес придерживаются содружества бизнес-ангелов. Это технология инвестирования на ранних стадиях в перспективный бизнес. В России существует Национальное содружество бизнес-ангелов (СБАР). Насколько успешно оно будет функционировать на российском рынке, покажет время. Сейчас бизнес-ангелы в нашей стране делают лишь первые шаги. По оценкам специалистов Великобритании и США, объем инвестируемого бизнес-ангелами капитала в 2—5 раз больше, чем венчурными фондами; количество финансируемых бизнес-ангелами компаний в 30—40 раз превышает число компаний, финансируемых представителями формального венчурного капитала. В США насчитывается до 1 млн. бизнес-ангелов, в Европейском союзе — более 100 тыс., а количество потенциальных бизнес-ангелов превосходит число действующих в 3—4 раза. [2]

Итоговой направленностью любой инвестиционной деятельности является прирост капитала инвестора. В данном контексте не является исключением и сфера инноваций. Однако, в отличие от иных инвестиционных институтов, капиталовложение в инновации выгодно для инвесторов не только ввиду увеличения дохода, но и благодаря достижению иных, по своей природе «побочных», хотя и более важных целей. Они могут отличаться в зависимости от сферы деятельности и направления объекта инвестирования. Среди них экспертами выделяются:

- товарная инновации – получение качественно нового товара;
- техническая инновации – создание нового метода производства;
- рыночная инновации – создание новых рынков для сбыта услуг и товаров;
- маркетинговая инновации – создание новых поставщиков;
- социальная инновации – повышение уровня жизни;
- экологическая инновации – улучшение условий производства, пагубно влияющих на среду.

Что касается основных направлений и отраслей, популярных сегодня для вложения капитала в инновации, то, как оказалось, их не так уж и много. По подсчетам экспертов бесспорным лидером этого процесса считается направление высоких информационных технологий и инвестиции в интернет-проекты. Данная сфера занимает 50% всего мирового рынка инновационных инвестиций. После нее идет сфера биотехнологий, занимающая 30%. Все остальные отрасли существенно от них отстают, хотя являются не менее заманчивыми в перспективе. [3]

Что касается отечественных компаний, то тут ситуация выглядит несколько хуже. Чаще всего внедрение инновационных технологий в российских производствах осуществляется за счет их собственных средств, которых как всегда недостаточно. Привлечение средств извне имеет существенные проблемы, так как рынок капиталов РФ находится в глубоком упадке. Такие тенденции, естественно, пагубно влияют на состояние

экономики, результат мы можем сегодня наблюдать в полной мере. Еще одной огромной проблемой этого процесса является недалёковидность отечественных потенциальных инвесторов и их направленность исключительно на максимальную доходность своих инвестиций. Подобный подход губителен для сектора экономики [4].

Среди потенциально выгодных направлений в секторе инновационных инвестиций, помимо ИТ и биотехнологий, эксперты выделяют: машиностроение; ракетостроение; самолетостроение; информатизация; военная отрасль и производство оружия; космические программы и т.д.

Безусловно, инвестиции в инновации возможны только со стороны крупных инвесторов, далеко не всегда заостряющих внимание на иных, кроме получения прибыли, целях. Необходимо понимать, что только инновационным путем возможно достижение не только экономического, но и социального эффекта от инвестиций. Для мелких вкладчиков следует искать иные инструменты для приумножения своей прибыли (может быть более рискованные и менее затратные).

Государство должно активно участвовать в формировании рынка инноваций, выделяя деньги на государственные закупки и заказы инновационной продукции, а также прямо поддерживать инновационную деятельность, финансируя фундаментальные НИОКР. Одновременно на первых этапах развития индустрии государство должно выделять средства для формирования венчурных фондов, однако, не для замещения частного капитала, а для использования их в качестве катализатора для привлечения средств частных инвесторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гольцева, И. Привлечение инвестиций в малые инновационные предприятия с помощью биржевых механизмов [Текст] / И. Дементьев, И. Гольцева // Инвестиции. – 2010 – 225с.
2. Удальцова, Н.Л. Инвестиции в инновации [Текст] / Н.Л. Удальцова // Экономика и управление. – 2014 – 135 с.
3. Фатхутдинов, Р.А. Инновационный менеджмент [Текст] : учеб. пособие / Р.А. Фатхутдинов – Санкт-Петербург: Питер, 2009. – 348 с.
4. Цветкова, Е. Технологии привлечения инвестиций инновационными предприятиями малого и среднего бизнеса / Е. Цветкова // Научно-аналитическое издание по вопросам инфраструктуры российского рынка ценных бумаг - Депозитариум, 2008 – 173 с.

Ключевые слова: инновационное предприятие, инвестиции, риск, прямое инвестирование, венчурные фонды, финансирование инновационных проектов

Сведения об авторах:

Кузнецова Елена Юрьевна, аспирант экономического факультета Липецкого государственного технического университета.

Иода Елена Васильевна, профессор, доктор экономических наук, заведующий кафедрой финансов, налогообложения и бухгалтерского учета Липецкого государственного технического университета.

E-mail: tibrioda@yandex.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

ИННОВАЦИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ КАДРОВОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ СТРУКТУРЫ

Липецкий государственный технический университет

Е.В. Богомолова

Статья посвящена вопросам формирования конкурентоспособности кадровой составляющей положения предпринимательской структуры на рынке путем инновационных мероприятий по подготовке профессиональных работников. Главное внимание уделяется промышленно-образовательному кластеру.

Конкуренция - одно из важнейших условий развития как экономики в целом, так и предпринимательской структуры. Именно конкурентоспособность является необходимым и достаточным условием стабильного существования предпринимательской структуры. Поэтому перед предпринимательскими структурами стоит задача перманентной оценки собственной конкурентоспособности для своевременного реагирования как на негативные, так и на позитивные изменения бизнес-среды.

Под конкурентоспособностью предпринимательской структуры предлагается понимать относительное свойство хозяйствующего субъекта, определяемое путем сопоставления структур по ряду параметров; это относительная характеристика экономического объекта, способного более эффективно функционировать в условиях конкурентного рынка в сравнении с другими аналогичными предпринимательскими структурами в конкретных сегментах рынка в определенный момент времени, что обеспечивается всем комплексом имеющихся у предпринимательской структуры реальных и потенциальных возможностей и ресурсов.

Исследование широко известных методов оценки конкурентоспособности показало, что необходима методика оценки конкурентоспособности, которая бы:

- во-первых, была проста в использовании;
- во-вторых, для расчетов требовались бы данные по анализируемому предприятию;
- в-третьих, полученные результаты давали информацию о возможностях улучшения своих позиций и позволяли выявить источник для улучшения ситуации.

Источником для улучшения ситуации являются имеющиеся у предпринимательской структуры конкурентные преимущества, анализ которых предусматривает детальное изучение внешней среды, поиск собственных недостатков перед конкурентами, разработку успешных стратегий конкуренции и развитие достигнутых преимуществ.

Особенности и механизм формирования конкурентных преимуществ являются фундаментом обеспечения успеха предпринимательской деятельности.

Такое понятие «конкурентное преимущество» трактуется по-разному в зависимости от применяемого объекта. Системное изучение этих понятий предполагает иерархическую структуру, которая с точки зрения их превосходства над аналогичными конкурирующими объектами последовательно включает:

- оценку товара, оценку предпринимательской структуры (предприятия),
- оценку отрасли;
- оценку экономики.

Превосходство товаров на рынке определяется конкурентными преимуществами, то есть качеством товара, техническим уровнем товара, потребительскими свойствами товара, а также ценой товара, которую устанавливают продавцы. Помимо этого, влияние на успех товара оказывают преимущества, обеспечиваемые сервисным, гарантийным и послегарантийным обслуживанием, рекламой товара, имиджем товаропроизводителя и сложившейся ситуацией на рынке, связанной с колебаниями спроса на товар. Достижение

высокого уровня конкурентоспособности продукции позволяет судить о целесообразности производства этой продукции и, соответственно, о возникающих возможностях выгодной продажи этой продукции [1].

В широком смысле для обеспечения успешности предпринимательской структуры необходима систематическая работа на протяжении всего производственно-хозяйственного цикла, которая приводит к конкурентным преимуществам в области НИОКР, в области производства, в области управления, в области финансов и т.п. [2].

В современных условиях хозяйствования традиционно применяемые методы оценки конкурентоспособности направлены на определение места предпринимательской структуры во внешней бизнес-среде и не дают достаточно полной информации о состоянии ее внутренней бизнес-среды, об имеющихся у нее ресурсах и потенциале развития. Поэтому предлагается в качестве показателя оценки конкурентоспособности предпринимательской структуры использовать характеристику положения предпринимательской структуры на рынке (ППСР). Характеристика является комплексным показателем и объединяет в себе следующие составляющие:

1) потребительская составляющая рассматривается как база и сегмент рынка, на которых конкурирует данная предпринимательская структура, и как результат ее деятельности на определенном целевом сегменте рынка;

2) финансовая составляющая рассматривается как финансовая база экономических последствий предпринятых действий и является индикатором соответствия стратегии предпринимательской структуры, ее осуществления и воплощения общему плану усовершенствования предпринимательской структуры в целом, усиления конкурентоспособности предпринимательской структуры;

3) организационная составляющая определяет главные внутренние бизнес-процессы, которые следует довести до совершенства. Эта составляющая сосредоточена на внутренних технологических и управленческих процессах, от которых в огромной степени зависит удовлетворение клиентских потребностей и достижение финансовых целей предпринимательской структуры в целом;

4) производственно-технологическая составляющая рассматривается как постоянное совершенствование производства через материально-технические факторы, которые связаны с использованием новой техники, прогрессивных технологий, новых видов сырья и материалов;

5) кадровая составляющая определяет инфраструктуру, которую необходимо создать для обеспечения долговременного роста и совершенствования, подразумевает постоянное обучение и развитие персонала. Организационное обучение и карьерный рост имеют такие главные источники, как люди, организационные процедуры и системы. Кадровая составляющая представляет собой комплекс, включающий удовлетворение персонала, повышение квалификации персонала и учитывающий специфику характерных для данной деятельности навыков и умений, необходимых в новой конкурентной обстановке [3, с.184-185].

Проанализировав современные научные подходы обоснования показателей положения предпринимательской структуры на рынке (ППСР), для оценки кадровой составляющей были отобраны следующие показатели:

1. Темп прироста среднемесячной заработной платы персонала

$$K_{ЗП} = (ЗП_{отч}/ЗП_{баз}) - 1,$$

где $ЗП_{отч}$ – среднемесячная заработная плата персонала в отчетном периоде (руб.);

$ЗП_{баз}$ – среднемесячная заработная плата персонала в базисном периоде (руб.).

Данный показатель характеризует материальную мотивацию персонала.

2. Коэффициент роста инвестиций в подготовку персонала

$$K_{инв} = I_{отч}/I_{баз},$$

где $I_{отч}$ – инвестиции в подготовку персонала в отчетном периоде (руб.);

$I_{баз}$ – инвестиции в подготовку персонала в базисном периоде (руб.).

Данный показатель характеризует затраты в профессиональную подготовку персонала.

3. Коэффициент стабильности кадров

$$K_{\text{стаб}} = 1 - (P_{\text{ув}} / (P_{\text{с}} + P_{\text{п}})),$$

где $P_{\text{ув}}$ – численность работников, уволившихся с предприятия за отчетный период (чел.);

$P_{\text{с}}$ – среднесписочная численность работающих на данном предприятии в период, предшествующий отчетному периоду (чел.);

$P_{\text{п}}$ – численность вновь принятых за отчетный период работников (чел.).

Данный показатель характеризует кадровую политику предпринимательской структуры и, как следствие этого, удовлетворенность персонала условиями работы.

Возможности повышения уровня составляющих конкурентоспособности предпринимательской структуры, с помощью которых характеризуется ее положение на рынке, определяют внутренние и внешние факторы развития предпринимательской структуры, которые могут реализовываться не полностью и не одинаково, что создает предпосылки появления резервов.

Резервы конкурентоспособности предпринимательской структуры – неиспользованные возможности обеспечения конкурентоспособности (потенциальная конкурентоспособность) – определяются, прежде всего, внутренними факторами. К ним можно отнести ресурсы предприятия, которые включают в себя не только ресурсы в материальной или финансовой формах, но и персонал, состояние управления, маркетинговую составляющую, организацию производственного процесса и другие. Каждая предпринимательская структура обладает определенными неиспользованными ресурсами, от которых зависят резервы конкурентоспособности или потенциальная конкурентоспособность.

Резервы являются необходимым условием достижения ППСР определенного уровня и долговременных конкурентных преимуществ, конкурентоспособности и эффективного функционирования предпринимательской структуры.

Во всем многообразии понятий резервов, существующих в экономической литературе, выделим два основных:

- резервы как запасы, наличие которых необходимо для развития производства как на уровне любого предприятия, так и на макроэкономическом уровне (ресурсные резервы);

- резервы как неиспользованные возможности развития предпринимательских структур наиболее экономными методами. Назовем их «резервы конкурентоспособности». Именно эти резервы, обусловленные совершенствованием технологии, эффективностью использования сырья, материалов, техники, живого труда, умением максимально воспользоваться рыночной ситуацией и формальными условиями, наиболее интересны.

Таким образом, под резервами следует понимать неиспользованные возможности снижения текущих и авансовых затрат финансовых, материальных и трудовых ресурсов при достигнутом уровне производственных отношений и производительных сил.

Резервы как неиспользованные возможности повышения конкурентоспособности предпринимательской структуры возникают потому, что всегда имеется разрыв во времени между возникновением конкретных научно-технических достижений и их использованием в производственной практике. Источником возникновения этих возможностей является творческий потенциал человека, поступательное развитие науки и техники, передовой производственный опыт. Вместе с достижениями науки и передового опыта совершенствуются и развиваются процессы воспроизводства, технический и организационный потенциал производства, развиваются производительные силы общества. Этим создаются возможности для получения продукции с лучшими свойствами, предназначенными для удовлетворения потребителей, что приводит, в конечном счете, к повышению конкурентоспособности предпринимательской структуры в целом. Все это требует определенного времени и до тех пор, пока соответствующие достижения не будут использованы с целью улучшения, например, организации производства, они для данной

предпринимательской структуры будут неиспользованными возможностями, то есть резервами.

Непрерывное развитие науки приводит к тому, что взамен неиспользованных возможностей всегда появляются новые. Поэтому для обеспечения (повышения) конкурентоспособности предпринимательской структуры, главной задачей управления является поиск возможностей для ускорения использования появляющихся резервов, порождаемых передовым производственным опытом и научно-техническим прогрессом, потенциалом предпринимательской структуры.

Под резервами конкурентоспособности предпринимательской структуры предлагается понимать неиспользованные возможности развития предпринимательской структуры, обусловленные совершенствованием техники, технологии, снижением текущих и авансируемых затрат материальных, трудовых и финансовых ресурсов, умением максимально воспользоваться рыночной ситуацией и формальными условиями при данном уровне развития производительных сил и производственных отношений, возникающие из-за разрыва во времени между научно-техническими достижениями и их практическим использованием, и являющиеся необходимым условием достижения долговременных конкурентных преимуществ, конкурентоспособности и эффективного функционирования предпринимательской структуры [4, с.92].

Предпринимательским структурам необходимо не просто приспособлять имеющиеся резервы к требованиям внешней среды, но и активно изыскивать резервы, при использовании которых появляется возможность создать вокруг предпринимательской структуры такие взаимоотношения, когда положение предпринимательской структуры на рынке достигнет максимального уровня, обеспечив тем самым конкурентные преимущества в условиях снижения конкурентоспособности.

Для обеспечения необходимого уровня развития кадровой составляющей ППСР предполагается изыскивать резервы в сфере обучения и инноваций. Для оценки усилий в этом направлении можно ввести следующие показатели резервов конкурентоспособности предпринимательской структуры:

- доля прибыли, направленной на обучение и на повышение квалификации;
- информированность персонала;
- процент рабочих мест, заполненных за счет внутренних резервов.

Реализация резервов повышения уровня кадровой составляющей ППСР связана, в том числе, и с инновациями в совершенствовании персонала предпринимательской структуры.

Инновации могут быть направлены не только на совершенствование уже действующего персонала. Инновационный подход может быть применен и к подготовке потенциальных работников. Примером такой инновации может выступать промышленно-образовательный кластер (ПОК).

Под промышленно-образовательным кластером предлагаем понимать интеграционный механизм, позволяющий обеспечить интенсивное развитие образовательных структур и работодателей.

Цель промышленно-образовательного кластера – повышение качества профессиональной подготовки, удовлетворяющей текущую и перспективную потребность партнеров по кластеру в высокопрофессиональных специалистах.

К основным задачам можно отнести и системную профориентационную работу со школьниками, и усиление учебно-материальной базы образовательных учреждений, и практико-ориентированные образовательные программы, интегрированные под производство. К задачам, способствующим достижению вышеуказанной цели ПОК, можно отнести совершенствование преподавания предметов специального цикла и практического обучения, и повышение у студентов мотивации к освоению специальности.

Примером такого положительного решения проблемы подготовки профессиональных работников всех уровней для нужд металлургической промышленности может служить

функционирующий в Липецкой области промышленно-образовательный кластер металлургического типа, в состав которого вошли ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат», Липецкий политехнический техникум (ЛПТ), Липецкий металлургический колледж (ЛМК) и Липецкий государственный технический университет (ЛГТУ).

Проблема повышения уровня подготовки работников, необходимость удовлетворения потребности в квалифицированных рабочих кадрах, специалистах инженерного профиля, способных в кратчайшие сроки освоить новое оборудование, смежные профессии и специальности привело к профессиональной ориентации, проводимой совместно ПАО «НЛМК» с базовыми учебными заведениями, начиная с профориентационной работы в школе.

Комплекс профориентационных мероприятий направлен на формирование у школьников интереса к базовым учебным заведениям, на повышение престижа выбора технического профиля обучения. Раннее профессиональное самоопределение, поиск и воспитание одаренных школьников определяет непрерывную цепочку обучения «школа-профессиональное учреждение - производство».

Для повышения эффективности производства работодатель, как активный участник ПОК, формирует требования к практической подготовке выпускников, которые предполагают оптимальное сочетание теоретических знаний с глубоким погружением в технологический процесс, что создает синергетический эффект. Для удовлетворения этих требований в образовательных учреждениях ведется практико-ориентированная подготовка выпускников. Этот процесс длительный и затратный, но результативный [5, с.195-196].

ЛГТУ и ПАО «НЛМК» реализуют программу дополнительного профессионального обучения (ДПО), предусматривающую подготовку студентов старших курсов и магистров с целью сокращения адаптационного периода выпускников к реальному производству, повышения уровня практической подготовки и более раннему выявлению наиболее перспективных работников.

Для повышения качества профессионального образования со стороны потенциального работодателя разработаны требования к компетенциям выпускников, постоянно осуществляется пересмотр учебно-методического обеспечения в соответствии с требованиями ПАО «НЛМК».

Обучение проводится как в университете, так и в структурных подразделениях ПАО «НЛМК», что способствует глубокому погружению в освоение технологического процесса и оборудования. Защиты выпускных квалификационных работ студентами ДПО проводятся в присутствии руководителей и специалистов ПАО «НЛМК», которые являются членами ГИА.

Интегрирование образования и производства в условиях промышленно-образовательного кластера приводит к взаимовыгодным возможностям, как для предпринимательской структуры, так и для ее стратегических партнеров в сфере профессиональной подготовке работников.

Таким образом, использование инноваций в процессе совершенствования кадровой составляющей положения предпринимательской структуры на рынке позволяет реализовать резервы повышения конкурентоспособности предпринимательской структуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Ахматова М.К. Теоретические модели конкурентоспособности [Текст]: учебник / М.К. Ахматова, Е.П. Попов. – Москва: Экономика, 2007. – 238 с.
2. Баринаева, А.А. О потенциале конкурентоспособности организаций [Текст]: учеб. пособие / А.А. Баринаева. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2009. – 400 с.
3. Конкурентоспособность социально-экономических систем: факторы, способы оценки, механизмы управления: монография / под ред. Г.Ф. Графовой. – Москва: Юнити-Дана, 2014. – 220 с.

4. Богомолова, Е.В. Методические подходы к выявлению неиспользованных возможностей обеспечения конкурентоспособности предпринимательской структуры: монография / Е.В. Богомолова / под ред. Т.Н.Толстых. – Тамбов: Издательский дом ТГУ им. Г.Р. Державина, 2010. – 119 с.

5. Великанский, Р.В. Перспективные формы и методы подготовки специалистов для промышленно-образовательного кластера Липецкой области (на примере ПОАО «НЛМК» и учреждений профессионального образования региона) / Р.В. Великанский // Современная металлургия начала нового тысячелетия (к 80-летию НЛМК) 17-21.11. 2014. Ч.1: сб. науч. тр. – Липецк: ЛГТУ, 2014 – 209 с.

Ключевые слова: промышленно-образовательный кластер, кадровая составляющая, конкуренция, высококвалифицированный персонал.

Сведения об авторе:

Богомолова Елена Владимировна, кандидат технических наук, заведующий кафедрой экономики ФГОБУ ВО «Липецкий государственный технический университет» (ЛГТУ)

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

ББК-004.-К309
УДК 004:37.018

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗАОЧНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Липецкий государственный технический университет

Ю.П. Качановский, Т.Г. Пыльнева

Использование в учебном процессе заочного обучения дистанционных технологий обусловлено миссией заочного факультета ЛГТУ - «Обеспечение качественного обучения работающих студентов с использованием современных электронных образовательных технологий».

Дистанционное обучение на базе компьютерных телекоммуникаций, интернет-технологий все увереннее внедряется в практику. Уже в обозримом будущем примерно 40-50% учебного времени в вузах, по мнению ряда авторов, будет отводиться дистанционным технологиям. Интеграция очных, заочных и дистанционных форм обучения – вполне реальная перспектива.

В настоящее время под заочным обучением с применением дистанционных технологий понимается взаимодействие преподавателя и студента, а также студентов между собой на расстоянии, которое отражает все присущие учебному процессу компоненты (цели, содержание, методы, организационные формы, средства обучения), с помощью специфических средств интернет-технологий или других интерактивных технологий.

Заочное обучение с использованием современных технологий может происходить по-разному в зависимости от его целей и условий, а также специфики профилей обучения. В ЛГТУ насчитывается 33 профиля бакалавров и 22 профиля магистров. Для разных направлений существуют различные технологии дистанционного обучения. Рассмотрим отдельные модели организации учебного процесса, которые позволяют наиболее полно реализовать возможности интернет – технологий.

В заочном обучении в зависимости от типа используемых при создании и проведении дистанционных курсов средств обучения и выбора канала коммуникации для обеспечения обратной связи со студентами выделяют следующие виды дистанционных технологий:

- кейс – технологии;
- сетевое обучение: информационно – предметная среда;
- интеграция очных, заочных и дистанционных форм обучения;
- дистанционное обучение на базе интерактивного телевидения или компьютерных видеоконференций.

Прежде чем дать характеристику дистанционной технологии обучения, дадим описание ее предшественников. Ее началом по праву считается заочное обучение, или «обучение по переписке» (correspondence learning). Студент получал по почте комплект учебных пособий и перечень заданий (набор упражнений, задач, экспериментов для самостоятельной работы), которые он должен был выполнить за определенное время. Позднее, с появлением радио и телевидения, возникли учебные радиопередачи и телепередачи. Как правило, они совмещались с обучением «по переписке», поскольку учащимся и преподавателям была необходима обратная связь для общения друг с другом в периоды между очными экзаменационными сессиями.

С появлением средств новых информационных технологий — персональных компьютеров (с обучающими, контролирующими программами, моделями и тренажерами), видео-технологии, аудио- технологии и, конечно же, интернета — изменилось обучение «по переписке». Информация стала доставляться студентам в электронной форме, а не в виде традиционных учебников на бумажной основе. Стали возможными постоянные контакты между всеми участниками обучения в межсессионные периоды. А в настоящее время с появлением более совершенных средств информационных и коммуникационных технологий физическая дистанция (расстояние между учащимся и преподавателем) постепенно перестает влиять на процесс обучения и его качество. Так появилась новая технология обучения — дистанционное обучение. При дистанционном обучении учащийся и преподаватель пространственно отделены друг от друга, но при этом они могут находиться в постоянном взаимодействии, организованном с помощью особых приемов построения учебного процесса, форм контроля, методов коммуникации посредством, например, электронной почты или других технологий интернета, а также специально предпринимаемых организационно-административных мероприятий.

Характеристика дистанционных технологий:

- Курсы на основе комплексных «кейс-технологий». В основу подобных курсов положена самостоятельная работа студентов по изучению различных печатных и мультимедийных учебных материалов, предоставляемых в форме кейса (от англ. case — портфель, ситуация). При этом любой «кейс» является завершённым программно-методическим комплексом, где все элементы связаны друг с другом в единое целое: материалы для знакомства с теорией, практические задания, тесты, дополнительные и справочные материалы, компьютерные модели и симуляции. Учебные материалы «кейсов» отличает интерактивность, предполагающая и стимулирующая самостоятельную работу обучающихся.

Кроме самостоятельных занятий, студенты посещают очные установочные лекции, а также отдельные семинары и тренинги, очные консультации и принимают участие в контрольных мероприятиях (проводимых как очно, так и заочно). В последнее время при создании курсов на основе кейс-технологий их авторы переносят большую часть очных встреч со студентами в среду интернет — внедряются такие формы учебной деятельности, как интернет-консультирование (с помощью, например, организации тематических блогов), консультирование по электронной почте, виртуальные деловые игры и тренинги, студенческие конференции и пр. По мере создания русскоязычных ресурсов в интернете студенты получают возможность работать с информацией, получаемой из электронных библиотек, сетевых баз данных.

- Курсы на основе телевизионных сетей и спутниковых каналов передачи данных. Со времени появления телевидение сразу же стало использоваться для трансляции учебных передач. Часто учебные телепередачи интегрируются в учебное расписание очных курсов, дополняя учебные программы (например, при демонстрации в записи лекций выдающихся ученых, нобелевских лауреатов и пр.).

В качестве обратной связи используются каналы электронной почты, по которым студенты получают помощь преподавателей и передают отчетные материалы. Как правило, для трансляции учебных телепередач служат каналы кабельного телевидения или спутниковые каналы.

Среди них выделяются аудиторские занятия (очные), вводные и модульные лекции, телевизионные курсовые работы, индивидуальные и групповые тренинги. Контакты между преподавателями и студентами осуществляются как лично, так и в асинхронном режиме — по электронной почте или в телеконференциях.

- Курсы на основе компьютерных сетевых технологий.

Это наиболее современная форма дистанционного обучения. В основе подобных курсов лежат интерактивные электронные учебные пособия различного вида и назначения — обучающие программы, электронные учебники, компьютерные тесты, базы знаний и т.д.,

доступные для студентов с помощью глобальной сети интернет или же локальных сетей. Использование электронных учебных материалов при этом не исключает передачу студентам индивидуальных комплектов учебно-методических материалов на традиционных носителях (в том числе бумажных).

Использование технологий интернета позволяет не только представлять студентам учебный материал в различных формах и видах, но и организовывать управляемый учебный процесс, осуществляемый под руководством преподавателя. При этом обучение может происходить как индивидуально, так и в составе учебных групп. В процессе такого обучения студент определенную часть времени самостоятельно осваивает в интерактивном режиме учебно-методические материалы, проходит тестирование, выполняет контрольные работы, взаимодействует с преподавателем и другими студентами «виртуальной» учебной группы. Контакты между преподавателями и студентами осуществляются с помощью электронной почты, телеконференций (форумов); их интенсивность, зависящая в целом от выбранной методики обучения, может приближаться к аналогичной при очном обучении.

Дистанционное обучение, основанное на использовании технологий интернета, позволяет внести в процесс обучения новые функции, ранее не свойственные заочному образованию, а именно распределенное сотрудничество преподавателя и студентов (или collaborative learning), а также вхождение студентов в мировое сетевое образовательное сообщество.

Именно дистанционное обучение или его эффективные сочетания с элементами заочного обучения, организованное на основе технологий интернета, постепенно приобретает черты универсальной формы профессионального образования, ориентированного на индивидуальные запросы и особенности обучаемых.

Дистанционные курсы являются одной из наиболее удобных форм обучения для тех людей, кто по ряду причин не может посещать занятия очно, например, магистров, закончивших вуз несколько лет назад, работающих и желающих освоить новую магистерскую программу или повысить профессиональную квалификацию, для тех, кто ограничен во времени или имеет проблемы со здоровьем.

В заключение еще раз хочется отметить, что заочное образование с элементами дистанционных технологий — это система обучения, в которой присутствуют и преподаватель, и студент. Это именно обучение, а не самообразование. Преподаватель в этой системе выполняет свойственные ему функции управления процессом обучения; в частности, трехступенчатая система обучения, в которой достигается единство теоретической и практической подготовки обучающихся в следующих направлениях.

1. Отработка научных основ курса – изучение материала курса, выраженного общепринятыми дидактическими понятиями: принципы обучения и метапознания; мультимедиа как наглядные средства обучения; методы применения мультимедийных средств; оценка качества обучения.

2. Выработка практических умений и навыков слушателей как конечных пользователей и разработчиков мультимедийной продукции.

3. Фундаментализация знаний, умений и навыков – метакогнитивность в выработке новых знаний и формировании у слушателей навыков организации учебного процесса с применением мультимедиа.

Опыт показывает, что это наиболее перспективная модель для высшего образования.

Одной из форм в заочном обучении ЛГТУ являются именно дистанционные технологии, а очные их дополняют. Поэтому здесь также возможны варианты. Учебник, традиционный или электронный, и учебно – методическую литературу учащийся получает из репозитория. Это тот самый «кейс», которым пользуются студенты при самостоятельном выполнении заданий преподавателя. На сайте ЗФ размещаются все материалы, которые были указаны в планах. Все дополнительные материалы, задания, инструкции, рекомендации также располагаются в репозитории заочного факультета. В этом случае студенты занимаются полностью по сетевому варианту: получают необходимые консультации от

преподавателя, работают в малых группах сотрудничества по соответствующим заданиям, обсуждают необходимые вопросы через форум или в чате, максимально используя возможности интернет – технологий, заочные консультации.

Вместе с тем студенты также участвуют в сессии, во время которой они занимаются в соответствии с разработанной преподавателем и учебной частью программой. Во время очной сессии (продолжающейся 20 – 30 дней) изучаются наиболее сложные проблемы, читаются обзорные лекции, проводятся семинары (дискуссии, практические работы) и защита контрольных и курсовых работ. Как правило, сессия приурочивается к концу семестра, чтобы по ее завершении студенты могли сдать зачеты и экзамены.

Важно, чтобы очные сессии не сводилась к семинарам, построенным по принципу «вопрос – ответ», обзорным лекциям и зачетам. Прежде всего, их должны отличать проблемная направленность обучения. Формирование интеллектуальных умений критического мышления – одна из главных целей всей системы обучения. Именно такое обучение в рамках рекомендуемой концепции может считаться развивающим интеллект и нравственные устои личности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российская Федерация. Законы. Об образовании в Российской Федерации [Электронный ресурс]: федер. закон; [принят 29 декабря 2012 г. №273-ФЗ] // Официальный сайт компании «Консультант Плюс» ст.16. - Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_140174/

2. Российская Федерация. Законы. О внесении изменений в Закон РФ «Об образовании» в части применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий [Электронный ресурс]: федер. закон; [принят 28.02.2012 г. №11-ФЗ] // Официальный сайт компании «Консультант Плюс»/ - Режим доступа: www.URL:http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?reg=doc;base=LAW;n=126574

3. Об утверждении Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел «Квалификационные характеристики должностей работников образования [Электронный ресурс]: приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ [от 26.08.2010 №761н] // Российская газета - Режим доступа – www.URL:http://www.rg.ru/2011/02/16/obr-trebovaniya-dok.html.

4. Об использовании дистанционных образовательных технологий [Электронный ресурс]: приказ Минобрнауки России [от 06.05.2005 №137] // Министерство образования и науки РФ. – Режим доступа – [www.URL:http://mon.gov.ru/dok/prav/obr/8311](http://mon.gov.ru/dok/prav/obr/8311).

5. Рауш, Л.И. Компьютер как инструмент самореализации и саморазвития человека / Л.И. Рауш // Среднее образование: управление, методика, инновации – 2012. - №1. – С. 71-77.

6. Селемнев, С.В. Как в электронной форме представить учебное содержание? / С.В. Селемнев // Дистанционное и виртуальное обучение – 2010. - №1. – С. 52-55.

Ключевые слова: кейс-технологии, сетевое обучение, информационно-предметная среда, интеграция очных, заочных и дистанционных форм обучения, интерактивное телевидение, видеоконференции.

Сведения об авторах:

Качановский Юрий Петрович – кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизированных систем управления, первый проректор Липецкого государственного технического университета

Пыльнева Татьяна Григорьевна – доктор экономических наук, профессор кафедры экономики, декан заочного факультета Липецкого государственного технического университета

E-mail: veo.48@mail.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ К ЕГЭ В РАМКАХ РЕГИОНА

Липецкий государственный технический университет

А.П. Кащенко,
Г.С. Строковский,
С.Е. Строковская.

Организация и проведение интерактивных занятий по дисциплине «Физика» со школьниками отдалённых районов Липецкой области.

Решение любых задач в производственной сфере неизбежно ставит вопрос о необходимости подготовки квалифицированных кадров [1,2,3,4,9,10]. В полной мере это относится и к выполнению правительственной программы импортозамещения, требующей от местных властей и руководства вуза безошибочной стратегии в области профессионального технического образования. Решение данной задачи видится ещё более сложным, если учесть сегодняшнее расположение кластеров особой экономической зоны (далее ОЭЗ) на территории региона. Следует признать, что выпускников вуза, проживающих в областном центре, перспектива профессиональной карьеры в других городах области с неизбежной сменой места проживания устраивает далеко не всегда. Поэтому более правильной представляется подготовка нового инженерного корпуса из числа жителей населённых пунктов, где размещены предприятия ОЭЗ [5,6,7]. Однако на пути этого, казалось бы, очевидного решения в последние годы возник неожиданный барьер – школьники отдалённых районов, невысоко оценивая свой уровень подготовки по дисциплине «физика», не рискуют выбирать этот ЕГЭ как один из наиболее сложных. Это в свою очередь ставит крест на их дальнейшей профессиональной самореализации в технической сфере. Таким образом, «узким местом» и, как следствие, основной точкой приложения усилий должна была стать довузовская подготовка – в противном случае программа воспитания инженерных кадров стопорилась на самой начальной стадии [11].

Развитие современных образовательных интернет-технологий привело руководство вуза к идее проведения интерактивных онлайн-занятий со школьниками отдалённых районов силами ведущих преподавателей-физиков, имеющих практический опыт подготовки выпускников к сдаче ЕГЭ и участию в предметных олимпиадах [8]. Были составлены рабочие программы, рассчитанные на двухлетний курс обучения и охватывающие все разделы физики согласно кодификатору ЕГЭ. В 2013 году в качестве пилотного проекта стартовали интерактивные занятия со школьниками Тербунского района в режиме видеурока длительностью 2 академических часа: школьникам предлагалось наблюдать процесс решения задачи на доске (экране) с одновременным обсуждением всех возникающих вопросов. В качестве методических материалов тогда использовались разработки для так называемых профильных физических классов (идея, активно пропагандируемая в начале 2010-х гг.), а также для групп технического направления Физико-математической школы «Эврика» (далее ФМШ).

Однако первые же опыты продемонстрировали необходимость внесения значительных корректив как в методические материалы, так и в процесс их подачи. Восприятие школьниками объяснений преподавателя «с экрана» оказалось совсем не таким, как в классе. Требования к построению речи, раскрытию логики решения и оформлению решения на доске стали существенно иными – темп объяснения и количество задач пришлось снизить; формальный аппарат решения, на первый взгляд, очевидный, пришлось объяснять заново. В отличие от слушателей профильных классов и групп ФМШ, сельские

школьники не владели сокращенными алгоритмами и многочисленными готовыми формулами. Активное взаимодействие обучающихся и обучаемых (собственно интерактивность) не налаживалось в течение нескольких месяцев. Новые требования к оформлению задач с развернутым решением, озвученные в 2013 году, еще более усложнили работу.

Решение возникших проблем могло быть найдено только в формате трехстороннего обсуждения – со школьниками, учителями и вузовскими преподавателями. С 2014 года были организованы блиц-семинары с участием школьных учителей, которые, в свою очередь, постарались более активно привлечь школьников к расстановке акцентов в вопросе распределения времени по изучению конкретных тем и по уровню сложности решаемых задач. В рамках вузовской программы профориентации и обеспечения нового набора осуществлялись выезды преподавателей кафедры физики и биомедицинской техники в районные школы с последующим обсуждением проблем интернет-обучения.

В результате проведенной работы подходы к организации и проведению онлайн-уроков существенно изменились. Прежде всего, пришлось отказаться от идеи равномерного распределения бюджета времени по разделам курса. Например, по желанию школьников 11 класса пришлось уделить больше внимания задачам из разделов и подразделов, которые, по их мнению, являются проблемными: «Свойства паров и влажность воздуха», «Механические и электромагнитные колебания». В 10-х классах при обсуждении с учащимися узким местом признали модуль «Молекулярная физика и термодинамика». Жесткий тематический план уступил место варибельному, «плавающему», так как все возникающие тематические сложности предсказать невозможно.

Отдельно необходимо остановиться на подборе задач по уровню сложности. Первоначально предполагалось, что для подготовки к ЕГЭ имеет смысл рассматривать прежде всего задачи, требующие представления развернутого решения как наиболее трудные. Однако обсуждение показало, что наиболее полезными являются задачи среднего уровня (№№25-27 в формате 2015 года и №№22-25 в более старом формате) – они требуют полноценного осмысленного решения и в то же время достаточно компактны. Также в конце занятия необходимо зарезервировать время для решения сложной задачи, требующее комплексных знаний по нескольким разделам курса. Задания с выбором ответа, доля которых неуклонно снижается от года к году, рассматривать не имеет смысла (в том числе и потому, что они, как правило, имеют громоздкое текстовое условие, нередко с графическим материалом). Задачи на установление соответствия и выбор двух правильных ответов имеют ограниченные возможности для представления по тем же причинам, однако их значение для итоговой оценки очень велико – здесь необходимо сокращение текстового условия даже в ущерб его корректности и перенос акцентов на формализованное решение, а не на контроль запоминания теоретического материала. Наконец, особое внимание следует уделить вычислительной части – все обучаемые должны иметь на интернет-уроках непрограммируемые калькуляторы и доводить решение, где это требуется, до числа. Те, кто на занятиях по той или иной причине не смогли или не успели это сделать, проводят вычисления дома. Разумеется, выработанные подходы не являются окончательными и подлежат непрерывной коррекции (как текущей, так и перспективной).

В упомянутых обсуждениях огромную роль сыграло расширение географии проводимых занятий. С 2014 года была организована работа со школьниками Краснинского района, но сеансы занятий не совпадали по времени с таковыми для Тербунского района. В начале учебного 2015-2016 учебного года представители ЛГТУ посетили школу в селе Красное и, обсуждая с учителями проведенные за предыдущий год видеоуроки, оценили их как очень эффективные и полезные, а также наметили перспективный план работы на будущее. Также была определена возможность одновременного проведения интерактивных занятий со школьниками нескольких районов, что позволит сделать обсуждение решаемых задач более широким и свободным. Совместные занятия школьников Краснинского и Грязинского районов были организованы осенью 2015 года и как очевидный результат

можно отметить довольно высокую активность школьников на занятиях. В частности, с осени 2015 года по предложению наиболее подготовленных учащихся в конце урока проводится микросеминар – школьники самостоятельно предлагают решение задач повышенной сложности, а преподаватель ведет поэтапный контроль их работы, корректирует предлагаемые шаги и даёт оценку по критериям ЕГЭ. В 2016 г. к проекту присоединились учащиеся Долгоруковского района.

По оценкам с мест, данный вид уроков очень полезен при подготовке к ЕГЭ как самим школьникам, так и учителям. Полученные во время занятий материалы прорабатываются учителями на обычных уроках; на основе этих полезных обсуждений формируется пакет предложений по организации и методике дальнейшего обучения. Работа в данном направлении продолжается, и в ближайшей перспективе к интерактивным занятиям присоединятся школьники из других районов Липецкой области.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Левченко, О.Н. Информационное развитие экономики как фактор трансформации рыночной инфраструктуры региона. / О.Н. Левченко, С.Г. Коноплёв, Е.В.Татьянин // Стратегическое планирование развития территорий. Опыт. Современные тенденции. Перспективы: сб. науч. тр. науч. – практ. форума. – ЕГУ им. И.А. Бунина – Елец, 2014. – С. 350-357.

2. Левченко, О.Н. Оценка наиболее значимых элементов в структуре социально-экономического потенциала региона. / О.Н. Левченко, С.Г. Коноплёв // Современные проблемы эффективного использования социально-экономического потенциала региона и пути их решения: сб. науч. тр. междунар. науч. – практ. конф. – Липецк: – Липецкий филиал Финуниверситета, 2013. – С. 233-235.

3. Управление рисками на предприятиях региона на основе применения информационных систем / Н.Н. Нестерова, О.Н. Левченко, Д.А. Стрельцов, О.И. Юдин // Современные проблемы науки и образования. –2014. – №3. – 362с.

4. Левченко, О.Н. Композиционное экономико-математическое нейромоделирование риска в условиях инновационноориентированной экономики региона / О.Н. Левченко, О.И. Юдин, Н.Н. Зюзина // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2014. – №5 – С. 32-35.

5. Совершенствование высшего профессионального образования за счёт повышения уровня входных знаний абитуриентов, имеющих среднее профессиональное образование / Т.А. Герасименко [и др.] // Вестник ЛГТУ. – 2011. – №1(19). – С. 44-46.

6. Оптимизация контрольно-измерительных материалов для вступительных испытаний как средство гармонизации процесса формирования компетенций при очно-заочном обучении / Т.А. Герасименко [и др.] Интеграция профессионального образования и модернизация вузовского учебно-воспитательного процесса: сб. науч. тр. всерос.науч.-метод. конф. – Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2012. – С. 141-144.

7. Некоторые аспекты организации профессионально–ориентированной довузовской подготовки / Т.А. Герасименко [и др.] // Современная металлургия начала нового тысячелетия: сб. науч. тр. междунар науч.-практ. конф. – Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2014. – С. 177-179.

8. Кащенко, А.П. Инновационные технологии научно-ориентированного обучения, как перспективный тренд в работе по обеспечению нового набора / А.П. Кащенко, Г.С. Строковский, С.Е. Строковская // Современная металлургия нового тысячелетия: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2015. – С. 52-54.

9. Особенности развития социально – экономических систем: проблемы, тенденции, перспективы / Л.Б. Авилов [и др.]. Т. 1. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2012. – 509с.

10. Устойчивое развитие регионов: методология исследования, модели, управление / Т.Г. Пыльнева [и др.]. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2011. – 323 с.

11. Обеспечение набора и сохранение контингента первокурсников как единая комплексная задача первого этапа подготовки инженерных кадров / В.А. Семиряжко [и др.]. // Вестник ЛГТУ. – 2016 – №1(27). – С. 99-101.

Ключевые слова: пилотный проект, интерактивные занятия, блиц-семинары.

Сведения об авторах:

Кащенко Андрей Петрович, кандидат технических наук, декан физико-технологического факультета Липецкого государственного технического университета.

Строковский Григорий Семёнович, кандидат технических наук, доцент кафедры физики и биомедицинской техники Липецкого государственного технического университета.

Строковская Светлана Евгеньевна, старший преподаватель кафедры физики и биомедицинской техники Липецкого государственного технического университета.

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

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК 517

ОБНОВЛЯЕМЫЕ ТИПОВЫЕ РАСЧЕТЫ ПО МАТЕМАТИКЕ

Липецкий государственный технический университет

Ю. Д. Ермолаев, А.А. Аксенов,
Ю.И. Денисенко, С.Ю. Назаров.

Рассматриваются достоинства технологии разработки электронных типовых расчетов по математике.

В свое время появление сборников типовых расчетов (ТР) по математике Кузнецова Л.А. [1], Рябушко А.П. [2] и Чудесенко В.Ф. [3] существенно облегчило работу преподавателей математики в технических вузах с достаточно большим объемом математики в учебных планах и позволило стандартизировать на хорошем уровне требования к студентам. В то же время именно популярность данных сборников привела к тому, что в Интернете появилось множество возможностей получить решения заданий типового расчета, не решая эти задания (платно и бесплатно). Обычно в типовых расчетах количество вариантов каждого задания не превышает 30. Это приводит к тому, что даже в одном потоке каждое задание выполняют несколько студентов. Конечно, алгоритмизация выбора конкретных заданий студентами в какой-то мере снижает проблему одинаковых вариантов, а процедура защиты расчетов в значительной степени заставляет студентов, по крайней мере, разбираться в том, что они получили из Интернета, но качество знаний при этом падает. Кроме того, неоднократная защита ТР студентами при слабом уровне освоения учебного материала увеличивает нагрузку преподавателей.

Одним из выходов из создавшегося положения является (пользуясь популярным в наше время термином) диверсификация типов заданий ТР. Однако, с одной стороны, это сделать не так-то просто в силу достаточно стандартных подходов к изучению многих тем математики, а с другой стороны, фактически это приведет к большому увеличению объема набора типовых расчетов. Кроме того, книга должна работать не один год, а это значит, что регулярное обновление заданий затруднено.

Поэтому естественно приходим к мысли использовать электронные типовые расчеты, объем которых практически ничем не ограничен. Электронные ТР по сравнению с обычными обладают целым рядом преимуществ.

1. Доступность. Если электронные ТР разместить в Интернете, то это эквивалентно тому, что каждый студент имеет свой экземпляр типового расчета.

2. Мобильность. Практика показывает, что при условии размещения ТР в Интернете (в одном из стандартных, удобных для просмотра форматов) студенты заносят ТР на свой смартфон или планшет и без проблем обращаются к своему варианту в любом месте.

3. Вариативность. При необходимости изменить типовой расчет это делается достаточно быстро и удобно для преподавателя, поскольку при автоматической подготовке ТР внести корректировку, обработать файл и заменить его в Интернете может сам преподаватель. Самый простой способ изменения ТР – перемешивание заданий с помощью генератора случайных чисел. Такой вариант почти не требует затрат времени.

4. Практически неограниченный объем ТР позволяет разбить их не по темам, как это делается в книжном варианте, а сразу по вариантам, то есть каждый студент сразу получает готовый вариант типового расчета. Это препятствует объединению студентов, имеющих одинаковый вариант или общие задания из книги, для совместного решения (что может быть и не очень плохо), а также облегчает их работу с типовым расчетом. При повторяемости вариантов студенты следующего набора могут найти, по крайней мере, черновики выполненного типового расчета своего варианта. Поэтому при неизменности ТР готовые варианты при их малом количестве становятся скорее недостатком, чем удобством.

5. Возможность получения набора ответов по каждому варианту для преподавателей. Это существенно ускоряет работу преподавателей по проверке типовых расчетов. Более того, при соответствующем стиле формирования заданий ТР можно автоматизировать процесс проверки. Для этого задания должны иметь короткий однозначно воспринимаемый ответ. Это может быть одно или несколько чисел (например, координаты точки или вектора) или достаточно короткая последовательность символов. В некоторых случаях можно выделить группу заданий, проверка которых осуществляется вручную, например, графики функций или теоретические задания.

6. Возможность автоматизации подготовки вариантов типовых расчетов при наличии соответствующих программ и структуры оформления заданий. Задания решаются в общем виде с параметрами, значения которых обеспечивают различие в заданиях. При этом использование генератора случайных чисел с одновременным контролем уникальности вариантов позволяет готовить большое число типовых расчетов индивидуально для каждого студента потока или факультета. Практика показывает, что 100-120 вариантов вполне достаточно для использования в учебном процессе.

7. Возможность изменения набора заданий в каждом варианте, не изменяя сами задания, то есть перемешать все задания и сформировать новый набор вариантов вместе с ответами, причем на получение нового набора из 100-120 вариантов по 20-30 заданий в каждом для оформления конечного файла достаточно 2-3 часа.

8. Возможность формирования различных типовых расчетов в зависимости от объема ТР, математики в учебных планах и конкретных тем расчетов, используя один большой набор файлов с готовыми заданиями. При этом нет необходимости перечислять студентам те задания, которые они не должны выполнять. Достаточно из общей базы заданий типового расчета просто не выбирать те задания, которые не соответствуют конкретной рабочей программе.

Для быстроты и удобства формирования исходной базы заданий целесообразно оформлять их в формате LaTeX. Это позволяет быстро и эффективно автоматически с использованием любого языка высокого уровня формировать файлы по каждой теме типового расчета для последующего их использования в конечном файле с учетом того набора типов заданий, который требуется для данного ТР, а при необходимости легко изменять структуру ТР. И чем больше формул в типовом расчете, тем больше выигрыш во времени при подготовке ТР. Кроме того, TeX

дает возможность быстро и эффективно ввести необходимые полиграфические эффекты (формирование оглавления и колонтитулов, нумерация заданий, титульные листы, использование цвета и т.д.).

В настоящее время на многих математических кафедрах имеется фонд тестовых заданий, которые после переформатирования можно использовать для включения в типовые расчеты в целях разнообразия и лучшей подготовки к тестированию. При этом не обязательно изменять схему оценки результатов выполнения типового расчета. Не противоречат принятой структуре типовых расчетов тестовые задания не только открытой формы (что вполне естественно), но и закрытой формы, а также на соответствие. Что касается заданий на установление правильной последовательности, то принципиальных возражений на их использование также нет.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузнецов, Л.А. Сборник заданий по высшей математике (типовые расчеты) / Л.А. Кузнецов. – Москва: Высш. шк., 1994.-206 с.
2. Рябушко, А.П. Индивидуальные задания по высшей математике [Текст]: учеб. пособие. В 4 ч. / Под общей редакцией А.П.Рябушко. - Москва: Высш. шк., 2006-2009. – С. 321.
3. Чудесенко, В.Ф. Сборник заданий по специальным курсам высшей математики (типовые расчеты) [Текст] / В.Ф. Чудесенко - Москва: Высш. шк., 1999.-126 с.

Ключевые слова: типовой расчет, обновление.

Сведения об авторах:

Ермолаев Юрий Данилович, кандидат физико-математических наук, профессор кафедры высшей математики Липецкого государственного технического университета.

Аксенов Андрей Александрович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики Липецкого государственного технического университета.

Денисенко Юрий Иванович, старший преподаватель кафедры высшей математики Липецкого государственного технического университета.

Назаров Станислав Юрьевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики Липецкого государственного технического университета.

E-mail: erm1704@gmail.com

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК 378.147

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Липецкий государственный технический университет

С.М. Качалова

В статье рассматриваются вопросы использования разных моделей и видов дистанционного обучения, оценивается их эффективность и описывается опыт их применения в техническом вузе. Делается вывод о важности создания гибкой системы дистанционного обучения и ее внедрения в существующую образовательную систему.

В последние десятилетия ежегодно увеличивается объем и сложность информации, которой должен овладеть студент во время обучения, это наблюдается во всех отраслях науки и техники. Такая ситуация диктует необходимость новых подходов к подготовке будущих специалистов, в связи с чем необходима разработка и внедрение новых

педагогических технологий, которые могли бы способствовать соответствию образовательного процесса в техническом вузе требованиям современного общества.

Одним из значимых моментов повышения эффективности образовательного процесса студентов в техническом вузе является широкое внедрение новых образовательных технологий в систему обучения. Те инновации, которые используются в процессе получения образовательных компетенций студентами, приводят к расширению арсенала новых педагогических методов и приемов. С увеличением объема информации и распространением коммуникационных систем все большее развитие стало получать дистанционное обучение, или обучение с применением дистанционных образовательных технологий.

В современных условиях при обучении студентов технических вузов используются различные формы, виды и модели дистанционного обучения. Их вариативность можно объяснить различными условиями, при которых происходило развитие каждой из разновидностей дистанционного обучения:

- географическими условиями (например, размером территории страны, наличием географически удаленных или изолированных от центра регионов, климатом и пр.);
- общим уровнем компьютеризации и информатизации страны;
- уровнем развития средств транспорта и коммуникации в стране;
- уровнем использования средств информационных и коммуникационных технологий в сфере высшей школы;
- существующими традициями в сфере образования;
- наличием научно-педагогических кадров для системы дистанционного обучения [1].

Современная система образования в последние годы использует шесть известных моделей, которые базируются как на традиционных средствах, так и на средствах новых информационных технологий: телевидении, видеозаписях, печатных пособиях, компьютерных телекоммуникациях и пр.

Модель А - это обучение, которое ориентировано на требования вуза и предназначено для студентов, которые по разным причинам (служебные командировки у работающих студентов, болезнь родственников и необходимость ухода за ними, проживание в другом городе и прочее) не могут посещать лично занятия в учебных заведениях. Эта модель предполагает проведение консультаций специалистов, тестирование. В Липецком государственном техническом университете ряд преподавателей используют для обучения таких студентов пакетные технологии, он-лайн и офф-лайн тестирование, консультирование через видеосервисы и Интернет-сервисы.

Модель Б – система обучения предполагает широкое использование информационных технологий, в том числе компьютерные интерактивные системы дистанционного обучения, разнообразные мультимедийные материалы. При использовании данной модели создается информационно-образовательная среда, где обучающиеся могут получить большой объем дополнительной информации по изучаемому курсу. Так, в частности, в Липецком государственном техническом университете началось успешное использование сервиса проведения видеоконференций i.Mind, позволяющего организовывать видеоконференции, вебинары, онлайн-семинары и трансляции из любого цеха, любой лаборатории Новолипецкого металлургического комбината. Сервис рассчитан на неограниченное число участников. Студенты при использовании данного сервиса могут дистанционно присутствовать на лекциях преподавателей, проводить онлайн-консультации, обсуждать исследовательские идеи и разработки, преподаватели и производственники могут демонстрировать им различные процессы и материалы наглядно, проводить круглые столы.

Модель В предполагает обучение, при котором происходит взаимодействие нескольких учебных заведений. Такой союз образовательных организаций при

использовании программ дистанционного обучения позволяет вывести их на более высокий профессиональный уровень и сделать более доступными с точки зрения стоимости. В ЛГТУ пока только накапливается опыт по обучению студентов, получающих образование одновременно в зарубежных высших учебных заведениях и в липецком университете, разрабатываются специальные технологии и методы обучения, поэтому выводы об особенностях использования этой модели делать пока рано.

Основная задача в данном случае - дать возможность студентам получить комплексное образование, выбрав в каждом образовательном учреждении наилучшие учебные курсы. В этом случае используется система дистанционного обучения в сети Интернет.

Модель Г - это получение образования в специальных учебных учреждениях. Такие специализированные образовательные учреждения осуществляют разработку мультимедийных курсов. В их задачу входят также контроль знаний и оценивание обучаемых. Использование технологии дистанционного обучения дает возможность таким учреждениям разработать методически верно и наиболее содержательно составленные интерактивные курсы. С целью обучения по такой модели в ЛГТУ создан Центр инновационных образовательных технологий, где разрабатываются и используются дистанционные методики, пособия и курсы.

Модель Д осуществляется в автономных обучающих системах, в которых обучение ведется посредством трансляции специальных учебных программ и выпуска печатных пособий. Такая модель пока мало распространена в нашей стране, хорошо освоена она в университетах США. Однако для студентов, обучающихся в техническом вузе, такой подход представляется перспективным и требует дальнейшего изучения.

И наконец, модель Е представляет собой неформальное интегрированное дистанционное обучение на основе компьютерных технологий [2]. С помощью данной модели реализуются программы самостоятельного получения образования с использованием консультаций профессорско-преподавательского состава учебного заведения. Эта модель ориентирована в основном на обучение по программам повышения квалификации и получения второго высшего образования, а также тех студентов, которые в силу различных причин временно не могут обучаться вместе со своей группой. Эта модель также успешно реализовывается в Липецком государственном техническом университете при использовании программ переподготовки и повышения квалификации. В репозитории Центра инновационных образовательных технологий студенты могут найти размещенные там лекции, вопросы и задания практических занятий, видеоматериалы, презентации, тестовые задания, учебные пособия, могут обратиться к преподавателю с вопросом на форуме или посредством электронной почты при возникновении проблем с выполнением заданий. Преподаватель получает возможность отслеживать образовательную траекторию каждого студента, оценивать, какое количество часов затратил студент на чтение лекций, выполнение заданий и прохождение тестов, корректировать материалы и давать советы и рекомендации по выполнению наиболее сложных заданий.

Понятно, что большинство из перечисленных моделей дистанционного обучения, за исключением специфических особенностей, имеют в своей основе современные информационные технологии, поэтому важной задачей при организации дистанционного обучения в техническом вузе является создание гибкой системы обучения и ее внедрение в существующую образовательную систему.

В настоящее время при обучении студентов технического вуза по такой дисциплине, как «Русский язык и культура речи», были использованы следующие виды дистанционного обучения:

- обучение на основе «кейс-технологий». В данном случае акцент сделан на самостоятельной работе студентов по изучению различных печатных и мультимедийных

учебных материалов, которые предоставляются им в форме кейса - полного пакета необходимых для обучения материалов;

- обучение на основе компьютерных технологий. Особенностью такого обучения является использование интерактивных электронных учебных пособий разной специфики и назначения – электронные учебники, обучающие программы, базы знаний, компьютерные тесты и т.п., которые становятся доступными обучающимся посредством использования сети Интернет или локальной университетской сети;

- обучение с опорой на видеоканалы передачи данных. В практике осуществления дистанционного образования в вузах учебные телепередачи могут интегрироваться в учебное расписание очных курсов, при этом дополняя классические лекционные и семинарские занятия (к примеру, демонстрируются записи лекций лауреатов различных премий, выдающихся ученых и педагогов и пр.), а могут служить основой заданий для самостоятельной работы студентов. При реализации данной модели обучения для осуществления обратной связи с учащимися используется электронная почта, с помощью которой студенты получают консультации профессорско-преподавательского штата учебного заведения и передают отчетные материалы. Для трансляции учебных телепередач в основном используются возможности сети Интернет [3].

Вышеперечисленные разновидности дистанционного обучения на сегодняшний день широко распространены как в отечественной, так и во всемирной практике подготовки будущих специалистов в высших технических учебных заведениях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреев, А.А. Основы открытого образования [Текст] – Т.2. / А.А. Андреев. – Москва: НИИЦ РАО, 2002. – 676 с.
2. Моисеева, М.В. Интернет-обучение: технологии педагогического дизайна [Текст] / М. В. Моисеева. – Москва: Изд-во «Камерон», 2004. – 216 с.
3. Качалова, С.М. Использование Интернет-технологий в высшем профессиональном образовании [Текст] / С.М. Качалова // От образовательного стандарта к профессиональному: проблемы и перспективы: материалы всерос. науч.-практ. семинара с междунар. участием. – Санкт-Петербург: СПбГЭУ «ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова, 2015. – 6 с.

Ключевые слова: дистанционное обучение, технологии обучения, модели обучения, виды обучения, условия эффективности, мультимедийные материалы, технический вуз

Сведения об авторе

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

e-mail: kachalovas@ Rambler.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

Kudinov Yu.I., Pashchenko F.F.,
Volkova A.A., Kolesnikov V.A.

DETERMINING THE PARAMETERS OF THE ANALYTICAL FUZZY PD
CONTROLLER

An optimization method for determining the parameters of the analytical fuzzy PD controller with the use of MATLAB and SIMULINK is proposed.

Keywords: fuzzy PD controller, optimization method, parameters, MATLAB.

Korneev A.M., Al-Sabri G.M.

A SIMULATION OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF RECRYSTALLIZATION
ANNEALING

The possibilities of constructing linear and non-linear models of the recrystallization annealing process are considered. Examples of selecting the optimal form of the connection between technological values and quality indicators are given. The impact of the annealing technology in bell-type furnaces on the mechanical properties of rolled products is analyzed.

Keywords: simulation, technological process, linear and non-linear regression models, recrystallization annealing, product quality indicators.

Levina L.V., Novikova O.S.,
Penkov V.B.

FULL PARAMETRICAL SOLUTION OF THE PROBLEM OF THE ELASTICITY
THEORY OF A SIMPLY CONNECTED FINITE BODY

A computer-based method for constructing solutions of the full parametrical three-dimensional problems of the theory of elasticity and analytical solutions containing all of the parameters of the problem is developed. Essential techniques provide the explicit presence of the environment settings, parameters of boundary conditions. Effectiveness at the first substantive task for an isotropic ball is demonstrated.

Keywords: analytical solution, full parametrical solution, computer algebra, method of boundary states.

Shmyrin A.M.,
Demahin D.S., Kuznetsov A.G.

BUILDING BILINEAR NEIGHBORHOOD MODELS TAKING INTO ACCOUNT
HISTORY

In constructing mathematical models it is often required to record data not only at a specific moment, but also for a certain period of time. One way to solve this problem is the method of least squares.

Keywords: bilinear neighborhood model, pseudoinverse, history.

Shmyrin A.M., Mishachev N. M.,
Trofimov E.P.

ON ONE MODIFICATION OF CLINE'S FORMULA

The article deals with the task of block pseudoinversion of the $C = \begin{bmatrix} A & B \end{bmatrix}$ type matrixes. For matrixes the rank of which is equal to the number of columns, a block pseudoinversion formula was obtained which is simpler than the known Cline's formula and in some cases is more effective than the formula $C^+ = (C^T C)^{-1} C^T$.

Sitnikov B.V., Venevtsev A.N.,
Zhdanova N. Yu., Zhdanov S.A.

FEATURES OF A DYNAMIC MODEL FOR THE AGING PROCESS OF DOCUMENT DETAILS

The paper considers the problems of studying the change of the selected significant parameter which characterizes the age of document material's marks depending on time. The considered method is based on the examination of the dynamic model of color parameters change with time.

Keywords: expert study of documents, age of document details, simulation of the computation process.

Grinavtsev V.N., Popov V.S.,
Grinavtsev O.V., Pikalov V.V.

IMPROVEMENT OF ECOLOGY IN LIPETSK BY INTRODUCING INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR PROCESSING FINE DUMP STEEL SLAG

The article proposes a technology of processing fine dump steel slag with the application of a cascade magnetic clobber in order to obtain iron-bearing magnetic concentrate with the density of up to 3.0 ton/m³.

Keywords: fraction, dump steel slags, hydrological mode, processing technology, magnetic concentrate.

Gamov E.S., Kalinicheva M.M.,
Reshetova M.V., Gamov I.E.

THE BASICS OF THE HYDROGEN TECHNOLOGY OF WASTE DISPOSAL IN RUSSIA

The article deals with theoretical and practical possibilities of using environmentally friendly energy, like the hydrogen technology in waste disposal of the Black soil region.

Keywords: Russia, industrial waste, polymetallic ingredients, maggelite, hematite, air classifier.

STABILITY TEST OF A RIBBED SLAB FLANGE

Stability issues of the flange of a ridge concrete floor slab proceeding from its possible fracture are considered.

A model is given of the reinforced concrete flange of a floor slab with boundary conditions for calculating the critical stress.

A formula is given for determining the stress limit in the flange of a concrete floor slab.

Keywords: loss of stability of the flange of the ribbed concrete floor slab, slab fracture scheme, stress limit.

Bocharnikova O.A., Polyakova I. P.

A STRUCTURAL ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF THE DEVELOPMENT OF STATUS-ROLE POLITICAL CONFLICTS

The article proposes the design procedure of the structural analysis of the dynamics of the development of status-role conflicts with the example of assessing the conflict confrontation between the executive and legislative branches in the Russian Federation in 1992-1993.

Keywords: status-role conflict, subject and object of conflict, occasion, escalation, dynamics of development.

Panfilov I.P., Lebedeva I.N.

THE PROBLEM OF DEVELOPING A UNIFIED DEFINITION OF THE CONCEPT «TERRORISM»

This article deals with the problem of developing a unified definition of the concept «terrorism» including different kinds of terrorist activity.

Key words: terrorism, violence, definition of the concept, terroristic act.

Gridchina N. E., Lubivaya A.E.

VICTIMIZATION ASPECT OF CRIME PREVENTION

The article explains the necessity of preventing the victimization of citizens. Victimization is considered in two aspects: as a specific victim behavior serving as a catalyst in the crime situation and as the ability of a person under certain circumstances or social role becomes a victim of crime. The various situations of law practice are given, showing the dependence of the crime situation on the victim's behavior.

Keywords: victimization, victim behavior

GENERAL AND PARTICULAR PROBLEMS OF INVESTMENT IN INNOVATION

Achieving high competitive advantages and innovative result depends on the balance and relationship of goals and objectives of investment in specific innovation projects, tools and practices for their implementation, volume of investments, compliance of organizational capacities of the subjects of a single investment and innovation process. Then it is possible that specific socio-economic problems of the interaction of the elements of the complex "investment - innovation - people - production - market" system will be implemented more effectively and will become a basic condition for building the capacity for sustainable development of the real sector of economy. Investment and innovation are inextricably linked to each other within the framework of the present production process, regardless of business size. The infusion of capital into innovation is intended to implement new technological solutions in companies and enterprises. However, we must understand the fact that no matter how interesting a project is from a scientific point of view or the point of view of production, its profitability and obtaining profits in the future are always put in the first place.

Keywords: innovative enterprise, investment, risk, direct investment, venture capital funds, financing innovative projects

Bogomolova E. V.

INNOVATIONS IN PROVIDING THE HUMAN RESOURCES COMPONENT OF THE COMPETITIVENESS OF AN ENTERPRISE

The article is devoted to the formation of the competitiveness of the human resources component of an enterprise in the market through innovative measures for training professional workers. The focus is on an industrial and educational cluster.

Keywords: industrial and educational cluster, human resources component, competition, qualified staff

Kachanovsky Yu. P., Pylneva T. G.

THE POTENTIAL OF USING DISTANCE TECHNOLOGIES IN DISTANCE EDUCATION

This article introduces the characteristics of different distance technologies in distance learning, shows how to use the resources and technologies of the Internet to make the learning process problem-oriented and to organize independent cognitive activities in training bachelors and masters.

Keywords: case technology, network teaching, information-subject environment, integration of internal, correspondence and distance forms of education, interactive television, video conferencing.

Kashchenko A.P., Strokovsky G.S.
Strokovskaya S.E.

NEW TECHNOLOGIES IN TRAINING FOR THE RUSSIAN STATE EXAM WITHIN A REGION OF RUSSIA

The organization and delivery of interactive lessons in physics for school students in remote districts of the Lipetsk region.

Keywords: pilot project, interactive lessons, blitz seminars.

Ermolaev Yu., Aksenov A.A.,
Denisenko Yu.I., Nazarov S.Yu..

UPDATABLE ROUTINE CALCULATIONS IN MATHS

The advantages and the technology of developing routine calculations in maths are considered.

Keywords: routine calculation, updating.

Kachalova S.M.

ON PECULIARITIES OF USING DISTANCE LEARNING MODELS IN A TECHNICAL UNIVERSITY

The article deals with the use of different models and types of distance learning in a technical university. The article assesses their effectiveness and describes the experience of their application in a technical university. The conclusion is made about the importance of creating a flexible distance learning system and its implementation in the existing educational system.

Keywords: distance learning, learning technology, learning models, types of learning, efficiency conditions, multimedia materials, technical university

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 ЖУРНА

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)

№ 2 (28). 2016 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 ВПО «Липецкий государственный технический университет».

Адрес редакции: 398600, Липецк, ул. Московская, 30.

Телефон: (4742) 32-81-33

Издательство Липецкого государственного технического университета

Адрес: 398600, Липецк, ул. Московская, 30.

Телефон: (4742) 32-82-14

Редакторы: Е.Н. Черникова, Г.В. Казьмина, Е.А. Федюшина.

Перевод (англ.) Н.В. Барышев

Подписано в печать 1.07.2016. Выход в свет 12.07.2016.

Бумага офсетная. Формат 60x84 1/8. Гарнитура «Times New Roman».

Усл. печ. л. 5,6. Тираж 500 экз.

Заказ № 350. Цена свободная.

Отпечатано в полиграфическом подразделении Издательства ЛГТУ.

Адрес: 398600, Липецк, ул. Московская, 30.

Телефон: (4742) 32-82-14