

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ВЕСТНИК

**ВИТЕБСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

№ 1 (30)

ВИТЕБСК 2016

Редакционная коллегия:

Главный редактор – профессор Башметов В.С.

Зам. главного редактора – профессор Ванкевич Е.В.

Ответственный секретарь – профессор Рыклин Д.Б.

Члены редакционной коллегии

Технология и оборудование легкой промышленности и машиностроения

- Редактор – проф., член-кор. НАН РБ
Рубаник В.В. (ВГТУ, Республика Беларусь)
- вед. научн. сотрудник Беляев С.П. (СПбГУ, Российская Федерация)
 - проф. Буркин А.Н. (ВГТУ, Республика Беларусь)
 - проф. Вертешев С.М. (ПсковГУ, Российская Федерация)
 - проф. Горбачик В.Е. (ВГТУ, Республика Беларусь)
 - доц. Казарновская Г.В. (ВГТУ, Республика Беларусь)
 - проф. Киосев Й. (Высшая школа Нидеррейна, Германия)
 - проф. Коган А.Г. (ВГТУ, Республика Беларусь)
 - проф. Корниенко А.А. (ВГТУ, Республика Беларусь)
 - проф. Кузнецов А.А. (ВГТУ, Республика Беларусь)
 - проф. Мерсон Д.Л. (НИИТП ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет», Российская Федерация)
 - проф. Милашиус Р. (Каунасский технологический университет, Литва)
 - проф. Николаев С.Д. (МГУДТ, Российская Федерация)
 - проф. Ольшанский В.И. (ВГТУ, Республика Беларусь)
 - проф. Пятов В.В. (ВГТУ, Республика Беларусь)
 - проф. Садовский В.В. (БГЭУ, Республика Беларусь)
 - проф. Сакевич В.Н. (ВГТУ, Республика Беларусь)
 - научн. сотрудник Салак А.Н. (Университет Авейро, Португалия)
 - проф. Сторожев В.В. (МГУДТ, Российская Федерация)
 - проф. Сункуев Б.С. (ВГТУ, Республика Беларусь)

Химическая технология и экология

- Редактор – проф. Ковчур С.Г.
(ВГТУ, Республика Беларусь)
- член-кор. Академии инженерных наук Украины
Власенко В.И. (Киевский национальный университет технологий и дизайна, Украина)
 - научн. сотрудник Дутчик В. (Институт по исследованию полимеров, г. Дрезден, Германия)
 - академик НАН РБ Лиштван И.И. (Республика Беларусь)
 - проф., член-кор. НАН РБ Пантелеенко Ф.И. (БНТУ, Республика Беларусь)
 - доц. Платонов А.П. (ВГТУ, Республика Беларусь)
 - доц. Стёпин С.Г. (ВГМУ, Республика Беларусь)
 - доц. Ясинская Н.Н. (ВГТУ, Республика Беларусь)

Экономика

- Редактор – проф. Яшева Г.А.
(ВГТУ, Республика Беларусь)
- проф. Богдан Н.И. (БГЭУ, Республика Беларусь)
 - проф. Быков А.А. (БГЭУ, Республика Беларусь)
 - проф. Варшавская Е.Я. (НИУ «Высшая школа экономики», Российская Федерация)
 - доц. Касаева Т.В. (ВГТУ, Республика Беларусь)
 - проф. Коседовский В. (Университет им. Н. Коперника, Республика Польша)
 - проф. Махотаева М.Ю. (ПсковГУ, Российская Федерация)
 - проф. Меньшиков В.В. (Даугавпилсский университет, Латвия)
 - проф. Нехорошева Л.Н. (БГЭУ, Республика Беларусь)
 - доц. Прокофьева Н.Л. (ВГТУ, Республика Беларусь)

Журнал включен в перечень научных изданий Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований, в информационно-аналитическую систему «Российский индекс научного цитирования» и базу Index Copernicus International.

Республика Беларусь, г. Витебск, Московский пр-т, 72,
тел.: 8-0212-47-90-40

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных
изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

Web-сайт университета: <http://vstu.by/>
Тексты набраны с авторских оригиналов

© УО «Витебский государственный
технологический университет», 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Технология и оборудование легкой промышленности и машиностроения

Башметов В.С. Определение натяжения основных нитей на ткацких станках	7
Дягилев А.С., Бизюк А.Н., Коган А.Г. Сравнительный анализ физико-механических свойств длинного трёпаного льноволокна.....	12
Матвеев А.К., Петюль И.А., Медведская Е.В. Разработка конструкции прибора и методики неразрушающего контроля устойчивости окраски кож и готовых изделий к трению	21
Милюшкова Ю.В., Горбачик В.Е. Анализ поперечных сечений стопы и колодки.....	27
Наumenko А.А., Шеремет Е.А., Козловская Л.Г. Моделирование изменения остаточной циклической деформации ниток в режиме периодического растяжения.....	34
Панкевич Д.К. Методика оценки качества водонепроницаемых композиционных слоистых материалов для одежды.....	40
Попок Н.Н., Махаринский Ю.Е., Латушкин Д.Г. Определение параметров граничного алгоритма управления рабочим циклом плоского врезного шлифования.....	49
Севостьянов П.А., Самойлова Т.А., Монахов В.В., Ордов К.В. Имитационная статистическая модель рыхления и очистки волокнистого материала.....	54

Химическая технология и экология

Витязь П.А., Сенють В.Т., Жорник В.И., Парницкий А.М., Гамзелева Т.В. Структурные особенности алмазных порошков после поверхностного модифицирования активаторами спекания	62
Матвейко Н.П., Брайкова А.М., Садовский В.В. Вольтамперометрическое определение тяжелых металлов в жидком туалетном мыле	74
Матвейко Н.П., Брайкова А.М., Бушило К.А., Садовский В.В. Инверсионно-вольтамперометрический контроль содержания тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье и препаратах на его основе	82

Рыклин Д.Б., Ясинская Н.Н., Евтушенко А.В., Джумагулыев Д.Д. Исследование раствора полиамида-6 для получения нановолокнистых покрытий методом электроформования.....	90
Сакевич В.Н., Посканная Е.С. Влияние замасливания волокон безжировым эмульсолом на показатели качества искусственного меха	99
Чепрасова В.И., Залыгина О.С., Марцунь В.Н. Исследование возможности получения пигментов из отработанных электролитов цинкования	105

Экономика

Вайлунова Ю.Г. Институциональные методы стимулирования сетевого взаимодействия субъектов холдинга.....	117
Вардомацкая Е.Ю., Шарстнев В.Л., Алексеева Я.А. Оптимизация маршрута с использованием теории графов в пакетах прикладных программ.....	130
Квасникова В.В., Ермоленко В.А. Оценка эффективности экспортной деятельности организаций по производству кабельно-проводниковой продукции: методика и апробация.....	140
Мартусевич А. А., Бугаев А. В. Методика оценки эффективности денежных потоков в товариществах собственников	152
Минюкович Е.А., Железко Б.А., Синявская О.А. Экономическая информатика: история становления и перспективы развития	165
Прудникова Л.В., Жиганова Т. В. Комплексная методика анализа и оценки инновационно-технологического уровня развития коммерческой организации	173
Яшева Г.А., Костюченко Е.А. Методологические аспекты кластерного подхода к инновационному развитию и повышению конкурентоспособности национальной экономики.....	188

Сведения об авторах.....	209
---------------------------------	-----

Памятка авторам научно-технического журнала «Вестник Витебского государственного технологического университета».....	214
---	-----

CONTENT

Technology and machinery of light industry and machine building

Bashmetau Valery

Determination of the warp threads tension on the weaving loom 7

Dyagilev Andrey, Biziuk Andrei, Kogan Alexander

Comparative analysis of physical and mechanical properties of long scutched flax fiber 12

Matveev Anton, Petjul' Irina, Medvedskaja Ekaterina

Development of the device design and technique of color fastness testing of leather and finished goods to friction 21

Miliushkova Yuliya, Gorbachik Vladimir

Analysis of foot and shoes cross section 27

Naumenko Alexander, Sheremet Elena, Kozlovskaja Lyudmila

Modelling of changes of residual cyclic deformation of threads during periodical tension 34

Pankevich Darya

Methodology of assessing the quality of composite materials containing a membrane layer for waterproof clothing 40

Popok Nikolai, Maharinsky Yury, Latushkin Dmitry

Determination of parameters of boundary algorithm for working cycle control of flat plunge grinding 49

Sevostyanov Petr, Samoylova Tatyana, Monakhov Vladislav, Ordov Konstantin

Simulation statistical model of breaking and cleaning of fibrous material 54

Chemical technology and ecology

Vitiaz Petr, Senjut' Vladimir, Zhornik Viktor, Parnickij Aleksandr, Gamzeleva Tat'jana

Structural features of diamond powder after surface modification by sintering activators 62

Matveiko Nikolay, Braikova Alla, Sadovski Viktor

Voltammetric determination of heavy metals in the liquid toilet soap 74

Matveiko Nikolay, Braikova Alla, Busilo Ksenia, Sadovski Viktor

Stripping voltammetric monitoring of the content of heavy small metals in medical plant raw material and preparations on its basis 82

Ryklin Dzmitry, Yasinskaya Natallia, Yeutushenka Aliaksandr, Dzhumagulyev Dovran

Investigation of polyamide-6 solution for nanofibrous web by electrospinning technique 90

Sakevich Valerij, Poskannaja Ekaterina
Application of oil by fat-free emulsol and its influence on quality score of artificial fur99

Cheprasova Victoria, Zalygina Olga, Martsul Vladimir
Research of the possibility for pigments obtaining from spent zinc electrolytes 105

Economics

Vailunova Yulia
Institutional incentives for promotion of networking cooperation of entities.....117

Vardomatskaja Alena, Sharstniou Uladzimir, Alekseeva Yanina
Route optimization using graph theory in the application package..... 130

Kvasnikova Vera, Yarmolenka Vasili
Evaluation of the efficiency of export business in organizations manufacturing cabling and wiring products: methods and approval..... 140

Martusevich Nastasia, Buhayeu Aliaksandr
Methods of assessment of cash flows efficiency in the condominiums..... 152

Miniukovich Katsiaryna, Zhalezka Boris, Siniauskaya Volha
Economic informatics: history of formation and perspectives of development..... 165

Prudnikava Liudmila, Zhyhanava Tatsiana
Complex methodology for analysis and evaluation of innovative technological level of the commercial organization 173

Yashava Halina, Kostuchenko Elena
Cluster approach as a factor of innovative development of the national economy and increase of competitiveness..... 188

Information about authors..... 209

Reference guide for authors of scientific-technical journal «Vestnik of Vitebsk State Technological University» 214

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТЯЖЕНИЯ ОСНОВНЫХ НИТЕЙ НА ТКАЦКИХ СТАНКАХ

В.С. Башметов

УДК 677.024.83

РЕФЕРАТ

ТЕХНОЛОГИЯ ТКАЧЕСТВА, ОТПУСК ОСНОВЫ С НАВОЯ НА ТКАЦКОМ СТАНКЕ, НЕРАВНОМЕРНОСТЬ НАТЯЖЕНИЯ НИТЕЙ, НАЛАДОЧНЫЕ ПАРАМЕТРЫ, КАЧЕСТВО ТКАНИ

Предметом исследования является процесс отпуска основных нитей с навоя и обеспечения стабильности их натяжения на ткацких станках с фрикционными основными регуляторами. В работе приведена характеристика параметров, изменяющихся по мере срабатывания основы с навоя и влияющих на статическую составляющую натяжения основных нитей. Целью работы является анализ влияния изменяющихся параметров на изменение натяжения нитей за время срабатывания всей основы с навоя. Выполненные расчеты статической составляющей натяжения основных нитей при различных параметрах для условий выработки тканей с различной плотностью по утку позволили оценить влияние параметров на стабильность натяжения нитей.

Результаты работы можно использовать для определения оптимальных наладочных параметров для каждой конкретной заправки ткацкого станка с целью уменьшения неравномерности натяжения основных нитей, повышения производительности труда и улучшения качества ткани.

ABSTRACT

TECHNOLOGY OF WEAVING, PAY OFF THE WARP THREADS, UNEVENNESS OF THE THREAD TENSION, ADJUSTMENT PARAMETERS, FABRIC QUALITY

The subject of research is the process of paying off the warp threads from the beam and ensuring the tension stability on the looms by means of friction warp regulators. The characteristics of the parameters that change during the paying off the warp threads from the beam and affect the static tension of the warp threads are shown in the paper. The purpose of work is the analysis of the effect of parameters changing on the changing of the thread tension during the paying off the whole warp from the beam. The calculations of the static tension of the warp threads by the different parameters in the conditions of fabric production with different density in weft allow to estimate the influence of the parameters on the stability of yarn tension.

Results of work can be used to determine the optimal adjustment parameters for each specific configuration of the loom in order to reduce unevenness of the warp threads tension, increase productivity and improve the quality of the fabric.

Методика расчета [1] позволяет определить величину статического натяжения основных нитей на бесчелночных ткацких станках типа СТБ, оснащенных фрикционными основными регуляторами. Эта методика дает возможность также проанализировать изменение натяжения нитей по мере срабатывания основы с навоя в

соответствии с изменяющимися параметрами при работе ткацкого станка. К изменяющимся параметрам в данном случае относятся угол поворота навоя γ и время сцепления дисков фрикционной муфты основного регулятора в каждом обороте главного вала станка, угол θ охвата скала $\bar{3}$ основными нитями 1, угловые положе-

ния кулисы 10 и рычагов 4 – 12 подвижной системы скала, усилия F пружин регулятора и их плечи l_{OL} относительно оси O (рисунок 1). При этом величина заправочного натяжения нитей при заправке ткацкого станка устанавливается и регулируется соответствующим расположением пружин 6 на фигурных рычагах 5.

Угол θ охвата скала основными нитями за время срабатывания всей основы с навоя изменяется в довольно широких пределах. Например, по мере уменьшения диаметра намотки нитей на навое от 700 мм до 150 мм изменение этого угла составляет до 35° . Поэтому для определения статического натяжения основных нитей по мере их срабатывания с навоя с учетом изменения угла θ охвата скала нитями можно воспользоваться уточненной формулой

$$K = \frac{Fl_{OL} - Pl_{OA} \cos \varphi_4}{l_{OA} [\sin(\theta + \varphi_4) - \sin \varphi_4]}, \quad (1)$$

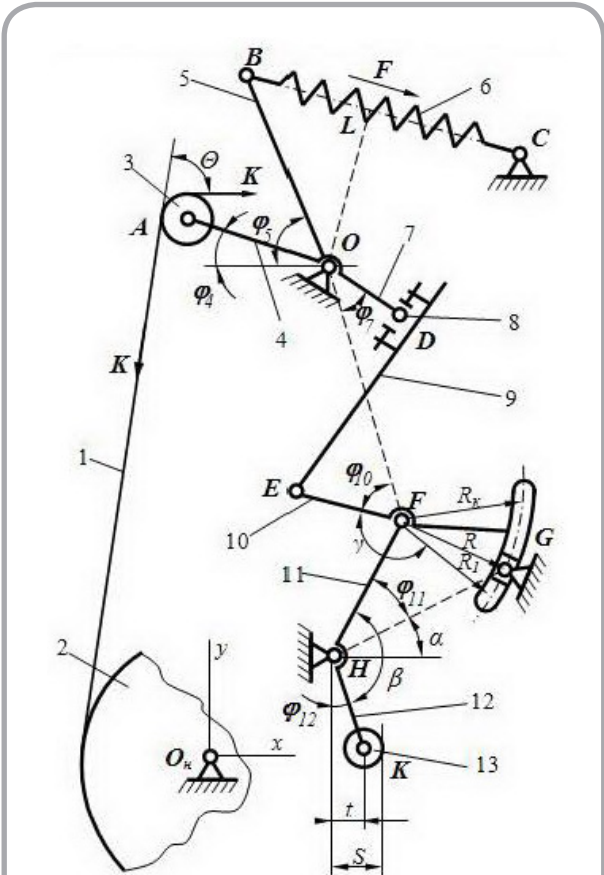


Рисунок 1 – Схема подвижной системы скала основного регулятора

где F – усилия пружин регулятора, Н; l_{OL} – плечо сил F относительно оси O , мм; P – сила тяжести скала и рычагов 4, Н; l_{OA} – длина рычагов 4, мм; φ_4 – угол наклона рычагов 4 к оси $O_n x$.

Расчеты натяжения основных нитей выполнены для условий выработки на ткацком станке СТБ2-180 тканей с различной плотностью по утку. Исходные данные для расчетов взяты со станка. Основные из них, в соответствии с рисунком 1 [1], следующие: $l_{OA} = 150$ мм; $l_{DE} = 255$ мм; $l_{FH} = 30$ мм; $l_{HK} = 50$ мм; $R_c = 66$ мм; $r = 25$ мм. Коэффициент жесткости C пружины регулятора для расчетов принят из [2], $C = 29,43$ Н/мм.

Расчеты проводились:

- при различных начальных угловых положениях рычагов 4 (начальное значение $\varphi_{4н}$ угла φ_4 при наладке станка можно изменять);
- при различных положениях оси O по горизонтали (на станке имеется возможность при наладке изменять положение оси O от $x_0 = 0$ до $x_0 = 100$ мм);
- при различной чувствительности основного регулятора.

Чувствительность регулятора зависит от места установки болта 8 на рычаге 7 при наладке станка (от величины l_{OD}) и от длины плеча кулисы 10 (от величины l_{EF}). Величина l_{OD} может быть равна 85 мм, 115 мм или 145 мм, а l_{EF} – 30 мм или 60 мм. Будем считать чувствительность основного регулятора минимальной при $l_{OD} = 85$ мм и $l_{EF} = 60$ мм, а максимальной – при $l_{OD} = 145$ мм и $l_{EF} = 30$ мм.

Угол поворота навоя, определяемый плотностью вырабатываемой ткани по утку и диаметром намотки D_n основных нитей на навое, обеспечивается соответствующим углом α_β поворота ведомого валика фрикционной муфты в каждом обороте главного вала станка. На рисунке 2 приведены зависимости угла α_β по мере уменьшения диаметра намотки основы на навое (штриховые линии) при выработке тканей с плотностью по утку: 1 – 20 н/см; 2 – 30 н/см; 3 – 40 н/см.

Увеличение угла поворота α_β ведомого валика муфты при уменьшении диаметра D_n происходит за счет смещения ΔS ролика 13 ближе к горке кулачка ведущего диска фрикционной муфты. В результате анализа профиля поверхности кулачка, имеющего одну горку, установлены зависимости величины смещения ΔS ролика,

необходимые для обеспечения соответствующих углов α_b поворота ведомого валика муфты. На рисунке 2 приведены зависимости смещений ΔS ролика (сплошные линии) по мере срабатывания основы с навоя для условий выработки тканей с теми же плотностями по утку: 1 – 20 н/см; 2 – 30 н/см; 3 – 40 н/см.

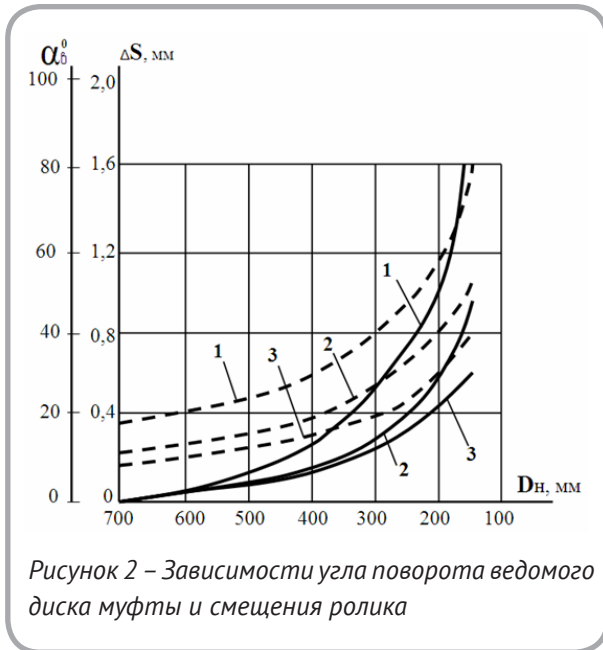


Рисунок 2 – Зависимости угла поворота ведомого диска муфты и смещения ролика

Из рисунка 2 следует, что по мере уменьшения диаметра намотки основных нитей на навое смещение ΔS ролика 13 увеличивается в различной степени в зависимости от плотности ткани по утку. Чем меньше плотность ткани по утку, тем больше должно быть смещение ΔS ролика. Следовательно, при меньшей плотности ткани по утку за время срабатывания всей основы с навоя будет больше величина отклонения подвижной системы скала от первоначального положения равновесия, соответствующего максимальному диаметру намотки основы на навое.

Отклонение подвижной системы скала от первоначального положения равновесия отражается на величине натяжения основных нитей, так как при этом изменяются усилия F затяжки пружин 6 и их плечи l_{OL} относительно оси O , то есть изменяется крутящий момент $M = Fl_{OL}$ усилий F относительно оси O .

На рисунке 3 представлены результаты расчетов изменения усилий F , их плеч l_{OL} и моментов M за время срабатывания основы по мере

уменьшения диаметра навоя от 700 мм до 150 мм при следующих данных: $P_y = 20$ н/см; $x_0 = 0$; $l_{OD} = 85$ мм; $l_{EF} = 60$ мм; начальные значения углов $\varphi_4 = 0$, $\varphi_5 = 45^\circ$. Расчеты выполнены для двух вариантов первоначального натяжения основных нитей при заправке станка: первый вариант – 20 сН/н (показано сплошными линиями) и второй вариант – 60 сН/н (показано штриховыми линиями).

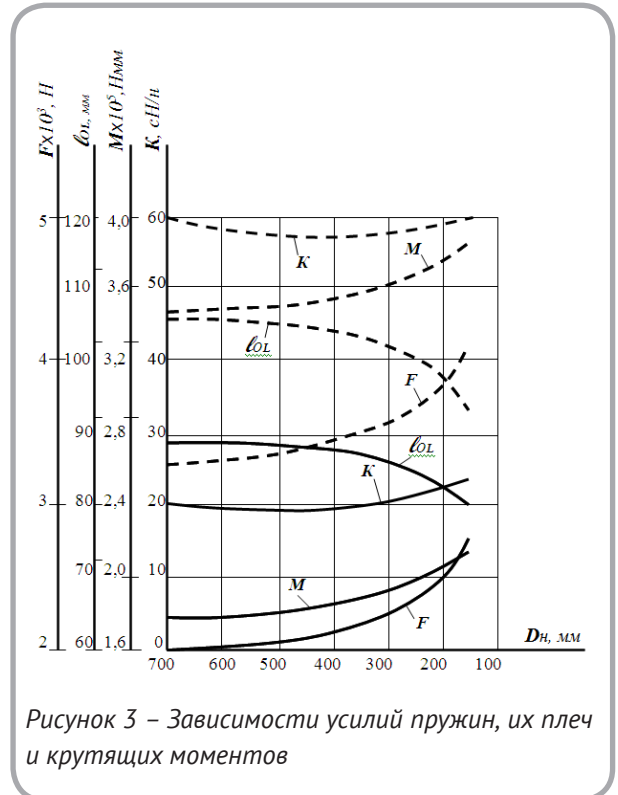


Рисунок 3 – Зависимости усилий пружин, их плеч и крутящих моментов

Из рисунка 3 следует, что усилия F пружин регулятора при работе ткацкого станка по мере срабатывания основных нитей с навоя увеличиваются, а их плечи l_{OL} – уменьшаются. В данном конкретном случае увеличение усилий F составляет 35,0 % при первом варианте и 25,6 % при втором варианте, а уменьшение их плеч l_{OL} – 11,3 % при первом варианте и 10,9 % при втором варианте. В результате крутящий момент увеличивается на 19,7 % при первом варианте и 11,2 % при втором. Изменение этого момента M соответствующим образом отражается на изменении величины натяжения основных нитей.

Расчеты показывают, что величина и характер изменения крутящего момента M во многом зависят от угла φ_5 , величину которого также можно

изменять при наладке станка. Изменение угла φ_4 положения рычагов скала и изменение угла θ обхвата скала нитями основы по мере уменьшения диаметра намотки основы на навое также приводят к изменению условий равновесия подвижной системы скала. В результате величина натяжения основных нитей изменяется.

На рисунке 3 приведены кривые изменения натяжения основных нитей K для тех же двух вариантов. Из рисунка видно, что натяжение основных нитей за время срабатывания всей основы с навоя не остается постоянным. В первом варианте изменение натяжения $\Delta K = K_{max} - K_{min} = 4,28$ сН/н или относительно его среднего значения $\Delta K = 100(K_{max} - K_{min}) / K_{cp} = 19,7$ %. Во втором варианте соответственно 2,48 сН/н и 4,2 %.

Выполненные расчеты позволили проанализировать влияние начального значения $\varphi_{4н}$ угла φ_4 , установленного при заправке станка, и чувствительности основного регулятора на величину и характер изменения натяжения основных нитей по мере их срабатывания с навоя.

На рисунке 4 показаны результаты расчетов изменения натяжения основных нитей по мере уменьшения диаметра их намотки на навое, выполненных для тех же двух вариантов и для условий выработки тканей с различной плотностью по утку. Линии 1 и 1' соответствуют плотности по утку 20 н/см, линии 2 и 2' – 30 н/см, линии 3 и 3' – 40 н/см. При этом линии 1, 2 и 3 показывают

изменения натяжения нитей при начальном угле $\varphi_{4н}$, равном 0° , а линии 1', 2' и 3' – при начальном угле φ_4 , равном 10° . Сплошные линии соответствуют минимальной чувствительности основного регулятора, а штриховые – максимальной.

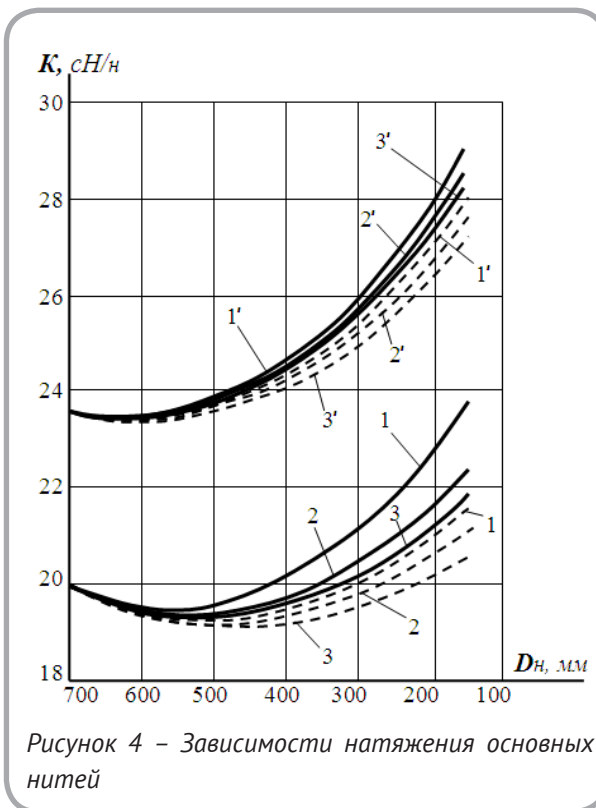


Рисунок 4 – Зависимости натяжения основных нитей

Из рисунка 4 видно, что натяжение основных нитей в процессе ткачества изменяется. Харак-

Таблица 1 – Расчетные данные

$\varphi_{4н}, ^\circ$	$l_{OD} / l_{EF}, \text{мм}$	$P_y, \text{н/см}$	$\Delta K = K_{max} - K_{min}, \text{сН/н}$	$\Delta K = 100(K_{max} - K_{min}) / K_{cp}, \%$
0	85/60	20	4,28	19,7
		30	2,82	13,3
		40	2,49	12,0
	145/30	20	2,38	10,9
		30	1,83	9,1
		40	1,43	7,2
10	85/60	20	5,61	21,2
		30	5,05	19,3
		40	4,78	18,4
	145/30	20	4,62	17,9
		30	4,17	16,3
		40	3,83	15,1

тер изменения натяжения при уменьшении диаметра намотки нитей зависит от многих факторов, в том числе от плотности ткани по утку и от наладочных параметров основного регулятора. Для оценки степени неравномерности статического натяжения основных нитей в данном конкретном случае определены диапазоны его изменения $\Delta K = K_{max} - K_{min}$ и $\Delta K = 100(K_{max} - K_{min}) / K_{cp}$, которые приведены в таблице 1.

Из таблицы 1 следует, что неравномерность натяжения основных нитей уменьшается при выработке тканей с большей плотностью по утку, а также при увеличении чувствительности основного регулятора.

Необходимо также отметить, что полное натяжение основных нитей на ткацком станке опре-

деляется суммой статической и динамической составляющих, что необходимо учитывать при выборе наладочных параметров.

Расчеты показывают, что одним из путей уменьшения неравномерности статического натяжения основных нитей может быть установка на ткацком станке дополнительного направляющего валика для нитей на участке между навоем и скалом. Это позволит сохранить постоянным угол охвата скала нитями основы и исключить влияние этого угла на величину их натяжения.

Таким образом, пользуясь методикой расчета [1], можно для каждой конкретной заправки ткацкого станка типа СТБ определить оптимальные наладочные параметры с целью уменьшения неравномерности натяжения основных нитей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Башметов, В.С. (2015), К расчету натяжения основных нитей на ткацком станке, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2015, № 28, С. 27-30.
2. Болотный, А.П., Брут-Бруляко, А.Б., Ерохова, М.Н. (2012), Зависимость натяжения основы от параметров наладки основного регулятора, *Известия вузов. Технология текстильной промышленности*, 2012, № 2, С. 58-62.

REFERENCES

1. Bashmetau V.S. (2015), To the calculation of warp threads tension on the loom [K raschetu natyazheniya osnovnyh nitej na tkackom stanke], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta – Bulletin of Vitebsk State Technological University*, 2015, № 28, pp. 27-30.
2. Bolotny A.P., Brut-Bruljako A.B., Erokhova M.N. (2012), Dependence of the warp tension from the parameters of the main regulator adjustment [Zavisimost' natyazheniya osnovy ot parametrov naladki osnovnogo regulatora], *Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti – Proceedings of higher education institutions Textile Industry Technology*, 2012, № 2, pp. 58-62.

Статья поступила в редакцию 08. 03. 2016 г.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЛИННОГО ТРЕПАНОГО ЛЬНОВОЛОКНА

А.С. Дягилев, А.Н. Бизюк, А.Г. Коган

УДК 677.11.021.16/022:658.562

РЕФЕРАТ

ДЛИННОЕ ТРЕПАНОЕ ЛЬНОВОЛОКНО, КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА, ЧАСТНЫЕ ФУНКЦИИ КАЧЕСТВА

В статье приведен анализ данных физико-механических свойств белорусского длинного трепаного льноволокна урожая 2013–2015 гг. Для 10, 11, 12, 13 номеров длинного трепаного льноволокна построены частные функции качества для разрывной нагрузки, гибкости, горстевой длины и группы цвета. Приведенные в статье графики частных функций качества позволяют проводить анализ и сравнение качества отдельной партии длинного трепаного льноволокна с качеством льноволокна урожая 2013–2015 гг. Разработанные графики частных функций качества могут быть использованы сотрудниками льноперерабатывающих предприятий, занимающимися контролем качества длинного трепаного льноволокна.

ABSTRACT

LONG SCUTCHED FLAX FIBER, QUALITY CONTROL, PARTIAL QUALITY FUNCTIONS

Analysis of physical and mechanical properties of long scutched flax harvested in Belarus in 2013–2015 was conducted in the article. For 10, 11, 12 and 13 quality indices of long scutched flax fiber partial functions of quality for breaking load, flexibility, color group and handful length were built. The graphics of partial quality functions allow analyzing and comparing the quality of a single batch of long scutched flax fiber with quality of flax fiber harvested in 2013–2015. Developed graphs of partial quality functions can be used by the specialists in the flax processing enterprises involved in quality control of long scutched flax fiber.

РУПТП «Оршанский льнокомбинат» является крупнейшим в Республике Беларусь и Восточной Европе льноперерабатывающим предприятием. Информационная система контроля качества предприятия [1] аккумулирует данные о более чем 90 % льноволокна, производимого в Республике Беларусь. Применение современных статистических методов и информационных технологий при проектировании и контроле качества льняных текстильных материалов позволяет увеличить скорость принятия управленческих решений и повысить качество выпускаемой продукции [2, 3]. Настоящее исследование основано на анализе данных, собранных в информационной системе льнокомбината, включающих сведения о физико-механических свойствах более 3000 партий длинного трепаного льноволокна, произведенного белорусскими льнозаводами

в 2013–2015 годах [4, 5]. Целью исследования является выявление статистических закономерностей в свойствах длинного трепаного льноволокна.

На рисунке 1 приведено распределение показателей качества (номеров), определенных согласно действующей нормативной документации [6], белорусского длинного трепаного льноволокна урожая 2013–2015 годов.

Как видно из рисунка 1, в поставках белорусских льнозаводов преобладает длинное трепаное льноволокно 11 номера. Волокно ниже 10 номера не закупается льнокомбинатом, волокно 14 и более высоких номеров не поставлялось белорусскими льнозаводами в 2013–2015 годах.

Согласно методике оценки качества длинного трепаного льноволокна [6], числен-

ная оценка прядильной способности N (номер) определяется по следующей формуле:

$$N = A + A_1X_1 + A_2X_2 + A_3X_3 + A_4X_4 , \quad (1)$$

где A, A_1, A_2, A_3, A_4 – коэффициенты, значение которых изменяется в зависимости от значения горстевой длины трепаного льноволокна X_1 – горстевая длина, см; X_2 – группа цвета; X_3 – разрывная нагрузка, Н; X_4 – гибкость, мм. После получения расчетного значения номера длинного трепаного льноволокна в него могут вноситься поправки в зависимости от горстевой длины, заостренности, наличия недоработки, значения произведений коэффициентов вариации по разрывной нагрузке и гибкости.

Особенность применяемой методики заключается в том, что низкие значения одного из физико-механических свойств могут быть компенсированы более высоким значением другого [7]. В случае рекламации, не подтверждения заявленного поставщиком (льнозаводом) номера волокна, в результате инструментальной оценки, проведенной в сертифицированной лаборатории, поставщик может либо согласиться с понижением номера для партии льноволокна, либо отозвать партию на пересортировку. В последнем случае необходимо знать, какое именно из



физико-механических свойств не удовлетворяет заданному номеру. Для этого был разработан и внедрен в информационную систему контроля качества РУПТП «Оршанский льнокомбинат» статистический метод частных функций качества [8, 9].

Частная функция качества для определения относительного положения среднего значения выбранного физико-механического свойства отдельной партии (образца) по отношению ко всем обследованным образцам, имеющим аналогичный заявленный показатель качества (номер):

$$S(x) = 1 - CDF(x) = \int_x^{\infty} PDF(t) dt \approx \sum_{i: x_i \geq x} p_i = \frac{1}{n} \cdot k_{x_i \geq x} , \quad (2)$$

где x – значение свойства одного исследованного образца; $CDF(x)$ – кумулятивная функция распределения; $PDF(t)$ – функция плотности вероятности; p_i – вероятность, связанная со значением, удовлетворяющим условию $x_i \geq x$; n – количество исследованных образцов; k – количество образцов, удовлетворяющих условию $x_i \geq x$.

Численное значение частной функции качества показывает, какое количество обследованных образцов обладает лучшим значением выбранного свойства. В информационной системе контроля качества РУПТП «Оршанский льнокомбинат» реализовано автоматическое вычисление значения частной функции качества для каждого исследуемого физико-механического свойства. Для использования частных функций качества вне информационной системы предлагается построить по формуле (2) графики частных функций качества для каждого физико-механического свойства и для каждого показателя качества (номера).

На рисунках 2–5 приведены графики частных функций качества для разрывной нагрузки, гибкости, горстевой длины и группы цвета длинного трепаного льноволокна урожая 2013–2015 гг. Приведенные графики частных функций качества рассчитаны и построены с использованием языка статистической обработки данных R [10].

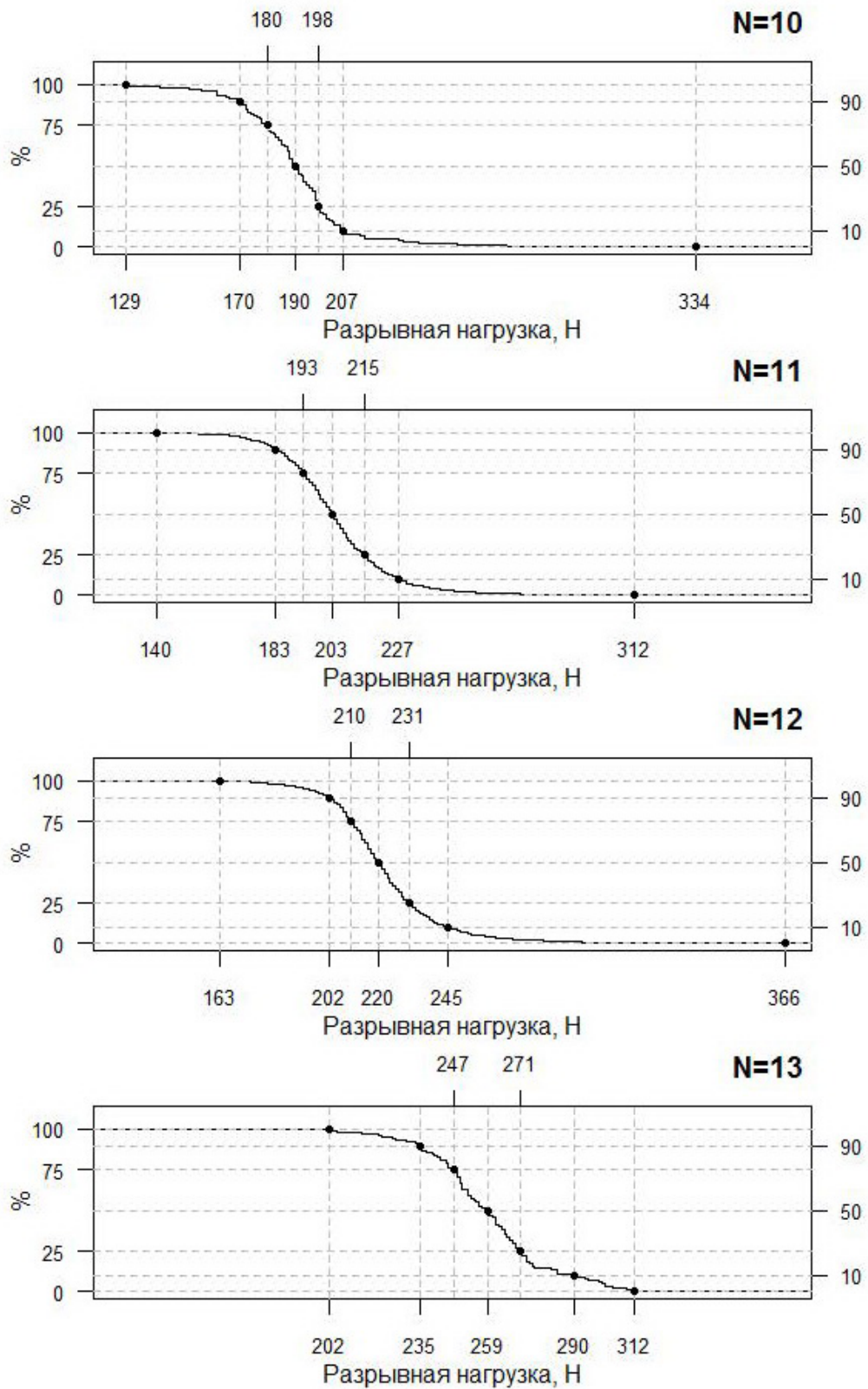


Рисунок 2 – Частные функции качества для разрывной нагрузки длинного трепаного льноволокна урожая 2013–2015 годов

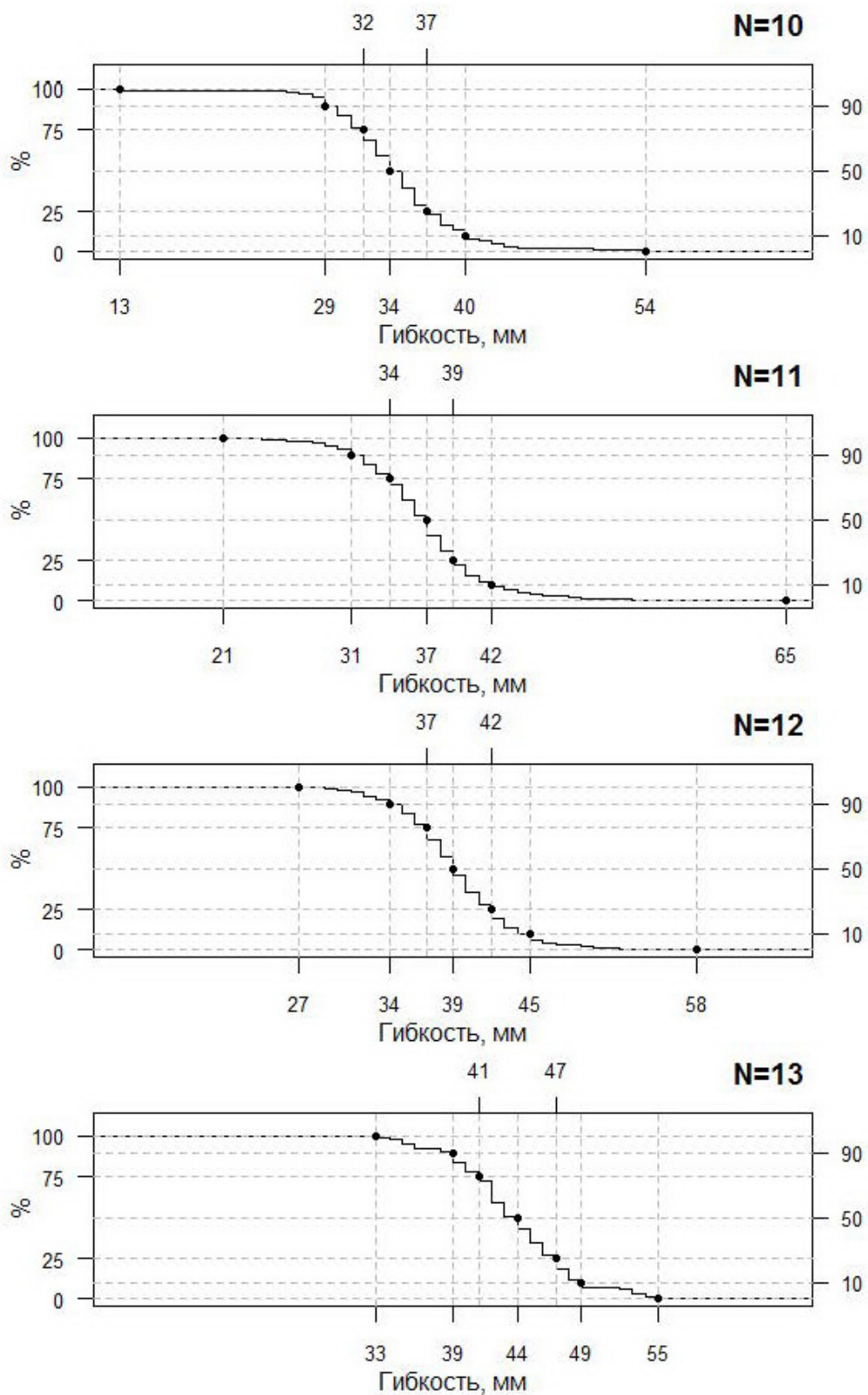


Рисунок 3 – Частные функции качества для гибкости длинного трепаного льноволокна урожая 2013–2015 годов

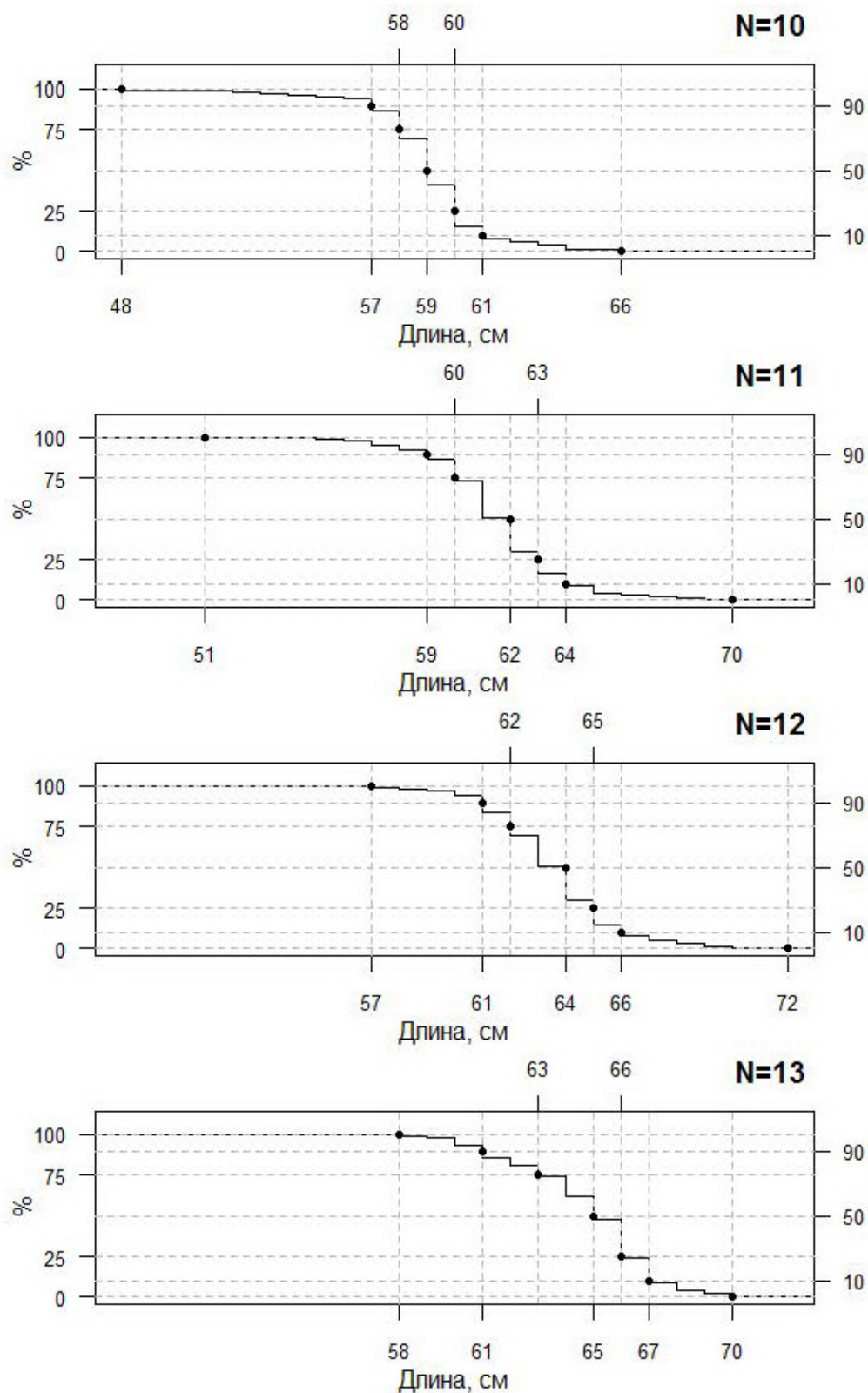


Рисунок 4 – Частные функции качества для горстевой длины длинного трепаного льноволокна урожая 2013–2015 годов

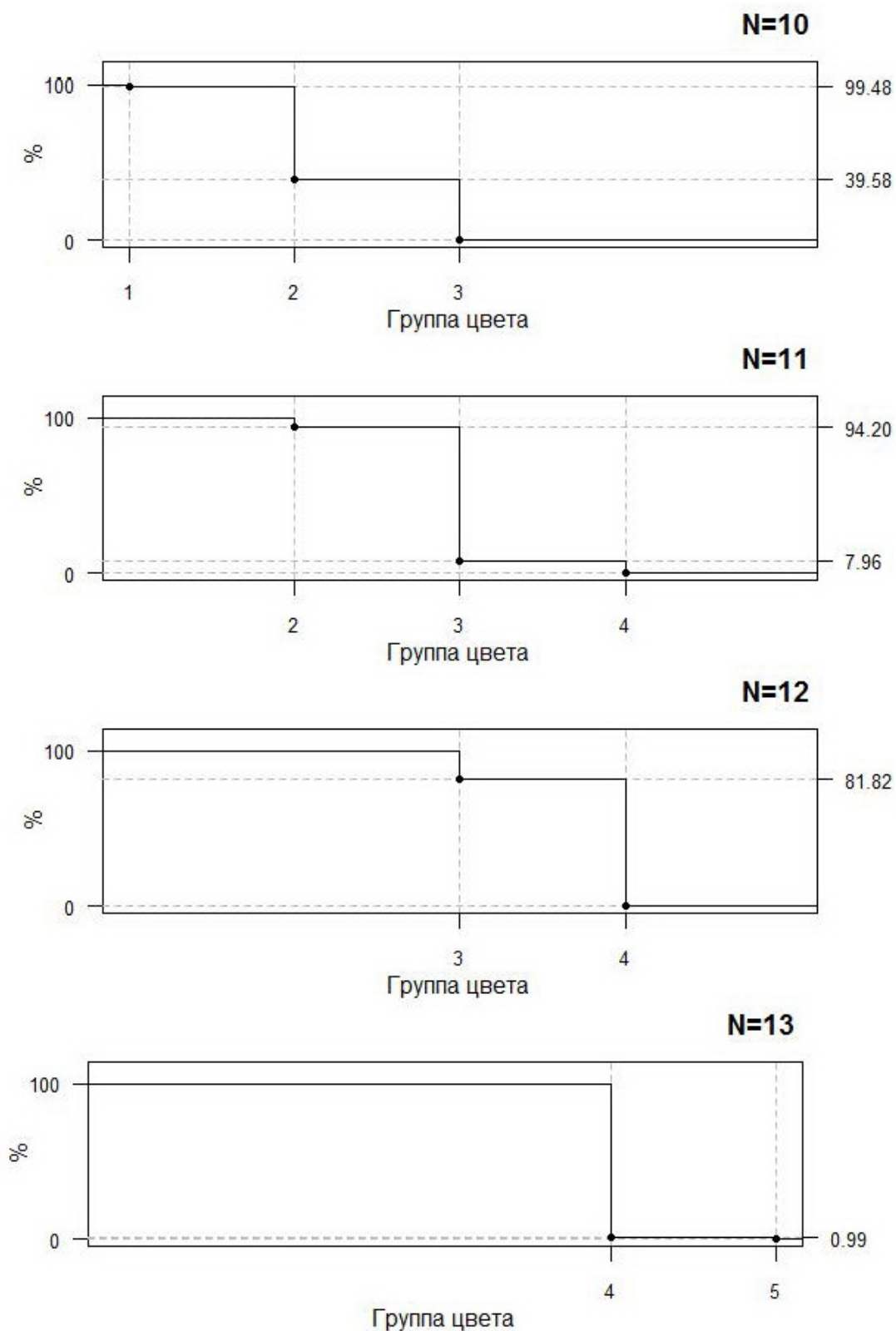


Рисунок 5 – Частные функции качества для группы цвета длинного трепаного льноволокна урожая 2013–2015 годов

Графики частных функций качества, представленные на рисунках 2–5, могут быть использованы для проведения сравнительной оценки отдельной партии длинного трепаного льноволокна с льноволокном урожая 2013–2015 гг. Проведя перпендикуляр к оси абсцисс в точке, соответствующей среднему значению выбранного свойства отдельной партии льноволокна, находят точку пересечения перпендикуляра с графиком частной функции качества, затем, проведя через эту точку линию, перпендикулярную оси ординат, можно найти значение частного показателя качества для выбранного образца. Так, например, для партии волокна 10 номера (рисунок 2), со средним значением разрывной нагрузки 198 Н, значение частного показателя качества равняется 25 %, то есть 25 % образцов обладают значением разрывной нагрузки больше 198 Н.

Из рисунков 2–5 видно, что с увеличением численного значения показателя качества (номера) графики частных функций качества выбранного физико-механического свойства длинного трепаного льноволокна сдвигаются вправо, что свидетельствует об увеличении численных значений физико-механических свойств волокна с увеличением номера.

В таблице 1 приведены результаты сравнительного анализа значений физико-механических свойств образца длинного трепаного льноволокна с инструментально подтвержденным 11 номером, имеющего среднее значение разрывной нагрузки 219 Н; среднее значение гибкости 35 мм; среднее значение горстевой длины 63 см; среднее значение группы цвета 3.

Анализируя данные, приведенные в таблице 1, можно сделать следующие заключения:

- Если бы данный образец был заявлен по-

ставщиком как льняное волокно 10-го номера, то он бы входил в 10 % лучших образцов по разрывной нагрузке и горстевой длине. По гибкости он попадал бы в 50 %, но не попадал бы в 25 % лучших образцов. При этом он обладал бы самым лучшим значением группы цвета.

- Данный образец был заявлен поставщиком как 11 номер. По горстевой длине 25 % образцов обладают лучшим значением, чем у выбранного образца. По гибкости он попадает в 75 %, но не попадает в 50 % лучших образцов. По разрывной нагрузке он попадает в 25 %, но не попадает в 10 % лучших образцов. По группе цвета только 7.96 % образцов обладают лучшим значением, чем у выбранного образца.

- Если бы данный образец был заявлен поставщиком как льняное волокно 12-го номера, то 81,82 % образцов обладало бы лучшим значением группы цвета. По горстевой длине он попадал бы в 75 %, но не попадал бы в 50 % лучших образцов. По гибкости он попадал бы в 90 %, но не попадал бы в 75 % лучших образцов. По разрывной нагрузке он попадал бы в 75 %, но не попадал бы в 50 % лучших образцов. В этом случае, при рекламации, необходимо обратить внимание на значения группы цвета и гибкости.

- Если бы данный образец был заявлен поставщиком как льняное волокно 13-го номера, то 100 % образцов обладало бы лучшим значением группы цвета, поскольку 3 группа цвета не встречается в образцах 13 номера. По горстевой длине ровно 75 % образцов обладают лучшим значением, чем у выбранного образца. По гибкости и разрывной нагрузке более 90 % образцов обладало бы лучшими значениями свойств. В данном случае образец обладает неудовлетворительными значениями всех исследованных

Таблица 1 – Значения частных функций качества для выбранного образца

Номер	По разрывной нагрузке	По гибкости	По горстевой длине	По группе цвета
10	<10 %	25 – 50 %	<10 %	0 %
11	10 – 25 %	50 – 75 %	25 %	7.96 %
12	50 – 75 %	75 – 90 %	50 – 75 %	81.82 %
13	>90 %	>90 %	75 %	100 %

свойств.

ВЫВОДЫ

Таким образом, проведенный анализ данных физико-механических свойств белорусского длинного трепаного льноволокна урожая 2013-2015гг, позволил для 10, 11, 12, 13 номеров длинного трепаного льноволокна построить частные функции качества для разрывной нагрузки, гибкости, горстевой длины и группы цвета. Получен-

ные графики частных функций качества позволяют проводить анализ и сравнение качества отдельной партии длинного трепаного льноволокна с качеством льноволокна урожая 2013-2015гг. Приведенные графики частных функций качества могут быть использованы сотрудниками льноперерабатывающих предприятий, занимающимися контролем качества длинного трепаного льноволокна.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дягилев, А.С., Бизюк, А.Н., Коган, А.Г. (2016), Построение информационной системы для контроля качества длинного трепаного льноволокна, *Известия вузов. Технология текстильной промышленности*, 2016, № 1 (361), С. 51-54.
2. Дягилев, А.С., Коган, А.Г. (2012), *Методы и средства исследований технологических процессов*, Витебск, 2012, 206 с.
3. Дягилев А. С., Коган А.Г. (2015), Исследование и моделирование физико-механических свойств волокон котонизированного льна, *Известия вузов. Технология текстильной промышленности*, 2015, № 2 (356), С. 37-42.
4. Дягилев, А.С., Бизюк, А.Н., Коган, А.Г. (2014), Исследование качественных характеристик белорусского длинного трепаного льноволокна урожая 2013 года, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2014, № 27, С. 31.
5. Дягилев, А.С., Бизюк, А.Н., Коган, А.Г. (2015), Исследование цветовых характеристик льноволокна в процессе чесания, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2015, № 29, С. 31-42.
6. СТБ 1195–2008. *Волокно льняное трепаное длинное*, Введ. 2008-04-30, Минск, Госстандарт

REFERENCES

1. Dyagilev, A.S., Biziuk, A.N., Kogan A.G. (2016), Construction of an information system for quality control of long scutched flax fiber [Postroenie informacionnoj sistemy dlja kontrolja kachestva dlinnogo trepanogo l'novolokna], *Izvestija vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti - News of high schools. Technology textile industry*, 2016, № 1 (361), pp. 51-54
2. Dyagilev, A.S., Kogan A.G. (2012), *Metody i sredstva issledovanij tehnologicheskix processov* [Methods and means of research of technological processes], Vitebsk, 2012, 206 p.
3. Dyagilev, A.S., Kogan A.G. (2015), Research and modeling of physical and mechanical properties of cottonized flax fibers [Issledovanie i modelirovanie fiziko-mehaničeskix svojstv volokon kotonizirovannogo l'na], *Izvestija vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti - News of high schools. Technology textile industry*, 2015, № 2 (356), pp. 37-42.
4. Dyagilev, A.S., Biziuk, A.N., Kogan A.G. (2014), Investigation of belarussian long scutched flax fiber quality characteristics of 2013-th year crop [Issledovanie kachestvennyh arakteristik belarusskogo dlinnogo trepanogo l'novolokna urozhaja 2013 goda], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologičeskogo universiteta - Vestnik of Vitebsk State Technological University*, 2014, № 27, p. 31.

- Республики Беларусь, 2008, 30 с.
7. Дягилев, А.С., Бизюк, А.Н., Коган, А.Г. (2015), Оценка прядильной способности длинного трепаного льноволокна, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2015, № 28, С. 61.
 8. Дягилев, А.С., Бизюк, А.Н., Коган, А.Г. (2015), Производственный контроль качества длинного трепаного льноволокна, *Известия вузов. Технология легкой промышленности*, 2015, № 2, С. 59.
 9. Dyagilev Andrey, Biziuk Andrei, Kogan Alexander (2016), Estimation and prediction of longscutched flax spinning ability, *Proceedings of The 90th Textile Institute World Conference*, Poznań, 2016, pp. 66-72.
 10. R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>
 5. Dyagilev, A.S., Biziuk, A.N., Kogan A.G. (2015), Investigation of changes in color characteristics of flax fiber in the carding process [Issledovanie cvetovyh harakteristik l'novolokna v processe chesaniya], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta - Vestnik of Vitebsk State Technological University*, 2015, № 29, pp. 31-42.
 6. STB 1195–2008. *Flax fiber scotched long*. Introduced 2008-04-30, Minsk, State Standard of the Republic of Belarus, 2008, 30 p.
 7. Dyagilev, A.S., Biziuk, A.N., Kogan A.G. (2015), Evaluation of long scutched flax spinning ability [Ocenka prjadil'noj sposobnosti dlinnogo trepanogo l'novolokna], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta - Vestnik of Vitebsk State Technological University*, 2015, № 28, p. 61.
 8. Dyagilev, A.S., Biziuk, A.N., Kogan A.G. (2015), Production quality control of long scutched flax [Proizvodstvennyj kontrol' kachestva dlinnogo trepanogo l'novolokna], *Izvestija vuzov. Tehnologija legkoj promyshlennosti – The News of higher educational institutions. Technology of Light Industry*, 2015, № 2, p. 59.
 9. Dyagilev Andrey, Biziuk Andrei, Kogan Alexander (2016), Estimation and prediction of longscutched flax spinning ability, *Proceedings of The 90th Textile Institute World Conference*, Poznań, 2016, pp. 66-72.
 10. R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>

Статья поступила в редакцию 29. 04. 2016 г.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРИБОРА И МЕТОДИКИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ УСТОЙЧИВОСТИ ОКРАСКИ КОЖ И ГОТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ К ТРЕНИЮ

А.К. Матвеев, И.А. Петюль, Е.В. Медведская

УДК 620.1.05, 675.017.88

РЕФЕРАТ

КОЖА, ОБУВЬ, УСТОЙЧИВОСТЬ ОКРАСКИ, ТРЕНИЕ, РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ, ПРИБОР, МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ, СМЕЖНАЯ ТКАНЬ

Объектом исследования в данной работе являются обувь и готовые изделия из натуральных и искусственных кож. Цель работы – разработка конструкции прибора, позволяющего определять устойчивость окраски кож к сухому и мокрому трению в готовой обуви и изделиях без их разрушения. В процессе анализа существующих стандартных методик для определения устойчивости окраски к трению, конструкций приборов и устройств, предназначенных для их реализации, установлено, что ни один из указанных в методиках приборов не обеспечивает в полной мере возможность контроля устойчивости окраски в готовой обуви или мелких кожгалантерейных изделиях. С целью обеспечения возможности контроля устойчивости окраски кож непосредственно в обуви или готовых изделиях разработана конструкция нового устройства для определения данного показателя. В работе представлены описание спроектированной конструкции и принцип работы нового устройства, приведены его основные метрологические и технические характеристики. Основные достоинства разработанного устройства: модульная конструкция, возможность свободного перемещения испытательной головки в пространстве относительно образца, возможность регулирования частоты вращения истирающей головки и настройка усилия прижима смежной ткани к образцу. После валидации методики проведения испытаний разработанное устройство может применяться в испытательных лабораториях для контроля качества устойчивости окраски при подтверждении соответствия готовой обуви и кожгалантерейных товаров требованиям технических регламентов ТР ТС 007/2011, ТР ТС 017/2011.

ABSTRACT

LEATHER, SHOES, COLOR FASTNESS, FRICTION, DESIGN DEVELOPMENT, DEVICE, TEST METHOD, ADJACENT TEXTILE MATERIALS

This article describes the design of the device for controlling the color fastness of leather to friction. The device is designed for inspection of color fastness on the finished shoes and leather products. The analysis of methods and devices for controlling of color fastness of leather to friction was conducted. The influence of the main metrological parameters of known devices was studied. The actuality of the problem of the leather color fastness control on the finished shoes and leather products is shown. The intensity of staining of adjacent textile materials was investigated. The parameters of the technical specifications for the design of the new device were defined. A new design of the device and method of testing were developed.

Входной контроль качества сырья и материалов в обувном и кожгалантерейном производствах, а также периодический контроль готовой продукции предусматривают определение такого показателя, как устойчивость окраски кожи к трению. Нормируется этот показатель в ГОСТ 28631 «Сумки, чемоданы, портфели, ранцы, папки, изделия мелкой кожгалантереи. Общие технические условия», ГОСТ 939-94 «Кожа для верха обуви. Технические условия», ГОСТ 940-81 «Кожа для подкладки обуви. Технические условия». В 2011 г. в действие введены технические регламенты Таможенного союза ТР ТС 017/2011 «О безопасности продукции легкой промышленности» и ТР ТС 007/2011 «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков». Указанные документы устанавливают требования безопасности к текстильным материалам, одежде, обуви, кожгалантерейным товарам и некоторой другой продукции и выполнение этих требований является обязательным при производстве и реализации продукции потребителям. В статьях, устанавливающих требования безопасности к обуви и кожгалантерейным изделиям, также нормируется устойчивость окраски к трению кож, применяемых для изготовления изделий. В Перечне документов в области стандартизации, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимые для применения и исполнения требований технического регламента Таможенного союза «О безопасности продукции легкой промышленности» (ТР ТС 017/2011) и осуществления оценки (подтверждения) соответствия продукции указаны методики ГОСТ 938.29 2002 и ГОСТ Р 52580 2006 для проведения испытаний устойчивости окраски к сухому и мокрому трению. На основе проведенного в работе [1] обзора существующих методик и приборов было установлено, что определить этот показатель в готовых изделиях, конструкция которых выполнена из деталей небольшой площади, технически невозможно, что обусловлено требованиями к размерам проб. Кроме этого, все ныне используемые методики требуют разрушения испытуемого образца. Поэтому в настоящее время весьма остро стоит вопрос о разработке новой методики проведения испытания и конструкции прибора для ее

реализации, лишенной указанных недостатков.

С практической точки зрения, важной задачей является обеспечение возможности сопоставления результатов испытаний, получаемых с помощью разрабатываемого прибора, с результатами, которые получают на приборах, применяющихся в вышеуказанных методиках. Рациональным решением является разработка прибора, позволяющего проводить испытания, поддерживая основные параметры близкими к указанным в действующих методиках. В результате проведенного анализа конструкции прибора Хайлова, применяемого по ГОСТ 938.29 2002, было определено, что принцип его действия не может быть использован при разработке прибора обеспечивающего неразрушающий контроль. По этой причине было принято решение проектировать прибор, испытательное устройство которого основано на принципе действия прибора типа ПОМ по ГОСТ Р 52580–2006. На основании анализа конструкции прибора был выявлен его основной недостаток, заключающийся в громоздкости конструкции и невозможности проведения испытаний на готовых изделиях (обувных и галантерейных) малой площади, так как испытательная площадка не предусматривает размещение на ней изделий. В остальном конструкция прибора ПОМ является вполне удачной и полностью соответствует требованиям, изложенным в методиках.

Исходя из поставленных задач, а также результатов анализа существующих методик и приборов (в частности, конструкции прибора ПОМ) были определены основные требования технического задания на разрабатываемый прибор:

- 1) конструкция прибора должна реализовывать принцип проведения испытаний, основанный на определении степени закрашивания смежной ткани после трения ее о испытуемый образец при заданном усилии контакта;
- 2) главное движение истирающей головки должно быть вращательным;
- 3) усилие контакта должно быть регулируемым;
- 4) частота вращения истирающей головки должна быть регулируемой;
- 5) конструкция прибора должна быть модульной.

В ходе разработки конструкции прибора в соответствии с требованиями технического задания разработано испытательное устройство, обеспечивающее необходимое усилие контакта смежной ткани на испытуемый образец, конструкция которого показана на рисунке 1.

Для обеспечения испытания готовых изделий и обуви испытательное устройство должно иметь возможность свободного перемещения в пространстве, а не быть зафиксированным, как это реализовано в устройстве ПОМ. Для реализации данной задачи было принято решение в

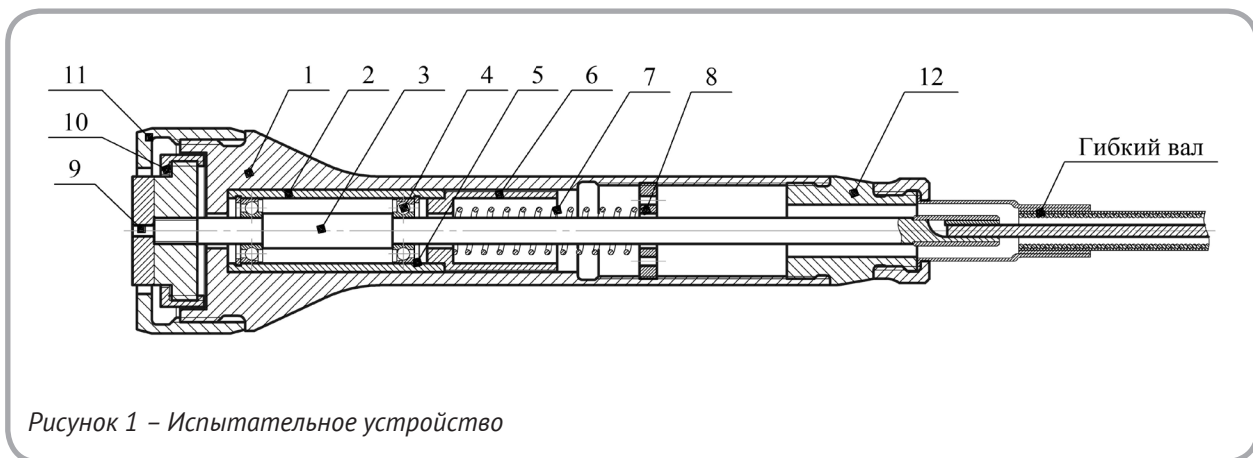


Рисунок 1 – Испытательное устройство

Испытательное устройство представляет собой корпус 1, в котором размещена гильза 2, установленная с возможностью перемещения в корпусе. В гильзе расположен вал 3, закрепленный между двумя радиально упорными подшипниками 4. Фиксация подшипников в гильзе осуществляется пружинными стопорными кольцами 5.

Для создания усилия прижима между смежной тканью и испытуемым образцом в гильзе установлен стакан пружины 6, в котором размещена пружина 7. При помощи поджимного винта 8, ввинченного в корпус, регулируется усилие сжатия пружины (нагрузка на образец).

На валу закреплена истирающая головка 9, предназначенная для фиксации фрагмента смежной ткани во время испытания. Фиксирование смежной ткани на истирающей головке осуществляется зажимным кольцом 10. На корпус навинчивается крышка 11. Позицией 12 обозначена переходная втулка, предназначенная для соединения испытательного устройства с гибким валом.

Стоит отметить, что разработанное испытательное устройство является отдельным сменным модулем. Модульность конструкции предусматривает возможность использования испытательных головок с различным типоразмером истирающей головки.

разрабатываемой конструкции для передачи крутящего момента от двигателя к истирающей головке использовать гибкий вал.

Для регулировки частоты вращения истирающей головки было использовано устройство, позволяющее изменять частоту вращения асинхронного двигателя – частотный преобразователь (инвертор).

Разработанная конструкция устройства ПНК-XX (прибор неразрушающего контроля), где символами XX обозначен диаметр истирающей головки, имеет технические характеристики, приведенные в таблице 1.

Внешний вид прибора ПНК-XX и его основные элементы представлены на рисунке 2.

Прибор представляет собой основание 1, на котором установлен привод 2, передающий посредством гибкого вала 3 крутящийся момент истирающей головке испытательного устройства 4. На основании размещен инвертор 5, совмещающий в себе функции панели управления и функции регулирования частоты питающего привод тока, что позволяет регулировать частоту вращения истирающей головки испытательного устройства. На базе основания смонтирован защитный корпус 6, на верхней панели которого закреплена ручка 7 для удобства перемещения и транспортировки прибора.

С целью обеспечения сходимости и вос-

Таблица 1 – Технические характеристики прибора ПНК-ХХ

Параметр	Значение, характеристика	Размерность	
Габаритные размеры	450x180x160	мм	
Масса	13,4	кг	
Характер питающего тока	Переменный		
Мощность, не более	0,2	кВт	
Номинальный ток	5	А	
Частота	50	Гц	
Напряжение	380	В	
Частота вращения стирающей головки	min - max	1-196	мин ⁻¹
	рабочая	40-196	мин ⁻¹
	погрешность	±1	мин ⁻¹

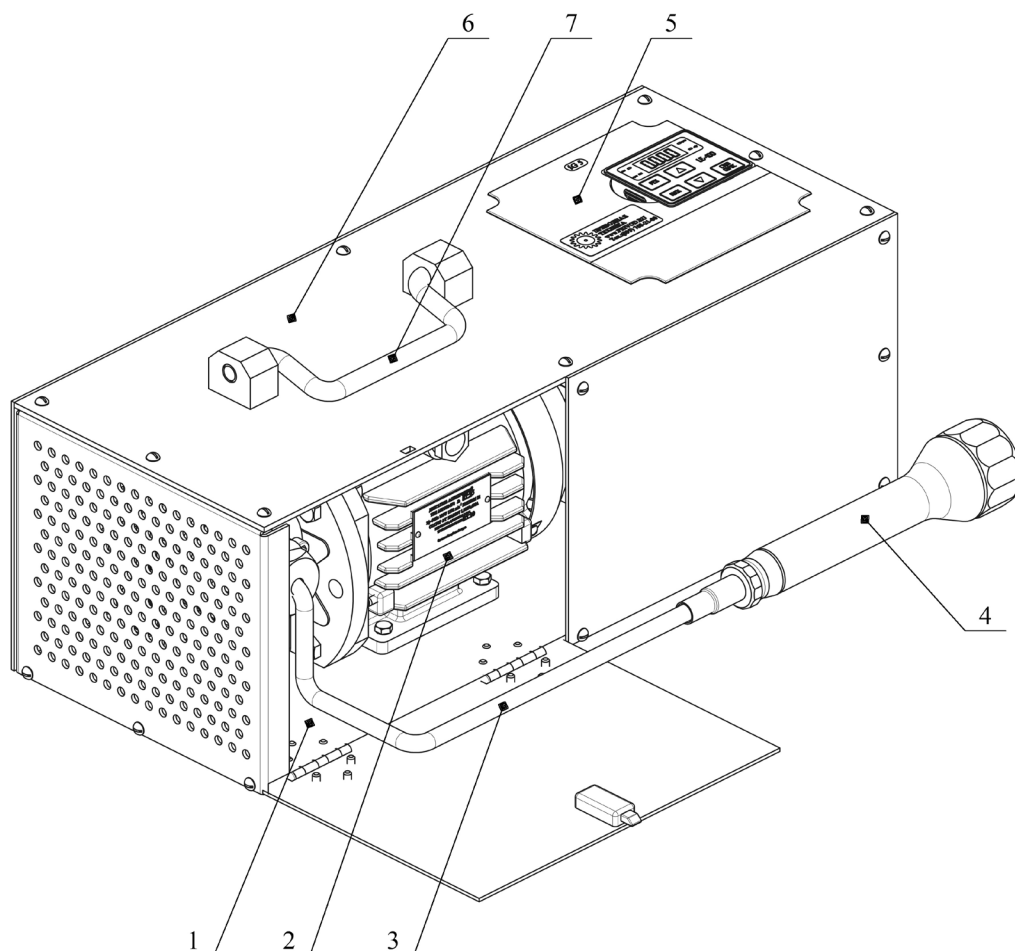


Рисунок 2 – Внешний вид разработанного прибора

производимости результатов испытаний, при разработке методики проведения испытаний также, как и при разработке конструкции прибора, за основу была принята методика, указанная в ГОСТ Р 52580–2006.

Согласно разработанной методике, при проведении испытаний применяют прибор ПНК- 25, обеспечивающий следующие основные параметры проведения испытания:

- диаметр испытательной головки: 25 ± 1 мм;
- усилие прижима смежной ткани к образцу: $9,8 \pm 0,5$ Н;
- количество циклов вращения: 50 ± 1 ;
- частота вращения испытательной головки 125 ± 1 мин⁻¹.

Диаметр истирающей головки 25 мм был выбран таким образом, чтобы была обеспечена возможность не только органолептической оценки закрашенного образца смежной ткани с применением шкал серых эталонов, но и инструментальной, например, при помощи спектрофотометра.

Для определения оптимального усилия прижима смежной ткани к испытываемому образцу в работе [2] были проведены исследования по оценке степени влияния основных метрологических параметров испытания на интенсивность закрашивания смежной ткани. Было показано, что зависимость между скоростью миграции красителя на смежную ткань и усилием прижима является линейной функцией, то есть чем больше масса груза, прижимающего образец, тем быстрее происходит миграция красителя на смежную ткань. Эта зависимость справедлива на всем исследуемом диапазоне изменения груза от 300 до 1500 г. Методом аппроксимации кривой, отображающей зависимость параметров, было получено уравнение, по которому можно определить, насколько увеличивается цветовое различие при любой нагрузке. Поэтому значение этого параметра было принято равным 9,8 Н, то есть таким же, как и в других применяемых методиках.

Количество циклов вращения, совершаемых во время проведения испытания, и частота вращения испытательной головки были установлены по аналогии с методикой проведения испытаний, указанной в ГОСТ Р 52580-2006.

Сущность методики определения устойчиво-

сти окраски к трению готовой обуви и кож заключается в том, что испытуемый образец (кожа или готовая обувь) подвергается истирающему воздействию о смежную ткань, после чего проводится оценка изменения закрашивания смежной ткани в баллах или инструментально. В качестве смежной ткани, контактирующей с образцом, используют специально выработанную неокрашенную ткань, на которой определяют степень закрашивания вследствие перехода на нее красителя с испытуемого образца.

Для работы разработанного прибора не требуется особых условий, достаточно поддерживать в помещении относительную влажность воздуха от 40 % до 70 % в целях предотвращения коррозии металлических деталей и стандартную температуру при проведении лабораторных испытаний (20 ± 5) °С.

Достоинством разработанного прибора является то, что в качестве образцов для испытаний могут быть использованы не только кожи, но и готовые изделия – обувь, в том числе детская, сумки, мелкая кожгалантерея. Проведение испытаний осуществляют не менее, чем на трех образцах (парах).

Оценка результатов исследований выполняется согласно требованиям и правилам, сущность которых изложена в ГОСТ 9733.0 83 или стандартах ГОСТ ИСО серии 105/А под общим наименованием «Материалы текстильные. Определение устойчивости окраски» [3]. Проектом разработанной методики предусмотрена как визуальная оценка с применением шкал серых эталонов, так и инструментальная с применением спектрофотометра. Результат испытания в обоих случаях определяется в баллах.

Выводы

1. Поскольку разработанная конструкция прибора и методика испытаний полностью соответствуют требованиям, изложенным в ГОСТ Р 52580–2006, который в свою очередь соответствует требованиям технического регламента Таможенного союза «О безопасности продукции легкой промышленности» (ТР ТС 017/2011), то можно сделать вывод о возможности определения устойчивости окраски к трению кожи, готовых изделий из кож, а также обуви, в том числе изготовленной из деталей малой площади, без

разрушения образца.

2. Наличие регулируемого привода, обеспечивающего изменение частоты вращения истирающей головки, а также возможность регулирования нагрузки позволяют варьировать параметры испытаний в широком диапазоне, за счет чего может быть расширена сфера применения прибора.

3. Благодаря своей переносной конструк-

ции, обеспечивающей мобильность транспортировки, разработанный прибор позволяет осуществлять контроль не только в стационарных лабораторных условиях, но также при необходимости и в условиях производства, непосредственно на производственных линиях по выпуску кожевенных материалов, искусственных и синтетических кож, а также других материалов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Куровская, Т.А., Матвеев, А.К., Петюль, И. А. (2015), Анализ методов определения устойчивости окраски к трению, *Материалы докладов 48-ой Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвященной 50-летию университета*, Витебск, 2015, Т 2, С. 299-301.
2. Петюль, И.А., Матвеев, А.К., Медведская, Е.В. (2015), Исследование влияния метрологических параметров прибора Хайлова на результат устойчивости окраски кож к трению, Новое в технике и технологии в текстильной и легкой промышленности, *Материалы Международной научно-технической конференции*, 25-26 ноября 2015 г., Витебск, 2015, С. 359-361.
3. Петюль, И.А., Шеверина, Л.Н., Матвеев, А.К. (2015), Исследование устойчивости окраски кожевенных материалов к воздействию сухого трения, Новое в технике и технологии в текстильной и легкой промышленности, *Материалы Международной научно-технической конференции*, 25-26 ноября 2015 г., Витебск, 2015, С. 361-362.

REFERENCES

1. Kurovskaja, T.A., Matveev, A.K., Petjul', I. A. (2015), Analysis methods for the determination color fastness to friction [Analiz metodov opredelenija ustojchivosti okraski k treniju], 48th Proceedings of the International scientific-technical conference of teachers and students dedicated to the 50th anniversary of the University, Vitebsk, 2015, Vol. 2, pp. 299-301.
2. Petjul', I.A., Matveev, A.K., Medvedskaja, E.V. (2015), Investigation of influence of metrological parameters on the result of color fastness of leather to friction of the device Haylova [Issledovanie vlijanija metrologicheskikh parametrov pribora Hajlova na rezul'tat ustojchivosti okraski kozh k treniju], New technique and technology in the textile and light industry, *Proceedings of International Scientific and Technical Conference*, November 25-26, 2015, Vitebsk, 2015, pp. 359-361.
3. Petjul', I.A., Sheverinova, L.N., Matveev, A.K. (2015), Investigation of color fastness of leather materials to the effects of dry friction [Issledovanie ustojchivosti okraski kozhevennyh materialov k vozdejstviyu suhogo trenija], New technique and technology in the textile and light industry, *Proceedings of International Scientific and Technical Conference*, November 25-26, 2015, Vitebsk, 2015, pp. 361-362.

Статья поступила в редакцию 01. 04. 2016 г.

АНАЛИЗ ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЙ СТОПЫ И КОЛОДКИ

Ю.В. Милюшкова, В.Е. Горбачик

УДК 685. 34.021. 3:685.341.85

РЕФЕРАТ*СТОПА, ОБУВНАЯ КОЛОДКА, СООТНОШЕНИЕ РАЗМЕРОВ СТОПЫ И КОЛОДКИ, ОБУВЬ*

В статье представлена информация о разработанной рациональной обувной колодке для закрытой дошкольной обуви. Проведено сопоставление параметров одноименных поперечно-вертикальных сечений разработанной колодки и средне-средней стопы дошкольной половозрастной группы. Определены значения сравнительных коэффициентов размеров стопы и колодки по ширине для закрытой дошкольной обуви. Полученные в ходе работы результаты позволяют по антропометрическим данным стопы любого региона спроектировать рациональную колодку для обуви дошкольной половозрастной группы.

ABSTRACT*FOOT, SHOE LAST, THE SIZE RATIO OF THE FOOT AND SHOES, SHOES*

The information about the developed rational shoe last for closed preschool shoes is offered in the article. The comparison of the parameters of similar cross-vertical sections of the developed last and middle-middle foot of preschool age and gender group was conducted. The values of comparative coefficients of foot sizes and last in width for closed preschool shoes were defined. The obtained results allow on the base of anthropometric data of any region design the rational shoe last for preschool age and gender group.

Одной из составляющих рациональной конструкции обуви в целом и детской в частности является соответствие формы и размеров обуви форме и размерам стопы. В свою очередь внутренние размеры и форма готовой обуви определяются в основном размерами и формой колодки, на которой она изготовлена. Однако колодка по форме и размерам не является точной копией стопы. Следовательно, и удобство в процессе носки прежде всего зависит от того, каковы соотношения между размерами и формой стопы и колодки. В связи с этим важной задачей является определение рациональных параметров обувной колодки и установление соотношений форм и размеров одноименных сечений стопы и колодки.

Разработка внутренней формы обуви – весьма сложная задача. Исходными данными для построения рациональной обувной колодки являются антропометрические данные о форме и размерах средне-средней стопы по каждой половозрастной группе населения. Кроме это-

го, при определении параметров рациональной внутренней формы обуви должны быть учтены изменения размеров стопы в процессе ходьбы, динамика ее роста, рациональное распределение статической и динамической нагрузок при силовом взаимодействии стопы с обувью, фактор усадки верха обуви после снятия ее с колодки и в процессе последующего хранения, свойства систем материалов верха и низа обуви, возрастные особенности стоп.

В основу ГОСТ 3927–88 «Колодки обувные. Общие технические условия» [1], действующего в настоящее время, заложены результаты обмеров детских стоп, проведенных в 70-е годы прошлого столетия, в то время как по рекомендациям антропологов подобные исследования должны проводиться каждые 10 лет. Ситуация усугубляется тем, что в последнее время на предприятиях Республики Беларусь для производства детской обуви используют в основном образцы импортных колодок, параметры которых заведомо ориентированы на своих соотечественников.

Поэтому модельеры вынуждены опытным путем корректировать колодки, подгоняя их параметры к стопам белорусских потребителей, что не всегда положительно сказывается на рациональности готовой обуви.

Учитывая это для определения рациональных параметров внутренней формы дошкольной обуви, на кафедре конструирования и технологии изделий из кожи Витебского государственного технологического университета были проведены антропометрические исследования ног 1810 детей Республики Беларусь дошкольного и младшего школьного возраста от 3 до 8 лет. Из всей исследуемой совокупности была выделена дошкольная половозрастная группа, в которую были включены дети в возрасте от 4 лет до 7 лет. Для выделенной группы, которая составила 1330 человек, были определены параметры средне-средней стопы и голени [2], получены регрессионные зависимости подчиненных размерных признаков ног от ведущих параметров и проанализированы возрастные изменения параметров стоп и голени у детей [3]. Исследованы изменения основных размеров стопы (по длине и обхвату в пучках) в процессе ходьбы [4] и величина усадки верха детской обуви после снятия с колодки и в процессе ее последующего хранения [5]. Проведен анализ существующих методов преобразования антропометрических характеристик стопы в параметры внутренней формы обуви и предложен уточненный метод, учитывающий максимальное количество факторов, необходимых для определения параметров рациональной внутренней формы обуви [4].

Учитывая, что для каждой половозрастной группы людей проектируется только исходный (средний) размер серии колодок и обуви, а остальные размеры серии получают путем градирования, на основании проведенных исследований [2–5] были определены основные параметры рациональной обувной колодки для детей дошкольной половозрастной группы, проживающих в Республики Беларусь [4]. Используя полученные данные, модельерами-колодочниками специализированного предприятия СООО «Викоп-Фагус» (г. Витебск) был в ручную изготовлен образец колодки исходного номера серии (N 185) для закрытой дошкольной обуви.

На производственном унитарном предпри-

ятии «Сан Марко» на разработанной колодке были спроектированы и изготовлены образцы дошкольных полуботинок и туфель.

С целью подтверждения впорности опытных образцов была произведена примерка разработанной обуви. В примерке принимали участие 45 детей в возрасте 4 – 7 лет (дошкольная группа), имеющие длину стопы $185 \pm 2,5$ мм и обхват по наружному пучку 180 ± 3 мм (параметры средней стопы) с учетом интервала безразличия [2].

Впорность обуви определяется множеством факторов, решающими из которых являются длина и полнота обуви. Эти два фактора взаимозависимы и вместе образуют условие для правильной посадки обуви на детской растущей стопе.

В работе [6] отмечается, что оптимальная величина припуска к длине стопы для дошкольной половозрастной группы должна составлять 10 – 15 мм, а ширина обуви в области пучков должна быть несколько меньше ширины стопы, чтобы предотвращать её проскальзывание вперед и сдавливание пальцев.

Носочная часть в обуви достаточно твердая, и определить местонахождение большого пальца органолептическим способом затруднительно. При примерке обуви в магазине врачи-ортопеды советуют воспользоваться следующим способом – попытаться протиснуть между задником и пяткой указательный палец [7]. Если палец проходит с небольшим усилием – смело можно покупать. В результате примерок образцов обуви установлено, что в носочной части имеется припуск, достаточный с учетом роста стопы и изменения ее длины при движении.

Для определения изменения ширины стопы неубутой и во время примерки пары обуви предварительно на верхе разработанных образцов специальным маркером отмечалось поперечное сечение, соответствующее середине пучков на расстоянии 0,68 длины стопы, которое определялось на полупаре от наиболее выпуклой точки пяточного закругления с учетом толщины деталей заготовки. Затем с помощью штангенциркуля (точность замера 0,1 мм) проводился замер ширины стопы в области пучков до и во время примерки обуви. Разница полученных значений с учетом толщины пакета материалов заготовки

является искомой величиной приращения ширины стопы. Проведенные исследования показали, что по ширине обутая стопа в области пучков меньше по сравнению с необутой стопой в среднем на 2,5 мм, что способствует удержанию стопы от выдвигания вперед.

Таким образом, на основании анализа примерок опытных пар обуви и опроса испытуемых подтверждено, что опытные образцы удобны детям с соответствующими параметрами стоп.

Учитывая, что антропометрические данные стоп детей, проживающих в различных регионах, отличаются, интерес представляет установление соотношений форм и размеров одноименных сечений стопы и рациональной колодки.

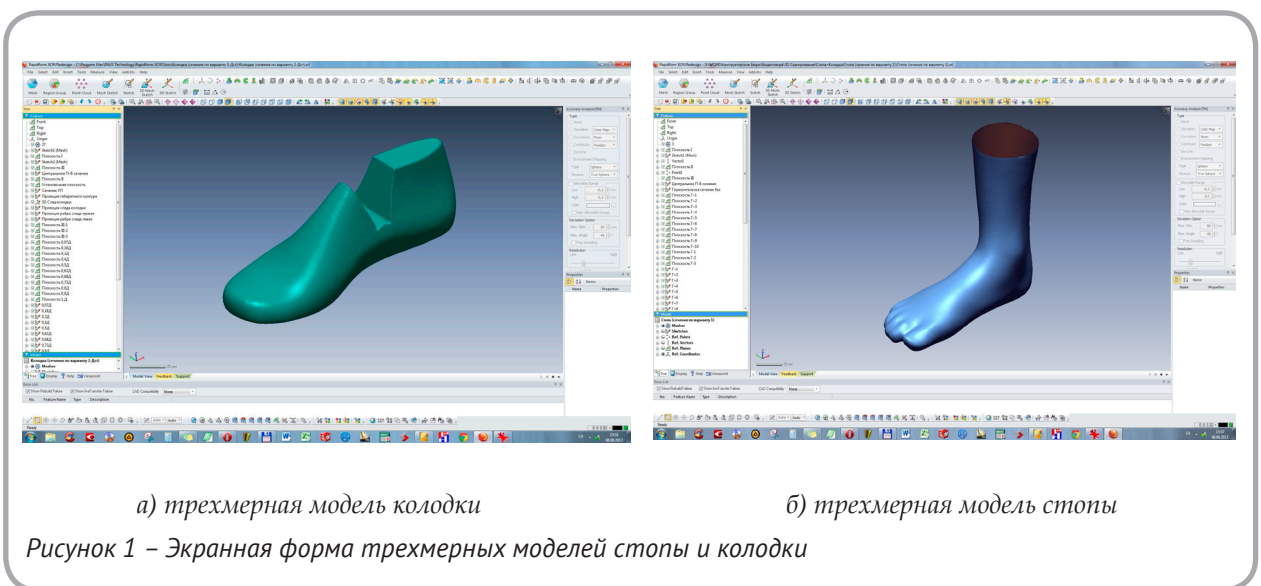
Для этого с помощью технологии бесконтактного трехмерного сканирования, используя 3D сканер «NextEngine 3D Scanner HD» и программное обеспечение RapidWorks, нами были получены трехмерные модели разработанной колодки и детской стопы, размеры которой соответствуют средне-средним параметрам. На рисунке 1 представлена экранная форма трехмерных моделей стопы и колодки.

Со стопы и колодки было получено по 10 поперечно-вертикальных сечений, проходящих через основные антропометрические точки стопы, отстоящих от наиболее выступающей точки пяточной части пропорционально длине стопы (D_{cm}): $0,07D_{cm}$ – первое контрольное сечение, $0,18D_{cm}$ – наиболее широкое место пяточной

части, $0,3D_{cm}$ – третье контрольное сечение, $0,4D_{cm}$ – точка сгиба стопы, $0,5D_{cm}$ – середина длины стопы, $0,62D_{cm}$ – наружный пучок, $0,68D_{cm}$ – середина пучков, $0,73D_{cm}$ – внутренний пучок, $0,8D_{cm}$ – конец пятого пальца, $0,9D_{cm}$ – середина первого пальца.

Для сопоставления сечений стопы и колодки была выбрана прямоугольная система координат, аналогичная использованной в работе [8]. В качестве базовой горизонтальной плоскости использовалась плоскость, параллельная плоскости опоры стопы или колодки и отстоящая от неё на величину $0,09D_{cm}$. Продольно-вертикальная плоскость проходит перпендикулярно горизонтальной плоскости через центр пятки в сечении $0,18D_{cm}$ и середину пучков в сечении $0,68D_{cm}$. Пересечение данных плоскостей дает положение продольной оси X стопы или колодки. Поперечно-вертикальная плоскость проходит перпендикулярно двум названным плоскостям через наиболее выступающую точку пяточной части стопы или колодки, являющуюся началом системы координат. Пересечение поперечно-вертикальной и базовой горизонтальной плоскостей дает положение поперечной оси Y стопы или колодки, а пересечение продольно-вертикальной и поперечно-вертикальной плоскостей – положение вертикальной оси Z стопы или колодки.

На рисунке 2 представлена экранная форма полученных поперечно-вертикальных сечений



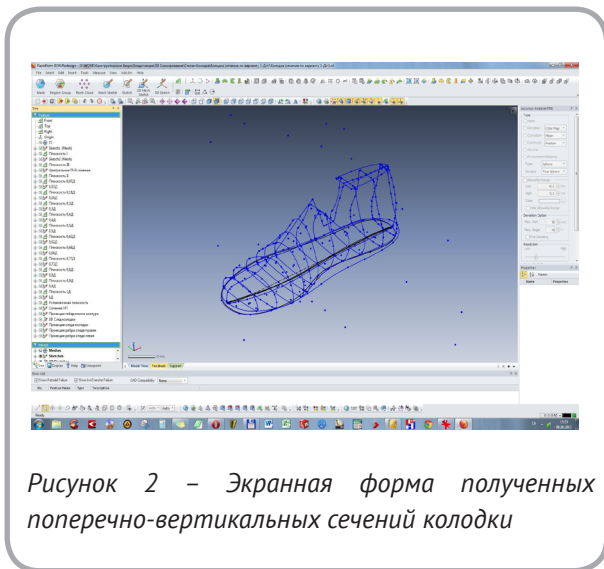


Рисунок 2 – Экранная форма полученных поперечно-вертикальных сечений колодки

колодки.

Одноименные поперечно-вертикальные сечения стопы и колодки совмещались относительно выбранных осей координат. Широтные размеры сечений соответственно стопы и колодки замерялись отдельно с внутренней ($Y_c^{вн}$, $Y_k^{вн}$) и наружной ($Y_c^{нар}$, $Y_k^{нар}$) сторон с шагом по оси Z , равным 5 мм. Пример совмещения и определения широтных размеров одноименных поперечно-вертикальных сечений стопы и колодки представлен на рисунке 3.

Соотношения размеров стопы и колодки по ширине в одноименных поперечно-вертикальных сечениях характеризуются коэффициентами $K_{ш}$, которые находятся по формуле

$$K_{ш} = (Y_c - Y_k) / Y_c, \quad (1)$$

где Y_c – параметры по ширине одноименного сечения стопы; Y_k – параметры по ширине сечения колодки.

Используя приведенную формулу, мы рассчитали сравнительные коэффициенты $K_{ш}$ по всем десяти сечениям стопы и колодки соответственно для внутренней ($K_{ш}^{вн}$) и наружной ($K_{ш}^{нар}$) сторон. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таким образом, на основании анализа формы и размеров разработанной колодки и сопоставления одноименных поперечно-вертикальных сечений колодки и средне-средней стопы нами были определены значения сравнительных коэффициентов $K_{ш}$ размеров стопы и колодки по ширине для закрытой обуви дошкольной половозрастной группы. Полученная информация является составной частью банка данных исходной информации в системе автоматизированного проектирования обувных колодок.

Используя полученные коэффициенты и имея антропометрические данные о форме и размерах средне-средней стопы других регионов, можно спроектировать рациональную колодку исходного размера для закрытой обуви дошкольной половозрастной группы.

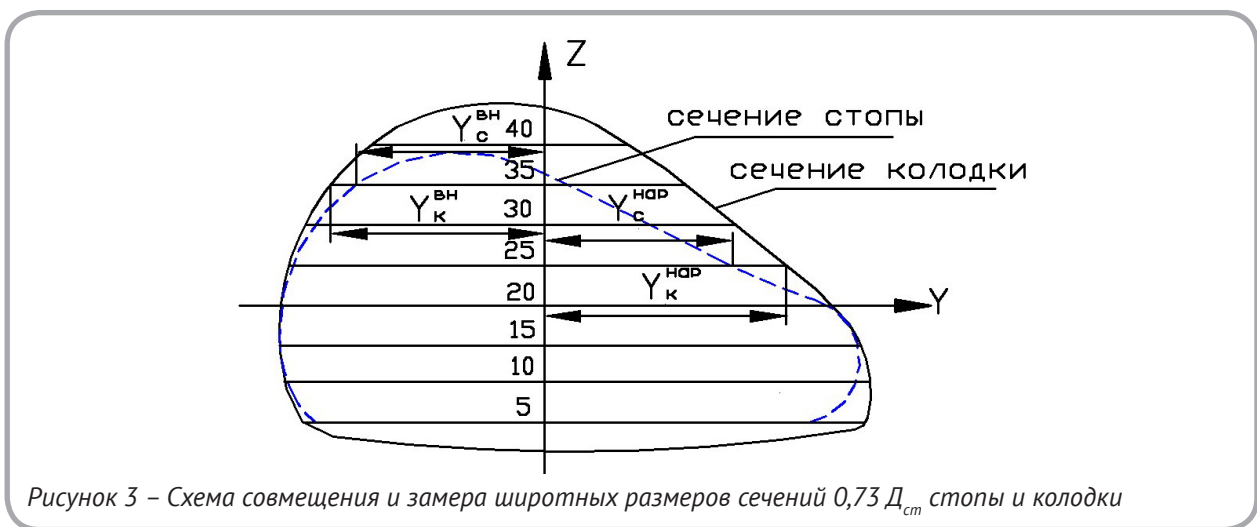


Рисунок 3 – Схема совмещения и замера широтных размеров сечений $0,73 D_{cm}$ стопы и колодки

Таблица 1 – Сравнительные коэффициенты $K_{ш}$ размеров стоп и колодок для закрытой обуви дошкольной половозрастной группы

Высота по оси Z, мм	Сечение колодки																			
	0,07 $D_{сш}$		0,18 $D_{сш}$		0,3 $D_{сш}$		0,4 $D_{сш}$		0,5 $D_{сш}$		0,62 $D_{сш}$		0,68 $D_{сш}$		0,73 $D_{сш}$		0,8 $D_{сш}$		0,9 $D_{сш}$	
	$K_{ш}^{сш}$	$K_{ш}^{шп}$	$K_{ш}^{сш}$	$K_{ш}^{шп}$	$K_{ш}^{сш}$	$K_{ш}^{шп}$	$K_{ш}^{сш}$	$K_{ш}^{шп}$	$K_{ш}^{сш}$	$K_{ш}^{шп}$	$K_{ш}^{сш}$	$K_{ш}^{шп}$	$K_{ш}^{сш}$	$K_{ш}^{шп}$	$K_{ш}^{сш}$	$K_{ш}^{шп}$	$K_{ш}^{сш}$	$K_{ш}^{шп}$	$K_{ш}^{сш}$	$K_{ш}^{шп}$
5	1,70	0,76	0,94	0,02	0,81	0,10	-	-0,20	1,90	-0,11	0,09	-0,03	0,05	0,12	0,05	0,21	0,08	1,35	0,45	0,07
10	0,19	0,16	0,08	0,06	0,13	0,00	-0,10	-0,13	-0,17	-0,13	-0,09	-0,05	-0,03	-0,02	0,01	0,19	0,01	0,17	0,58	0,09
15	0,10	0,07	0,05	0,04	0,00	0,00	-0,15	-0,14	-0,21	-0,13	-0,06	-0,05	-0,03	-0,05	0,00	0,01	-0,02	0,10	0,28	0,27
20	0,06	0,08	0,02	0,06	-0,07	0,00	-0,15	-0,07	-0,15	-0,12	0,00	-0,04	0,00	-0,04	0,00	0,03	-0,03	0,17	0,58	0,30
25	0,00	0,11	0,00	0,02	-0,09	0,02	-0,08	-0,03	-0,11	-0,05	0,04	-0,02	0,03	-0,04	0,00	0,30	-0,02	0,86		
30	-0,10	0,15	-0,09	0,00	-0,15	-0,02	-0,08	-0,01	-0,05	0,05	0,11	0,10	0,06	-0,06	0,05	0,86				
35	-0,13	0,17	-0,18	-0,07	-0,23	-0,07	-0,10	-0,02	-0,04	0,16	0,20	0,37	0,16	-0,07	0,12	5,67				
40	-0,21	0,24	-0,29	-0,16	-0,31	-0,13	-0,15	-0,04	0,00	0,11	0,39	0,96	0,52	-0,07						
45	-0,25	0,29	-0,35	-0,25	-0,38	-0,14			0,04	0,91	1,07	-								
50	-0,30	0,65	-0,43	-0,36	-0,45	-0,15			0,50	-										
55	-0,38	0,43	-0,47	-0,40	-0,49	-0,14														
60	-0,44	0,42	-0,49	-0,43	-0,52	-0,15														
65	-0,50	0,56	-0,50	-0,47	-0,55	-0,16														
70	-0,36	0,00	-0,53	-0,50																

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 3927–88. *Колодки обувные. Общие технические условия* (1989), Москва, Издательство стандартов, 60 с.
2. Милюшкова, Ю.В. (2010), Антропометрические исследования стоп детей дошкольного возраста, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2010, Вып. 19, С. 62–67.
3. Горбачик, В.Е., Ковалёв, А.Л., Линник, А.И., Смелкова, С.В., Милюшкова, Ю.В. (2010), Возрастные изменения параметров стоп и голеней у детей, Техническое регулирование: базовая основа качества товаров и услуг, *Международный сборник научных трудов Южно-Рос. гос. ун-та экономики и сервиса*, Шахты, 2010, С. 97–100.
4. Милюшкова, Ю.В. (2013), Определение параметров рациональной внутренней формы детской обуви, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2013, Вып. 24, С. 42–48.
5. Милюшкова, Ю.В., Томашева, Р.Н., Горбачик, В.Е. (2011), Исследование усадки детской обуви, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2011, Вып. 21, С. 63–67.
6. *Решение вопросов важности детской обуви в ФРГ* (1991), Информация о достижениях науки, техники и производства в обувной и кожгалантерейной промышленности в СССР и за рубежом, Москва, 1991, Вып. 4, С. 37–47.
7. Мытько, О. (2012), *Выбираем обувь правильно, 7 дней*, 2012, 16 февраля, С. 12.
8. Фукин, В.А. (1985), Проектирование внутренней формы обуви, Москва, Легпромбытиздат, 1985, 168 с.

REFERENCES

1. GOST 3927–88. *Shoe lasts. General specifications* (1989), Moscow, Publishing Standards, 60 p.
2. Milyushkova, Y.V. (2010), Anthropometrical researches of the foots of children of preschool age [Antropometricheskie issledovaniya stop detey doshkol'nogo vozrasta], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta – Vestnik of Vitebsk State Technological University*, 2010, Vol. 19, pp. 62–67.
3. Gorbachik, V.E., Kovalev, A.L., Linnik, A.I., Smelkova, S.V., Miyushkova, Y.V. (2010), Age-related changes in the parameters of the feet and legs of children [Vozrastnye izmeneniya parametrov stop i golenej u detey], Technical regulation: the basic foundation of the quality products and services, *Intern. Sat. scientific papers, South-Ros. gos. Univ of Economics and Service*, Shakhty, 2010, pp. 97–100.
4. Milyushkova, Y.V. (2013), Determining the parameters of sound domestic forms of child shoes [Opredelenie parametrov racional'noy vnutrenney formy detskoj obuvi], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta – Vestnik of Vitebsk State Technological University*, 2013, Vol. 24, pp. 42–48.
5. Milyushkova, Y.V., Tomasheva, R.N., Gorbachik, V.E. (2011), Study of shrinkage of children's shoes in the FRG [Issledovaniya usadki detskoj obuvi], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta – Vestnik of Vitebsk State Technological University*, 2011, Vol. 21, pp. 63–67.
6. *Reshenie voprosov vpornosti detskoj obuvi v FRG* [Addressing vpornosti children's shoes in the Federal Republic of Germany] (1991), Information on the achievements of science, technology and production in the footwear and leather industry in the USSR and abroad,

Moscow, 1991, Vol. 4, pp. 37–47.

7. Mytko, O. (2012), *Vybiraem obuv' pravil'no* [Choosing the right shoes], 7 days, 2012, 16 February, 12 pp.

8. Fukin, V.A. (1985), *Designing the inner shape of shoes* [Proektirovanie vnutrenney formy obuvi], Moscow, Legprombytizdat, 1985, 168 p.

Статья поступила в редакцию 29. 03. 2016 г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОСТАТОЧНОЙ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НИТОК В РЕЖИМЕ ПЕРИОДИЧЕСКОГО РАСТЯЖЕНИЯ

А.А. Науменко, Е.А. Шеремет, Л.Г. Козловская

УДК 677.017.42

РЕФЕРАТ

ОБУВНЫЕ НИТКИ, ОСТАТОЧНАЯ ЦИКЛИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ, АНАЛИЗ РАЗМЕРНОСТЕЙ, НЕЛИНЕЙНЫЕ СВОЙСТВА НИТКИ, ЭФФЕКТ УПРОЧНЕНИЯ НИТКИ

В работе исследовано влияние на деформационное состояние швейных ниток эксплуатационных и технологических факторов. В качестве факторов использованы такие характеристики, как удельная работа растяжения ниток при затяжке обуви, время и скорость нагружения. Мерой соотношения напряжений и деформаций, возникающих в нитке первоначально при затяжке швов и в дальнейшем в процессе эксплуатации изделий, являлась остаточная деформация. Этим показателем оценивалось деформационно-напряженное состояние швейных ниток.

На основе результатов проведенных исследований выполнено моделирование остаточной циклической деформации с применением теории размерностей. Построена модель зависимости остаточной циклической деформации от эксплуатационных и технологических факторов. Данная модель может использоваться в задачах прогнозирования долговечности обуви, изготовленной с применением ниточных соединений.

ABSTRACT

SHOE THREAD, RESIDUAL CYCLICAL DEFORMATION, MODELING, DIMENSION ANALYSIS, NONLINEAR PROPERTY OF THREADS, HARDENING EFFECT OF THREADS

The influence of exploitation and technological factors on deformation state of sewing threads is investigated in this article. The following characteristics are used as the factors: work of thread extension during footwear lasting, time and speed of loading. Residual deformation is used as a measure of correlation between strain and deformation which first occurs in the thread during stitch lasting and during product exploitation further on. This measure is also used to estimate the deformation and strain state of sewing threads.

On the base of the research results the simulation test of residual cyclic deformation with the use of dimension theory was fulfilled. The model of dependence of residual cyclic deformation on exploitation and technological factors is developed. This model can be used in the problems of footwear durability prediction made with the use of sewing thread junction.

Основным методом скрепления деталей верха обуви является ниточный. В настоящее время для предприятий обувной отрасли остро не стоит вопрос о прочности швейных ниток, так как в производстве широко применяются синтетические швейные нитки, обладающие достаточно высокой прочностью. Однако актуальной остается проблема их растяжения в ниточном шве в процессе эксплуатации обуви.

Вследствие особенностей строения полимерных материалов, к которым в частности относятся и швейные нитки, для них характерно наличие трех слагающих частей деформации;

наряду с небольшой истинно упругой деформацией большую долю обратимой деформации в этих материалах составляет эластическая, медленно развивающаяся и исчезающая. Кроме того, одновременно развивается и остаточная необратимая деформация. С одной стороны, она зависит от физико-механических свойств применяемых ниток, а с другой – от режима эксплуатации изделий [1]. С достаточным основанием остаточную деформацию можно рассматривать как меру соотношения напряжений и деформаций, возникающих в нитке первоначально при затяжке швов и в дальнейшем в процессе

эксплуатации изделий. В известных работах этому вопросу уделено недостаточное внимание, поэтому одной из причин является сложность объекта исследования. Однако он имеет существенное практическое значение в отношении как производства изделий, так и прогнозирования их эксплуатационных характеристик.

По мере многократного растяжения в нитях изменяется расположение отдельных частей волокон или элементарных нитей, недостаточно зажатых при скручивании. В результате структурные элементы располагаются более ориентированно вдоль продольной оси волокон (или нитей), лучше взаимодействуют друг с другом за счет межмолекулярных связей, сил трения и так далее. Эти явления сопровождаются увеличением остаточных удлинений, состоящих в основном из необратимой пластической, а также из медленно исчезающей части эластической деформации. В последующих циклах быстрое нарастание удлинений резко замедляется, структура нити в известной мере стабилизируется.

Разрушение структуры идет слабо и не может вызвать сколько-нибудь существенного ухудшения механических свойств. Если структура волокон или нитей хорошая, а величина и частоты растяжений таковы, что они вызывают только быстрообратимые деформации, состоящие в основном из упругих и отчасти из быстро релаксирующих эластических компонентов (то есть из таких, которые в каждом цикле растяжения успевают исчезнуть за время разгрузки и отдыха), в результате воздействий не происходит существенных ухудшений структуры материала и в итоге она остается почти неизменной.

Материал выдерживает очень большое число растяжений, нередко определяемое десятками и сотнями тысяч, а иногда и миллионами циклов. Развитие структурных дефектов и накопление необратимых деформаций, состоящих из медленных эластических и пластической частей, идет очень медленными темпами; лишь после большого числа циклов накапливается некоторая необратимая деформация [2].

В проведенном исследовании ставилась задача моделирования остаточной циклической деформации ниток как величины, определяемой физико-механическими свойствами ниток и характеристиками режима их периодического рас-

тяжения в соединительных швах деталей обуви с использованием анализа размерностей, который хорошо зарекомендовал себя в научных исследованиях в целом ряде областей.

За показатель изменения напряженно-деформированного (в дальнейшем НД) состояния нитки можно принять нарастающую во времени величину остаточной циклической деформации $\Delta l_{ост}$, являющуюся следствием периодического нагружения нитки в шве в процессе эксплуатации и развития в ней необратимой, пластической составляющей полной деформации. Исходное НД состояние нитки задается на стадии производства изделия. Оно обусловлено работой, совершённой при затяжке соединительного шва. Эта работа определяет начальную внутреннюю энергию деформации нитки в этом шве. Количественной мерой ее логично принять удельную энергию деформации нитки, то есть удельную работу растяжения нитки при затяжке соединительного шва r . На стадии эксплуатации нитка в шве подвергается периодическому с частотой ω влиянию сторонних факторов, «расшатывающих» структуру нитки и уменьшающих внутреннюю энергию деформации нитки и, тем самым, снижающих прочность соединительного шва. Снижение внутренней энергии деформации нитки в шве происходит и во времени t вследствие релаксационных процессов. Таким образом, в проведенном исследовании НД состояние нитки описывалось функцией

$$\Delta l_{ост} = f(r, \omega, t) . \quad (1)$$

Для ответа на вопрос о возможности существования такой функции проведем анализ размерностей введенной формы (1).

Представим выражение (1) в виде, содержащем лишь комбинации исходных величин. Для этого используем релеевский метод решения размерных систем [3]. Выразим вначале размерности исходных величин, то есть величин, входящих в (1).

Используя систему СИ, введем буквенные обозначения размерностей основных единиц в системе СИ: единица массы – M ; единица длины – L ; единица времени – θ . С помощью них построим так называемые формулы размерно-

стей для рассматриваемых величин: $\Delta l_{оц}, r, \omega, t$. С этой целью в выражении, определяющем размерность каждой величины, принятые обозначения основных единиц заменяем введенными символами. В результате получаем формулы размерностей величин формы (1). Эти формулы представлены в таблице 1.

Очевидно, что выражение (1) является лишь общей формой записи зависимости между введенными величинами. В действительности характер влияния аргументов на функцию, вообще говоря, неодинаков. Поэтому естественно с точки зрения приближения к истинной зависимости следует использовать такую формулу:

$$\Delta l_{оц} = f(r^a, \omega^b, t^c), \quad (2)$$

где a, b, c – некоторые безразмерные показатели степеней, отражающие характер влияния факторов r, ω, t на величину $\Delta l_{оц}$.

Формула (2) является отправной (исходной) при проведении анализа размерностей названным выше методом. Далее действуем следующим образом.

Подставим в (2) вместо обозначений величин формулы их размерностей из таблицы 1. Имеем:

$$L = \varphi\{(L^2 \Theta^{-2})^a, (\Theta^{-1})^b, \Theta^c\}. \quad (3)$$

Для того чтобы последнее соотношение было однородным относительно размерностей, должны выполняться следующие отношения между показателями степеней:

для $L: 1 = 2a;$

для $\Theta: 0 = -2a - b + c.$

Из этих соотношений имеем: $a = 0,5;$ и $c = 1 + b.$ Подставим найденные значения в форму (2):

$$\Delta l_{оц} = f(r^{0.5}, \omega^b, t^{1+b}). \quad (4)$$

Объединяя величины, имеющие одинаковые показатели степеней, получим две комбинации:

$$\Delta l_{оц} / (r^{0.5} \cdot t) = f(\omega \cdot t)^b. \quad (5)$$

Обе они оказались безразмерными. Это свидетельствует о том, что уравнение, соответствующее форме (1), существует, то есть имеются основания считать полной исходную группу величин, представленную этой формой. Таким образом, четыре исходных величины удалось объединить в две безразмерные комбинации. В соотношении (5) неизвестным остается вид функции f и значение показателя степени " b ".

Для поиска подходящей аппроксимации (5) перепишем его в следующем виде:

$$\Delta l_{оц} = (A \cdot r^{0.5}) \cdot t \cdot [f(\omega \cdot t)^b], \quad (6)$$

где A – некоторый безразмерный согласующий (масштабный) коэффициент.

Принимая во внимание, что величину t можно представить как $t = n/\omega$, где n – число циклов нагружения, окончательный вид математической модели формы (1) станет таким:

$$\Delta l_{оц} = (A \cdot r^{0.5}) \cdot n \cdot [f(n)^b]. \quad (7)$$

Учитывая, что удельная работа разрыва r , характеризующая неизменные для данной нити ее механические свойства, является постоянной величиной, а $\omega = Const$ по методическим соображениям, и чтобы отчетливо уви-

Таблица 1 – Величины, входящие в форму (1), их размерности и формулы размерностей

Обозначение величины	Размерность в системе СИ	Формула размерности
$\Delta l_{оц}$	m	L
r	$H \cdot m/kg$	$L^2 \Theta^{-2}$
ω	c^{-1}	Θ^{-1}
t	c	Θ

деть важную особенность построенной модели, формально соотношение (7) представим так:

$$\Delta L_{oc} = [K(n)]n, \quad (8)$$

где:

$$K(n) = (Ar^{0.5} / \omega)[f(\omega t)^b]. \quad (9)$$

Функцию (8) с полным основанием можно определить как квазилинейную, так как формально величину $K(n)$ можно рассматривать в качестве углового коэффициента прямой, описываемой линейной функцией $\Delta L_{oc} = Kn$ при $K = Const$. Но, как следует из (8), $K = K(n)$, и эта зависимость отображает влияние на остаточную циклическую деформацию ΔL_{oc} процесса релаксации деформации, обусловленной наличием релаксационных свойств нити. Следовательно, по мере роста величины n график функции $\Delta L_{oc} = [K(n)]n$ будет все больше отклоняться от прямой $\Delta L_{oc} = Kn$. Эта важная особенность построенной модели может рассматриваться как один из сильных критериев качественного соответствия соотношения (8) модели изучаемой зависимости.

Для поиска подходящей конкретной модели зависимости (8) был проведен эксперимент на нитках 70Л и 80Л с целью изучения однофакторной зависимости $\Delta L_{oc} = \varphi(n)$. Исследования были

проведены на пульсаторе ПН-5 при частоте нагружений $\omega = 300 \text{ мин}^{-1}$, статической нагрузке $P_{ст} = 1,5 \text{ Н}$ и величине циклической деформации ΔL_n , равной 10 мм.

Выбранные значения частоты соответствовало средней скорости ходьбы, а значение статической нагрузки – среднему усилию, возникшему при затяжке соединительного шва [4, 5]. При выборе циклической деформации учитывались соображения, изложенные в [4].

Как количественная мера остаточной циклической деформации использовалось необратимое нарастающее удлинение ΔL испытываемой нитки, выраженное в мм. График зависимости $\Delta L = f(n)$, где n – число циклов нагружения, представлен на рисунке 1.

Полученный график показывает, что до значения $n = 60$ функция $\Delta L = f(n)$ ведет себя как линейная. Однако после этой точки график начинает все больше отклоняться вниз от прямой, отображая тем самым растущее влияние на нарастающую остаточную циклическую деформацию процесса релаксации. Как следует из графиков на рисунке 1, начиная от значения $n = 60$, с ростом n величина K уменьшается. При значении $n = 100$ значение K становится равным нулю с точностью до ошибки аппроксимации экспериментальных кривых, и в дальнейшем в области $n > 100$ не отклоняется от нулевого значения, то есть наклонный участок кривой переходит в горизонтальный.

Таким образом, нарастание остаточной цик-

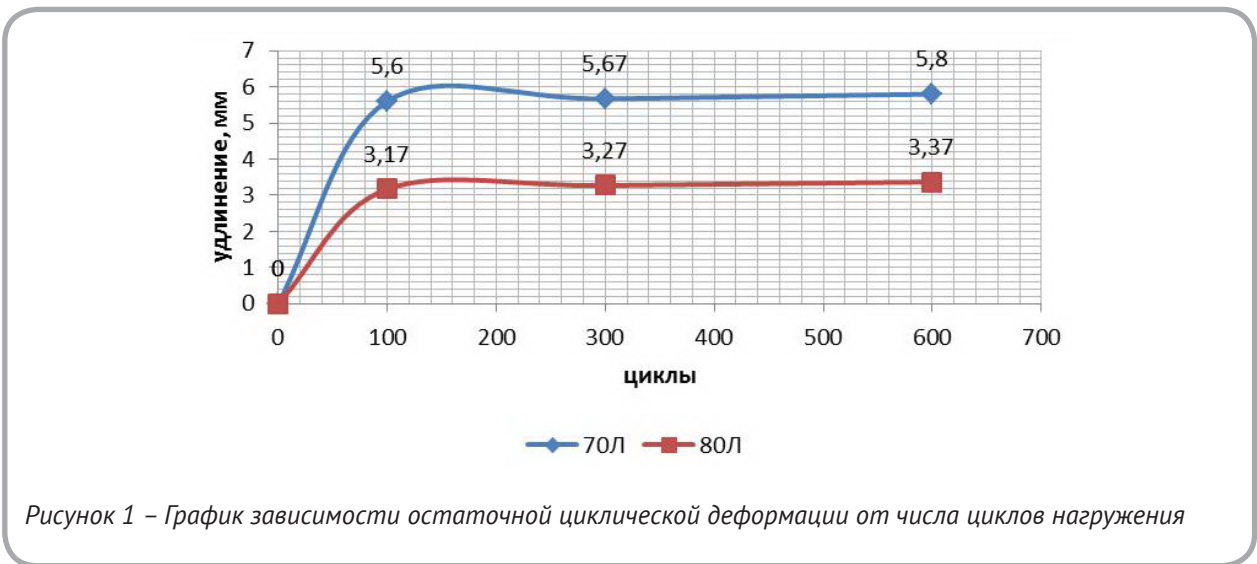


Рисунок 1 – График зависимости остаточной циклической деформации от числа циклов нагружения

лической деформации описывается лишь той частью кривых на рисунке 1, которая лежит в области $0 < n < 100$. Для получения расчетных оценок величины остаточной циклической деформации в конце этой области построена математическая модель в виде степенной функции вида $y = ax^b$. Для этих функций характерно наличие практически линейного участка на достаточно большом удалении от нулевой точки, что соответствует особенностям формы эмпирических кривых на рисунке 1.

С использованием метода наименьших квадратов получены следующие математические модели зависимости (8): для швейной нитки 70Л: $\Delta l_m = 0,095 n^{0,9}$; для швейной нитки 80Л: $\Delta l_m = 0,054 n^{0,9}$. Адекватность моделей оценивалась величиной относительной ошибки аппроксимаций δ (%), определявшейся по формуле $\delta = (|\Delta l_s - \Delta l_m| / \Delta l_s) \cdot 100$ %, где Δl_s – экспериментальные значения удлинений и Δl_m – соответствующие значения удлинений, вычисленные по уравнениям построенных моделей. Результаты сравнительного анализа величин удлинений представлены в таблице 2.

Для швейной нитки 70Л средняя относительная ошибка аппроксимации $\delta_{cp} = 4,1$ %.

Для швейной нитки 80Л эта ошибка составляет величину $\delta_{cp} = 2,1$ %.

Таким образом, получены достаточно точные статистические аппроксимации изученных зависимостей, хорошо отражающие нарастание остаточной циклической деформации швейных ниток в режиме их периодического растяжения.

Особый интерес представляют горизонтальные участки на кривых, изображенных на рисунке 1. Они свидетельствуют о том, что после значения $n = 100$ не наблюдается нарастания

остаточной циклической деформации. Это можно объяснить известным из [6] эффектом упрочнения нити за счет ее предварительного вытягивания. Кривые на рисунке 1 показывают, что после значения $n = 100$ произошло резкое перераспределение составляющих полной деформации ниток. Иными словами, физико-механические свойства ниток после 100 циклов вытягивания стали существенно другими. Значительно возросла доля упругой деформации, что и объясняет отсутствие остаточной циклической деформации, по меньшей мере, до значения $n = 600$. Как доказано в ряде исследований, например, в [6], упрочнение нити в ходе предварительного вытягивания связано с распрямлением и переориентацией макромолекул полимера. Этот эффект, с одной стороны, позволяет несколько иначе рассматривать физические механизмы, обуславливающие долговечность ниточных соединений деталей обуви. С другой стороны, он наводит на мысль о дополнительных операциях по подготовке ниток к использованию в технологическом процессе производства обувных изделий, в частности, предварительное вытягивание ниток.

Таким образом, проведенное исследование показало, что нитка при циклическом нагружении ведет себя как сложная нелинейная система. Процесс такого нагружения включает три стадии: линейное нарастание остаточной циклической деформации, нелинейное ее снижение и, наконец, упрочнение нитки и изменение остаточной циклической деформации. Полученные результаты могут быть использованы для дальнейших исследований надежности ниточных соединений деталей обуви.

Таблица 2 – Экспериментальные значения Δl_s и значения Δl_m , полученные с помощью моделей

Число циклов N	Для швейной нитки 70Л			Для швейной нитки 80Л		
	Δl_s (мм)	Δl_m (мм)	δ (%)	Δl_s (мм)	Δl_m (мм)	δ (%)
20	0,8	0,8	0,0	1,4	1,4	0,0
40	1,6	1,5	6,2	2,6	2,6	0,0
60	2,4	2,2	8,3	4,0	3,8	5,0
80	2,8	2,8	0,0	5,0	4,9	2,0
100	3,2	3,4	6,2	5,7	5,9	3,5

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Жихарев, А.П., Петропавловский Д.Г., Кузин С.К., Мишаков В.Ю. (2004), *Материаловедение в производстве легкой промышленности*, Москва, Academia, 448 с.
2. Кукин, Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. (1989), *Текстильное материаловедение (волокна и нити)*, Москва, Легпромбытиздат, 352 с.
3. Сена, Л.А. (1988), *Единицы физических величин и их размерности*, Москва, Наука, 432 с.
4. Кругляков, В.М., Смелков, В.К., Воронин, А.Г. (1982), Ускоренный метод исследования устойчивости материалов верха обуви, *Товароведение и легкая промышленность*, 1982, № 9, С. 156 – 160.
5. Фукин, В.А., Калита А.Н. (1988), *Технология изделий из кожи*, Москва, Легпромбытиздат, 272 с.
6. Геллер, В.Э. (2014), *Научные основы процесса упрочнения ПЭТФ-нитей при ориентированном вытягивании и высокоскоростном формовании*, автореф. дис. на соиск. уч. степ. докт. техн. наук, Иваново, гос. хим.-технол. ун-т, 2014, 43 стр.

REFERENCES

1. Jiharev A.P., Petropavlovkij D.G., Kuzin S.K., Mishakov V.Y. (2004), *Materialovedenie v proizvodstve legkoi promishlennosti* [Materials science in light industry manufacturing], Moscow, Academia, 448 p.
2. Kukin, G. N., Soloviev A.N., Koblyakov A.I. (1989), *Tecstilnoe materialovedenie (volocna i niti)*, [Textile materials science (fibers and yarns)], Moscow, Legprombytizdat, 352 p.
3. Sena, L.A. (1988), *Edinichi fizichescih velichin i ih razmernosti* [Physical measurement units and their dimensions], Moscow, Nauka, 432 p.
4. Kruglyakov, V.M., Smelkov V.K., Voronin A.G. (1982), Accelerated research method for sustainability of shoe upper materials [Uscorennij metod issledovaniya ustoiichivosti materialov verha obuvi], *Tovarovedenie i legcaya promishlennost*, 1982, № 9, pp. 156-160.
5. Fukin. V.A., Kalita A.N. (1988), *Tehnologiya izdelij iz koji* [Technology of leather articles], Moscow, Legprombytizdat, 272 p.
6. Geller, V.E. (2014), *Nauchnie osnovi prochessa uprochneniya PETF-nitey pri orientirovannom vitygivanii i visocoscrostnom formovanii* [Scientific principles of PETF-yarns reinforcement process under oriented drawing and high-speed extrusion], Avtoref. dis. na soisk. uch. step. dokt. tehn. nauk, Ivanovo, gos. him.-tehnol. un-t, 2014, 43 p.

Статья поступила в редакцию 08. 12. 2015 г.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ СЛОИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОДЕЖДЫ

Д.К. Панкевич

УДК 677.017.8

РЕФЕРАТ

КОМПОЗИЦИОННЫЕ СЛОИСТЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ОДЕЖДА, ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ВЕСОМОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА, МЕТОДИКА

Объект исследований – композиционные слоистые материалы, содержащие мембранный слой, которые обладают высоким уровнем водонепроницаемости. Используемые методы – метод системного анализа, метод комплексной оценки качества, метод попарного сопоставления.

Результаты работы – в результате анализа свойств композиционных слоистых материалов, содержащих мембранный слой, и факторов, влияющих на качество этих материалов в процессе эксплуатации, разработан алгоритм оценки качества водонепроницаемых материалов для одежды, выбраны определяющие показатели качества и обоснован методологический подход к выбору приоритетных показателей качества и расчету их весомости.

Область применения результатов – швейная промышленность.

Выбор приоритетных показателей качества и расчет их весомости на основании анализа условий эксплуатации показан на примере различных видов одежды. Проведена комплексная оценка качества композиционных слоистых материалов для одежды различного назначения. Показано, что методику можно применять для обоснования выбора материалов, пригодных для изготовления качественной и надежной одежды, эксплуатируемой в конкретных условиях.

Научная новизна работы заключается в том, что предложенная в ней методика оценки качества основана на исследовании свойств и условий эксплуатации водонепроницаемых композиционных слоистых материалов, содержащих мембранный слой. Ранее такие материалы системно не исследовались. Разработанная методика позволит проводить выбор материалов для одежды различного назначения с учетом предполагаемых условий эксплуатации, что положительно скажется на качестве и надежности швейных изделий.

ABSTRACT

COMPOSITE, MEMBRANE, WATERPROOF CLOTHING, OPERATIONAL FACTORS, WEIGHTING OF QUALITY INDICATORS, METHODOLOGY

For waterproof garments are widely used composite materials containing a membrane layer.

Waterproof clothing during operation is exposed to various influences, depending on the destination. Complex influence of operational factors can be associated with the properties of materials that ensure the quality of clothes during the use, and can be associated with the relevant indicators of quality properties.

The method of determining the weighting of indicators of quality by studying the operating conditions of waterproof clothing. The methodology takes into account the properties of composite materials containing membrane layer, and is characterized in that it allows you quickly and convincingly to determine the weight of the quality indicators in a comprehensive evaluation.

В швейной промышленности для производства высококачественной одежды широкое применение нашли водонепроницаемые композиционные слоистые материалы, содержащие мембранный слой (КСМ), весьма разнообразные по способам получения и структуре.

Способность таких материалов обеспечивать нормальное тепловое состояние организма человека в неблагоприятных погодных условиях за счет водонепроницаемости и паропроницаемости мембранного слоя определяет возрастающий спрос на одежду из них. Так, КСМ часто используют для изготовления спортивной и бытовой одежды, одежды для туризма и активного отдыха. В Республике Беларусь одежду из КСМ начали изготавливать недавно, в основном по заказу иностранных фирм. Те предприятия, которые осуществляют выбор КСМ самостоятельно, столкнулись с проблемой отсутствия нормативно-технической базы и рекомендательной литературы по вопросу оценки качества КСМ. Свойства КСМ таковы, что оценка их качества по стандартам, разработанным для материалов или одежды соответствующего назначения, оказывается неинформативной. Например, показатель паропроницаемости не нормируется для близких по назначению к КСМ материалов плащевых и курточных с пленочным покрытием [1] в связи с низкими значениями этого показателя для указанного ассортимента, а КСМ благодаря специфической структуре обладают паропроницаемостью, которая варьирует в широком диапазоне. Возникают вопросы и при оценке водонепроницаемости: уровень этого показателя для КСМ в разы превышает нормативные значения, зафиксированные в стандартах на материалы для бытовой, спортивной и специальной одежды [2, 3]. Причиной такого «нормативного вакуума» является отсутствие крупного производства КСМ в Республике Беларусь на момент разработки и утверждения этих стандартов. Кроме того, в стандартных номенклатурах показателей качества материалов почти не встречаются показатели устойчивости к эксплуатационным нагрузкам, а КСМ различных структур по-разному реагируют на такие нагрузки. В частности, показатель водоотталкивания некоторых КСМ может снизиться на 100 % относительно первоначального в результате действия многоцикловых деформаций

изгиба, кручения, растяжения и сжатия материалов [4].

Таким образом, отсутствие нормативной и рекомендательной базы по вопросу оценки качества КСМ для одежды создает препятствия для изготовления качественной и надежной в эксплуатации одежды из них. В данной статье предлагается решение задачи оценки качества КСМ на основании изучения условий их предполагаемой эксплуатации. Актуальность исследования обусловлена возросшим спросом на бытовую и спортивную одежду из КСМ, а также потребностью швейных предприятий Республики Беларусь в расширении ассортимента выпускаемых изделий.

Качество материалов для одежды во многом определяется сохранением свойств в условиях изготовления и эксплуатации одежды. При многократном воздействии эксплуатационных факторов на материал по циклу нагрузка-разгрузка-отдых постепенно изменяется его структура, вследствие чего ухудшаются свойства, наступает утомление материала. Автором статьи ранее проведен анализ и систематизация эксплуатационных факторов, влияющих на свойства водонепроницаемых КСМ. Результаты работы [5] легли в основу методики оценки качества водонепроницаемых композиционных слоистых материалов для одежды, дифференцированной по уровням интенсивности эксплуатационных воздействий, представленной в данной статье.

Значимость циклических характеристик для оценки качества текстильных материалов любого назначения подтверждена работами В. П. Склянникова, А. Н. Соловьева, Б. А. Бузова, А. Н. Коблякова, С. М. Кирюхина, Б. Д. Семака, М. М. Гутаускаса и многих других ученых. Устойчивость изделий к действию циклических нагрузок принято характеризовать изменением некоторых наиболее значимых свойств. Это позволяет с большой долей объективности оценить эксплуатационные свойства материалов [6].

Важнейшей характеристикой качества КСМ является сохранение водонепроницаемости и водоотталкивания в процессе эксплуатации. Существенное влияние на эти свойства оказывает стирка. Известно, что водоотталкивание и водонепроницаемость материалов снижаются после стирок, и показатель водонепроницаемости

после трех стирок нормируется для плащевых и курточных тканей [1]. Исследования показали, что свойства КСМ также ухудшаются после стирки – в микроструктуре слоев материала появляются дефекты, увеличивается воздухопроницаемость КСМ, снижается водоотталкивание и водонепроницаемость, что экспериментально подтверждено авторами статьи [7].

Механические воздействия, имеющие место в процессе эксплуатации и изготовления одежды, также оказывают влияние на показатели водозащитных свойств материалов. Исследования показали, что происходит снижение разрывной нагрузки, водоотталкивания и водонепроницаемости после циклически повторяющихся деформаций изгиба, кручения, растяжения и сжатия материалов [4, 8].

Исследования влияния пониженных температур на свойства КСМ в Республике Беларусь и странах ближнего зарубежья не проводились. Данные об изменчивости свойств плащевых материалов с покрытием, подобных водонепроницаемым КСМ по назначению и структуре, получены А. В. Никитиным, Т. И. Сомовой и Б. А. Бузовым. Установлено, что при многократном замораживании-оттаивании (50 циклов) в диапазоне температур от 258 К (-150С) до 303 К (300С) происходит значимое снижение водонепроницаемости материалов [6, с. 208].

Условия эксплуатации одежды могут варьировать в широком диапазоне. В связи с этим оценка качества КСМ должна учитывать изменение свойств материалов под действием конкретных эксплуатационных факторов, имеющих место при использовании одежды по назначению.

Выбор определяющих показателей качества водозащитных материалов производился на основании изучения литературных источников [2, 9] и указанных выше исследований свойств водозащитных КСМ.

Определяющими показателями качества водозащитных КСМ выбраны:

- водонепроницаемость (**Вн**),
- водоотталкивание (**Во**),
- устойчивость к многоцикловым нагружениям, оцениваемая процентом снижения исходных водонепроницаемости (**Мвн**), разрывной нагрузки (**Мр**) и водоотталкивания (**Мво**) после многоцикловых нагрузок,

- устойчивость к многократным стиркам, оцениваемая процентом снижения исходных водонепроницаемости (**Свн**), паропроницаемости (**Сп**), разрывной нагрузки (**Ср**) и водоотталкивания (**Сво**) после 5 стирок,

- паропроницаемость (**П**),
- разрывная нагрузка (**Рн**),
- морозостойкость материалов, оцениваемая процентом снижения водонепроницаемости (**Твн**) при действии низких температур.

Весомость и набор показателей качества определяются исходя из матрицы приоритетных показателей качества, соответствующих суммарным эксплуатационным воздействиям с учетом наличия и уровня интенсивности соответствующего воздействия.

Матрица разработана на основе сопоставительного анализа эксплуатационных воздействий, испытываемых материалами верха водозащитной одежды различного назначения, и показателей свойств материалов, обеспечивающих устойчивость материала к определенному виду воздействий или физиологический комфорт одетого человека. Например, учтены такие закономерности, как возрастание роли паропроницаемости при воздействии многоцикловых нагрузок, поскольку причиной таких нагрузок на материалы является активное движение одетого человека, что приводит к повышению температуры и влажности пододежного пространства. В свою очередь, повышение влажности пододежного пространства при одновременном воздействии смачивания, гидростатического давления или удара указывает на приоритет водозащитных свойств, поскольку паропроницаемость как процесс приостанавливается при отсутствии градиента парциальных давлений по обе стороны от материала. Матрица показателей качества, соответствующих суммарным эксплуатационным воздействиям для водонепроницаемых КСМ, представлена в таблице 1.

На первом этапе устанавливается класс одежды, её назначение, вид и интенсивность воздействия эксплуатационных факторов. Анализ эксплуатационных нагрузок, которые будет испытывать изделие, позволяет осуществить научно обоснованный выбор показателей качества.

Весомость каждого показателя в комплексной оценке предлагается рассчитывать исходя

Таблица 1 – Матрица приоритетных показателей качества материалов для водозащитной одежды

Фактор воздействия	<i>C</i>	<i>Дг</i>	<i>Уг</i>	<i>P</i>	<i>M_{нн}</i>	<i>T_п</i>	<i>B_п</i>	<i>Ст</i>	<i>T_н</i>
<i>C</i> (смачивание)	Во	Вн	Вн	Мво	Мво	Во	Во	Сво	Во
<i>Дг</i> (давление гидростатическое)		Вн	Вн	Мвн	Мвн	Вн	Вн	Свн	Вн
<i>Уг</i> (удар гидростатический)			Вн	Мвн	Мвн	Вн	Вн	Свн	Вн
<i>P</i> (растяжение)				Рн	Мр	П	П	Спр	Твн
<i>M_{нн}</i> (многоцикловые нагрузки, меньшие разрывных: изгиб, кручение, растяжение, сжатие)					Мвн	П	П	Свн	Твн
<i>T_п</i> (температура под одеждой)						П	П	Сп	П
<i>B_п</i> (влажность под одеждой)							П	Сп	П
<i>Ст</i> (стирка)								Свн	Свн
<i>T_н</i> (пониженная температура наружного воздуха)									Твн

из уровня интенсивности воздействия, определенного в результате анализа эксплуатационных условий. Методикой предусматривается три уровня:

0 – воздействие фактора не наблюдается или ничтожно мало;

1 – эксплуатационный фактор воздействует на материал, но не доминирует;

2 – воздействие фактора для данного вида изделия преобладает.

Определяют уровни воздействия факторов, имеющих место при эксплуатации изделия. Результат записывают в верхней строке и крайнем левом столбце матрицы соответственно фактору. В ячейке на пересечении строки *i* и столбца *j* матрицы указан показатель качества *P_{ij}*, обеспечивающий устойчивость материала к суммарному воздействию соответствующих факторов. Для каждой пары эксплуатационных факторов перемножением значений уровней воздействия

определяют балл, присваиваемый показателю. Суммарное количество баллов по каждому показателю позволяет определить его весомость в комплексной оценке качества по формуле:

$$W_n = \frac{\sum B_n}{B} \quad (1)$$

где *W_n* – весомость *n*-го показателя качества, *B_n* – балл *n*-го показателя качества, *B* – сумма всех баллов всех показателей качества в матрице приоритетных показателей.

Дальнейшую оценку качества материалов можно проводить с использованием любых комплексных показателей по известным методикам.

В таблице 2 приведен пример использования матрицы для определения набора и весомости показателей качества КСМ для изделий различного назначения. Анализируются условия

эксплуатации и соответствующие им показатели качества материалов для дождевика и костюма для гребного слалома, внешний вид изделий представлен на рисунке 1. Дождевик относится

к бытовой одежде, костюм – к спортивной.

В таблице 3 представлен расчет весомости показателей качества для водонепроницаемых КСМ, используемых при изготовлении дождеви-

Таблица 2 – Матрица приоритетных показателей качества с указанием уровня воздействия фактора

Уровень воздействия для одежды различного назначения		Костюм для гребного слалома	2	2	2	2	2	2	2	1
		Дождевик	2	1	1	0	1	1	1	0
Костюм для гребного слалома	Дождевик	Эксплуатационные факторы	<i>С</i>	<i>Дг</i>	<i>Уг</i>	<i>Р</i>	<i>Мнн</i>	<i>Тп</i>	<i>Вп</i>	<i>Ст</i>
2	2	<i>С</i>	<i>Во</i>	<i>Вн</i>	<i>Вн</i>	<i>Мво</i>	<i>Мво</i>	<i>Во</i>	<i>Во</i>	<i>Сво</i>
2	1	<i>Дг</i>		<i>Вн</i>	<i>Вн</i>	<i>Мвн</i>	<i>Мвн</i>	<i>Вн</i>	<i>Вн</i>	<i>Свн</i>
2	1	<i>Уг</i>			<i>Вн</i>	<i>Мвн</i>	<i>Мвн</i>	<i>Вн</i>	<i>Вн</i>	<i>Свн</i>
2	0	<i>Р</i>				<i>Рн</i>	<i>Мр</i>	<i>П</i>	<i>П</i>	<i>Ср</i>
2	1	<i>Мнн</i>					<i>Мвн</i>	<i>П</i>	<i>П</i>	<i>Свн</i>
2	2	<i>Тп</i>						<i>П</i>	<i>П</i>	<i>Сп</i>
2	1	<i>Вп</i>							<i>П</i>	<i>Сп</i>
1	0	<i>Ст</i>								<i>Свн</i>



а) дождевик



б) костюм для гребного слалома

Рисунок 1 – Внешний вид одежды различного назначения из водонепроницаемых композиционных слоистых материалов, содержащих мембранный слой

ка и костюма для гребного слалома.

Из таблицы 3 следует, что для оценки качества материала, применяемого для изготовления дождевика, вполне достаточно пяти показателей качества, располагающихся в ряду убывающей весомости следующим образом: водонепроницаемость, паропроницаемость, водоотталкивание, устойчивость водоотталкивания и водонепроницаемости к многоцикловым нагрузкам. Оценка качества материала верха костюма для гребного слалома потребует определения большего числа показателей соответственно более жестким требованиям к специальному снаряжению спортсмена-водника.

В таблице 4 представлена характеристика различных КСМ, полученная в результате исследования свойств КСМ в лаборатории ОАО «Моготекс» и лаборатории кафедры «Стандартизация» УО «ВГТУ». В таблице 5 представлена оценка качества этих материалов смешанным методом, весомость и набор показателей качества определены по разработанной методике. В качестве базовых показателей при расчете относительных единичных показателей качества

дифференциальным методом использовалось максимальное значение для позитивных и минимальное значение для негативных показателей качества. Комплексный показатель качества рассчитывался как средневзвешенная величина относительных единичных показателей с учетом их весомости.

Анализ данных таблицы 5 показывает, что в зависимости от условий эксплуатации одежды уровень качества одного и того же материала различается: речь идет о пригодности данного материала для производства качественной и надежной одежды, эксплуатируемой в конкретных условиях.

Таким образом, методика позволяет достаточно быстро, не проводя ранжирование, ориентируясь на условия эксплуатации конкретного изделия, определить набор и весомость показателей качества водонепроницаемых КСМ для одежды и произвести выбор материала для изготовления одежды определенного назначения на основании комплексной оценки качества материала с учетом условий его эксплуатации. Как система сбора и анализа данных о мате-

Таблица 3 – Расчет весомости показателей качества водонепроницаемых КСМ для одежды различного назначения

Показатель качества	Сумма баллов по показателям		Весомость показателя	
	Дождевик	Костюм для гребного слалома	Дождевик	Костюм для гребного слалома
<i>Во</i>	8	12	0,28	0,1
<i>Вн</i>	11	36	0,38	0,31
<i>Мво</i>	3	4	0,1	0,03
<i>Мвн</i>	2	16	0,07	0,14
<i>Мр</i>	0	4	0	0,03
<i>Р</i>	0	4	0	0,03
<i>П</i>	5	28	0,17	0,24
<i>Сво</i>	0	2	0	0,02
<i>Свн</i>	0	6	0	0,05
<i>Ср</i>	0	2	0	0,02
<i>Сн</i>	0	4	0	0,03
Итого сумма баллов	29	118	1	1

Таблица 4 – Характеристика КСМ

Номер образца	1	2	3	4	5
Волокнистый состав основы / полимер мембраны	ПЭ/ПУ	ПЭ/ПУ	ПЭ/ПУ	ПЭ/ПУ	ПЭ/ПУ
Структура (количество слоев)	2	2	2,5	3	3
Водонепроницаемость, мм вод. ст.	8 000	6 500	8 500	10 000	10 000
Устойчивость водонепроницаемости к многоцикловым нагрузкам (100 тыс. циклов), % снижения исходной величины	5	4	14	85	93
Устойчивость водонепроницаемости к стиркам (10 стирок), % снижения исходной величины	23	25	45	76	62
Водоотталкивание, баллы	100	100	100	100	100
Устойчивость водоотталкивания к многоцикловым нагрузкам, % снижения исходной величины	10	10	20	10	10
Устойчивость водоотталкивания к стиркам, % снижения исходной величины	10	20	10	10	20
Разрывная нагрузка полоски ткани 50*200 мм, Н (среднее по основе и утку)	706	826	668	912	882
Устойчивость к многоцикловым нагрузкам, % снижения исходной величины разрывной нагрузки	5	2	4	4	2
Устойчивость к стиркам, % снижения исходной величины разрывной нагрузки	4	2	2	8	6
Паропроницаемость, г/м ² /24 ч	3492	9615	1996	2010	1654
Снижение паропроницаемости после стирки, %	7	2	0	0	0

Таблица 5 – Комплексная оценка качества КСМ, приведенная для условий эксплуатации одежды различного назначения

Номер образца	1	2	3	4	5
Комплексный показатель качества КСМ в условиях эксплуатации дождевика	0,91	0,87	0,71	0,80	0,79
Комплексный показатель качества КСМ в условиях эксплуатации костюма для гребного слалома	0,69	0,85	0,6	0,61	0,61

риале, предлагаемая методика решает одну из важнейших задач менеджмента качества – обеспечение условий для принятия управляющих ре-

шений, предотвращающих выпуск ненадежной продукции низкого качества.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 28486 – 90. *Ткани плащевые и курточные из синтетических нитей. Общие технические условия*, Введ. 1991-07-01, ИПК Издательство стандартов, Москва, 1998, 8 с.
2. Стельмашенко, В.И. (2010), *Материалы для одежды и конфекционирование*, Москва, 320 с.
3. Панкевич, Д.К. (2012), Ассортимент и свойства мембранных материалов, используемых в производстве одежды для активного отдыха и спорта, Качество товаров: теория и практика, *Материалы докладов международной научно-практической конференции*, Витебск, ноябрь 2012, С. 204 – 206.
4. Панкевич, Д.К., Кукушкина, Ю.М. (2014), Применение методики многоцикловых нагружений для оценки изменчивости физико-механических свойств водозащитного материала в процессе эксплуатации, Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности, *Материалы докладов международной научно-технической конференции*, Витебск, ноябрь 2014, С. 194 – 196.
5. Панкевич, Д.К., Буркин, А.Н., Радюк, А.Н. (2014), Анализ показателей качества материалов для водозащитной одежды, Современные методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов, *Материалы 5-й МНТК*, Могилев, 2014, С. 125-127.
6. Гущина, К.Г. (1984), *Эксплуатационные свойства материалов для одежды и методы оценки их качества*, Легкая и пищевая промышленность, Москва, 312 с.
7. Панкевич, Д.К., Лобацкая, Е.М., Дорошенко, И.А. (2015), Исследование влияния стирок на свойства мембранных материалов, Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности, *Материалы докладов МНТК*, часть 2, Москва, 2015, С. 31-34.

REFERENCES

1. Standard 28486 – 90. *Tkani plashhevye i kurtochnye iz sinteticheskix nitej. Obshhie texnicheskie usloviya* [Raincoat and jackets fabrics made from synthetic fibers. General specifications], Vved. 1991-07-01, IPK Izdatelstvo standartov, Moscow, 1998, 8 p.
2. Stelmashenko, V.I. (2010), *Materialy dlya odezhdy i konfekcionirovanie* [Materials for clothing and confectioning], Moscow, 320 p.
3. Pankevich, D.K. (2012), *Assortment and properties of membrane materials used in the manufacture of clothing for leisure and sports* [Assortiment i svojstva membrannyh materialov, ispol'zuemyh v proizvodstve odezhdy dlya aktivnogo otdyha i sporta], Kachestvo tovarov: teoriya i praktika, *Materialy dokladov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*, Vitebsk, noyabr' 2012, pp. 204 – 206.
4. Pankevich, D.K., Kukushkina, Yu.M. (2014), Applying the methodology multicyclic loading to evaluate the variability of the physical and mechanical properties of the waterproof material during operation [Primenenie metodiki mnogociklovyyh nagruzhenij dlya ocenki izmenchivosti fiziko-mexanicheskix svojstv vodozashhitnogo materiala v processe ekspluatatsii], *Innovacionnye tekhnologii v tekstilnoj i legkoj promyshlennosti, Materialy dokladov mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii*, Vitebsk, 2014, pp. 194 – 196.
5. Pankevich, D.K., Burkin, A.N., Radyuk, A.N. (2014), Analysis of quality indicators for waterproof clothing [Analiz pokazatelej kachestva materialov dlya vodozashhitnoj odezhdy], *Sovremennye metody i pribory kontrolya kachestva i diagnostiki sostoyaniya obektov, Materialy 5-j MN TK*, Mogilev, 2014, pp. 125-127.
6. Gushhina, K.G. (1984), *Ekspluatacionnye svojstva materialov dlya odezhdy i metody ocenki ix*

8. Панкевич, Д.К. (2016), Влияние многоцикловых нагрузений на водонепроницаемость мембранных материалов для одежды, Модели инновационного развития текстильной и легкой промышленности на базе интеграции университетской науки и индустрии. Образование-наука-производство, *Сборник статей II Международной научно-практической конференции*, Казань, 2016, С. 272-278.
9. Holmes, David (2002), *Waterproof breathable fabrics*, Handbook of technical textiles, Bolton, UK, 392 p.
- kachestva* [The performance properties of materials for garments and methods for assessing their quality], *Legkaya i pishhevaya promyshlennost*, Moscow, 312 p.
7. Pankevich, D.K., Lobackaya, E.M., Doroshenko, I.A. (2015), *Investigation of the effect of washes on the properties of membrane materials* [Issledovanie vliyaniya stirok na svojstva membrannykh materialov], *Dizajn, texnologii i innovacii v tekstilnoj i legkoj promyshlennosti*, *Materialy dokladov MNTK*, chast 2, Moscow, 2015, pp. 31-34.
8. Pankevich, D.K. (2016), *The impact of multicyclic loading on the water resistance of composite laminates containing membrane layer for clothing* [Vliyanie mnogociklovykh nagruzhenij na vodonepronicaemost' membrannykh materialov dlya odezhdy], *Modeli innovacionnogo razvitiya tekstil'noj i legkoj promyshlennosti na baze integracii universitetskoj nauki i industrii. Obrazovanie-nauka-proizvodstvo*, *Sbornik statej II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii*, Kazan', 2016, pp. 272-278
9. Holmes, David (2002), *Waterproof breathable fabrics*, Handbook of technical textiles, Bolton, UK, 392 p.

Статья поступила в редакцию 25. 02. 2016 г.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГРАНИЧНОГО АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ РАБОЧИМ ЦИКЛОМ ПЛОСКОГО ВРЕЗНОГО ШЛИФОВАНИЯ

Н.Н. Попок, Ю.Е. Махаринский, Д.Г. Латушкин

УДК 621.923

РЕФЕРАТ

ПЛОСКОЕ ВРЕЗНОЕ ШЛИФОВАНИЕ, ОГРАНИЧЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ, РАБОЧИЙ ЦИКЛ СЪЕМА ПРИПУСКА, НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ПРИПУСКА

Аналитически получены математические модели, которые позволяют определять параметры граничного алгоритма управления рабочим циклом плоского врезного шлифования.

Большое количество исследований и разработок, посвященных различным вопросам проблемы управления процессом шлифования, характеризуется отсутствием единого системного подхода к проблеме, разобщенностью разработок и несовместимостью результатов. Реальное влияние этих работ на эффективность процессов шлифования в производственных условиях явно недостаточно. Экспериментальные и теоретические знания пока не упорядочены и не обобщены прагматической инженерной теорией, которая бы позволила обоснованно выбирать алгоритм управления и его параметры в каждом конкретном условиях. Особенно это относится к процессу плоского врезного шлифования.

Нерешенными аспектами проблемы управления процессом плоского врезного шлифования являются: 1) систематизация и частичная разработка математических моделей ограничений производительности; 2) разработка аналитического метода оценки параметров граничного алгоритма управления рабочим циклом.

Для большей универсальности исследования проводились в безразмерных величинах.

ABSTRACT

EFLAT PLUNGE GRINDING, PERFORMANCE LIMITATIONS, DUTY CYCLE STOCK REMOVAL, IRREGULARITY ALLOWANCE

Mathematical models have been analytically obtained to define the boundary algorithm parameters of duty cycle control of the flat plunge grinding.

A large number of research works on various issues of the grinding process management are characterized by the absence of a single system approach to the problem, discord and the incompatibility of results. The real impact of these research works on the efficiency on the grinding process in a production environment is clearly not enough. The pilot and theoretical knowledge has not been streamlined yet. It has not been summarized by means of a pragmatic engineering theory that could make it possible to choose the reasonable control algorithm of the process and its parameters in each specific context. This especially refers to the flat plunge grinding process.

The outstanding aspects of the flat plunge grinding process problem are the following: 1) the systematization and partial development of mathematical models of performance limitations; 2) the development of an analytical method of evaluating the boundary algorithm parameters of duty cycle control.

For greater versatility studies were carried out in the dimensionless variables.

ВВЕДЕНИЕ

Для эффективного управления процессом врезного шлифования (или заточки) при помощи систем ЧПУ необходимы математические модели, отражающие ограничения, которые на-

кладываются на производительность тепловыми явлениями в зоне шлифования, рабочими свойствами шлифовального круга, а также требованиями к точности формы и шероховатости шлифованной поверхности. Зависимость меж-

ду глубиной шлифования и глубиной прижога, необходимая для разработки модели теплового ограничения производительности, может быть получена экспериментально или путем моделирования на ЭВМ процесса нагрева заготовки при шлифовании. Данные методы являются довольно трудоемкими, а полученные результаты являются частными – то есть их нельзя использовать при изменении условий шлифования.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

При граничном алгоритме управления [1, 2, 3] на каждом проходе радиальная подача изменяется в соответствии с требованиями ограничений производительности.

Для плоского врезного шлифования модели ограничений производительности имеют вид [1, 3]:

1. Тепловое ограничение.

Модель теплового ограничения позволяет определить допустимую, по отсутствию прижогов на окончательной поверхности, относительную глубину шлифования α_i в зависимости от оставшегося относительного припуска π_i :

$$\alpha_i \leq C_0 + C_1 \cdot \pi_i + C_2 \cdot \pi_i^2 \quad (1)$$

Глубина шлифования на i -ом проходе

$$\alpha_i = \frac{a_i}{a_{k0}} \quad (2)$$

где a_{k0} – критическая бесприжоговая глубина шлифования сразу после правки шлифовального круга, a_i – глубина шлифования на i -м проходе.

Безразмерный припуск π_i , оставшийся после i проходов:

$$\pi_i = \frac{\Pi_i}{a_{k0}} \quad (3)$$

где Π_i – припуск, оставшийся после i проходов.

Коэффициенты можно найти по следующим моделям:

$$C_0 = (0,25 + 0,75) \cdot \alpha_k \quad (4)$$

где $\alpha_k = a_k / a_{k0}$, a_k – безразмерная критическая бесприжоговая глубина шлифования;

$$C_1 = (\alpha_k - 0,13) \cdot b_n \quad (5)$$

где b_n – параметр тепловой активности шлифовального круга при плоском шлифовании.

$$C_2 = (0,2 + 0,12 \cdot \alpha_k) \cdot b_n^2 \quad (6)$$

2. Силовое ограничение по допустимой силе шлифования P_{ym} .

Модель первого силового ограничения позволяет определить допустимую по упругим деформациям или режиму работы (полное или частичное самозатачивание) шлифовального круга относительную глубину шлифования α_i :

$$\alpha_m \leq \frac{K_{pn} \cdot P_{ym}}{B \cdot V_x \cdot \alpha_{k0}} \quad (7)$$

где K_{pn} – коэффициент режущей способности при плоском врезном шлифовании; B – ширина шлифуемой заготовки; V_x – скорость продольной подачи заготовки.

3. Ограничение производительности по качеству поверхности

Модель второго силового ограничения позволяет определить допустимую по заданному показателю шероховатости (параметрам эмпирической модели для вычисления зависимости показателя шероховатости от радиальной силы шлифования) относительную глубину шлифования α_i в зависимости от оставшегося относительного припуска π_i .

$$\alpha_i \leq \alpha_R + \frac{K_{pn}}{4 \cdot V_x \cdot K_{Rn}} \quad (8)$$

где K_{Rn} – коэффициент пропорциональности;

$$\alpha_R = \frac{(Ra_{30} - Ra_0) \cdot K_{pn}}{V_x \cdot K_{Rn} \cdot \alpha_{k0}} \quad (9)$$

где Ra_{30} – заданное значение параметра шероховатости.

На рисунке 1 показаны варианты схем ограничений производительности для разных соче-

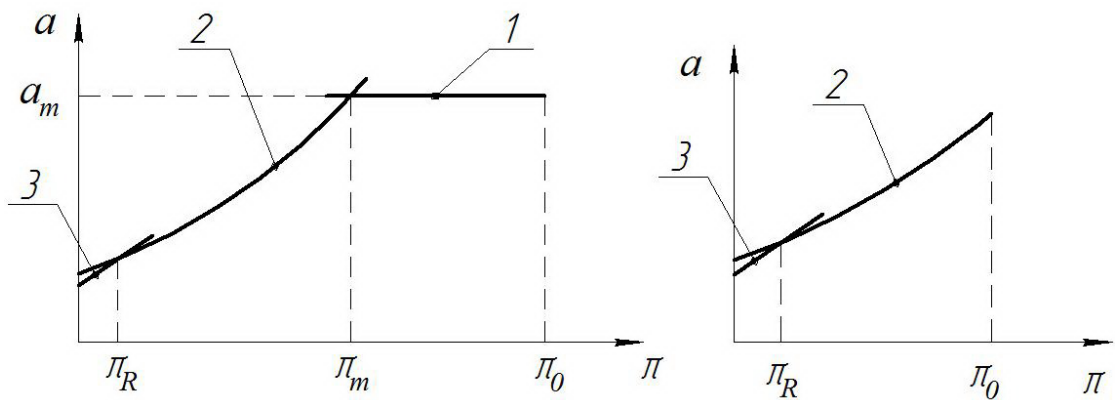


Рисунок 1 – Схемы ограничений производительности при плоском врезном шлифовании (1 – силовое ограничение, 2 – тепловое ограничение, 3 – ограничение по шероховатости)

таний значений параметров моделей (1) и (9).

Для дальнейших расчетов, оптимизации и моделирования рабочего цикла необходимо определять значения абсцисс точек пересечения ограничений π_m и π_R . Это можно выполнить с помощью следующих моделей:

$$\pi_m = \frac{\sqrt{C_1^2 + 4 \cdot C_2 \cdot (\alpha_m - C_0)} - C_1}{2 \cdot C_2}, \quad (10)$$

$$\pi_R = \frac{C_3 - C_1 - \sqrt{(C_3 - C_1)^2 + 4 \cdot C_2 \cdot (C_0 - \alpha_R)}}{2 \cdot C_2}, \quad (11)$$

где

$$C_3 = \frac{K_p}{4 \cdot K_R \cdot V} = \frac{\alpha_R \cdot \alpha_{R0}}{4 \cdot (Ra - Ra_0)}.$$

Подачи граничного алгоритма управления плоским врезным шлифованием определяются из следующих соображений. Если ($\pi_m \leq \pi_0 - \alpha_m$) (рисунок 2), то модель ускоренного врезания имеет вид:

$$\sigma_v = \alpha_m \cdot (1 + Y) = \alpha_m \cdot \left(1 + \frac{V \cdot B}{K_{pu} \cdot j} \right). \quad (12)$$

Число проходов с подачей $\sigma_1 = \alpha_m$ определяем из выражения

$$i_m = \frac{\pi_0 - \pi_m}{\sigma_1 - I}, \quad (13)$$

где i_m округляется до ближайшего меньшего целого числа.

А число проходов предварительного этапа рабочего цикла

$$i_1 = i_m + 1. \quad (14)$$

Часть припуска, удаленная на этом этапе, будет равна:

$$\pi_{c1} = \alpha_m \cdot i_1. \quad (15)$$

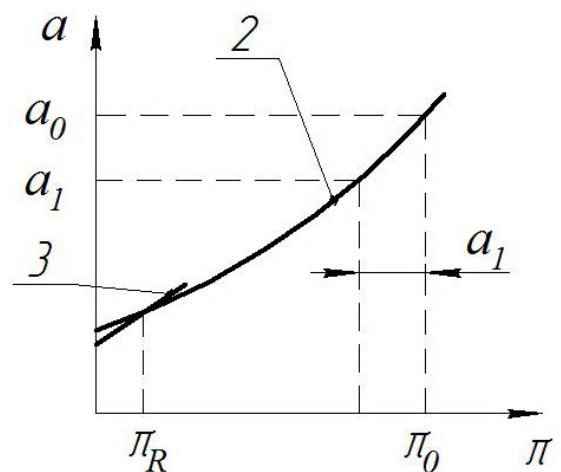


Рисунок 2 – Схема к расчету подачи ускоренного врезания

Если $(\pi_m > \pi_o - \alpha_m)$ (см. рисунки 1 и 2), то согласно модели (1)

$$\alpha_1 = C_0 + C_1 \cdot (\pi_0 - \alpha_1) + C_2 \cdot (\pi_0 - \alpha_1)^2 .$$

Откуда

$$\alpha_1 = \frac{1 + 2 \cdot C_2 \cdot \pi_0 - C_1 - \sqrt{(1 + 2 \cdot C_2 \cdot \pi_0 - C_1)^2 + 4 \cdot C_2 \cdot \alpha_0}}{2 \cdot C_2} , \quad (16)$$

где

$$\alpha_0 = C_0 + C_1 \cdot \pi_0 + C_2 \cdot \pi_0^2 .$$

Участок действия теплового ограничения зависит от следующих условий. Если $\alpha_R < \alpha_K$, то $\pi_m \geq \pi \geq \pi_R$, где значение π_R можно вычислить по модели (11); в противном случае $\pi_m \geq \pi \geq 0$. Для этого участка согласно модели (1) можем записать

$$\alpha_i = C_0 + C_1 \cdot (\pi_{i-1} - \alpha_i) + C_2 \cdot (\pi_{i-1} - \alpha_i)^2 . \quad (17)$$

Откуда, учитывая, что $\pi_{i-1} = \pi_0 - \pi_{c(i-1)}$, где

$\pi_{c(i-1)} = \sum_{i=1}^{i-1} \alpha_i$ – часть удаленного припуска, получим

$$\alpha_i = \frac{C_1 \cdot D_i}{2 \cdot C_2} , \quad (18)$$

где

$$D_i = C_i^2 - M_i , \quad C_i = 1 + C_1 + 2 \cdot C_2 \cdot (\pi_0 - \pi_{c(i-1)}) ,$$

$$M_i = C_0 + C_1 \cdot (\pi_0 - \pi_{c(i-1)}) + 2 \cdot C_2 \cdot (\pi_0 - \pi_{c(i-1)})^2$$

и

$$\sigma_i = \alpha_i \cdot (1 + Y) - Y \cdot \alpha_{(i-1)} . \quad (19)$$

Вычисления продолжают до тех пор, пока соблюдается неравенство

$$\pi_0 - \pi_{c(i-1)} - \alpha_i > \pi_R . \quad (20)$$

Если действует ограничение по параметру шероховатости, то в соответствии с моделями (10) и (11)

$$\alpha_i = \alpha_R + C_3 \cdot \pi_i / (1 + C_3) , \quad (21)$$

$$\sigma_i = \alpha_i \cdot (1 + Y) - Y \cdot \alpha_{(i-1)} ,$$

где $\pi_i < \alpha_R$. Если $(\pi_0 - \pi_{c(i-1)}) < \alpha_R$, то подача на последнем проходе определяется из выражения

$$\sigma_i = \alpha_R \cdot (1 + Y) - Y \cdot \alpha_{(i-1)} . \quad (22)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Уточнен метод определения относительных (безразмерных) показателей граничного алгоритма управления рабочим циклом плоского врезного шлифования.

Достоинством уточненных моделей ограничений производительности шлифования является то, что значительная часть их параметров имеет физический смысл.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Махаринский, Е.И. (1990), *Технологические основы управления процессом шлифования*, Москва, СНИО СССР, 53 с.
2. Михелькевич, В.Н. (1975), *Автоматическое управление шлифованием*, Москва, Машиностроение, 1975, 304 с.
3. Ящерицын, П.И., Махаринский, Е.И., Махаринский, Ю.Е. (1997), Модели ограничений производительности при плоском врезном шлифовании, *Вести Академии наук Беларуси*, серия физико-технических наук, №3, С. 31–34.

REFERENCES

1. Maharinsky, E.I. (1990), *Tehnologicheskie osnovy upravlenija processom shlifovaniya* [Technological bases of control by process of grinding], Moscow, SNIO USSR, 53 p.
2. Mihelkevich, V.N. (1975), *Avtomaticheskoe upravlenie shlifovaniem* [Automatic control of grinding], Moscow, Mechanical engineering, 304 p.
3. Yashcheritsyn, P.I., Maharinsky, E. I., Maharinsky, Y. E. (1997), Models of restrictions of productivity at flat cut-in grinding [Modeli ogranichenij proizvoditel'nosti pri ploskom vreznom shlifovanii], *Vesci Akadjemii navuk Belarusi, seryja fizika-tjechnichnyh navuk № 3 – To conduct Academies of Sciences of Belarus, a series of physics and technology sciences № 3*, pp. 31-34.

Статья поступила в редакцию 28. 03. 2016 г.

ИМИТАЦИОННАЯ СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЫХЛЕНИЯ И ОЧИСТКИ ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА

П.А. Севостьянов, Т.А. Самойлова,
В.В. Монахов, К.В. Ордов

УДК 677.022:519.8:62.50

РЕФЕРАТ

РЫХЛЕНИЕ, ОЧИСТКА, ИМИТАЦИЯ, КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ, ИМИТАЦИОННАЯ СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, КЛОЧКИ ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА

На подготовительных этапах прядильного производства клочки волокнистого материала подвергаются рыхлению и очистке с целью удаления сорных примесей и непрядомых волокон. Для изучения этих процессов целесообразно использовать имитационные статистические модели.

С помощью имитационных статистических моделей можно проводить исследования по влиянию таких характеристик системы, как распределение параметров клочков, плотность расположения колков, интенсивность взаимодействия на степень рыхления, измельчение клочков и их очистка.

В работе изложены принципы построения такого рода моделей, приведены примеры этих моделей.

Данные, полученные в результате моделирования, соответствуют распределениям, которые наблюдаются в натуральных экспериментах и предсказываются общей теорией дробления частиц.

ABSTRACT

BREAKING, CLEANING, SIMULATION, COMPUTER MODELS, SIMULATION STATISTICAL MODEL, FLOCKS OF SFIBROUS MATERIAL

In the preparatory stages of spinning flocks of fibrous material are subjected to breaking and cleaning to remove trash and short fibers. It is advisable to use a simulation statistical model to research these processes.

Simulation statistical models of breaking and cleaning process were created. With these models it is possible to investigate the influence of these characteristics of the system as flock's parameter distribution, density of pins, intensity of interaction on the efficiency of flock's breaking, cleaning.

The article describes the principles of creation of such models. There are examples of such models.

The data of the simulation corresponds to the distribution observed in natural experiments and predicted by the general theory of particle crushing.

В текстильной промышленности при подготовке хлопка к прядению волокнистые клочки, отобранные из кип, подвергаются воздействию рабочих органов разрыхлительно-очистительных машин. Целью этого воздействия является уменьшение массы клочка путем его разделения на более мелкие клочки, уменьшение объемной плотности клочков для упрощения разъединения волокон в последующих процессах, удаления сорных примесей и коротких волокон, не пригодных к прядению.

В результате одного акта взаимодействия с

рабочими органами машины клочок либо разделяется на два (большее число «осколков» практически невероятно), либо не разделяется. При этом исходный клочок или два вновь образовавшихся клочка изменяют свою объемную плотность. Процессу разрыхления клочка соответствует уменьшение его плотности. При этом может выделиться часть сорных примесей и непрядомых волокон за счет ослабления связей внутри клочка, что означает очищение волокнистого материала (ВМ) клочка и некоторое (незначительное) уменьшение его массы.

Однако возможен и обратный процесс – увеличение объемной плотности клочка вследствие его «зажгучивания». Зажгучивание клочка может быть вызвано разными причинами или комплексом причин. Это взаимодействие клочка с воздушным потоком и близко расположенными элементами конструкции машины, придающими клочку не только поступательное, но и вращательное движение. Это взаимодействие клочка с другими клочками, повышенная извитость и цепкость волокон в клочке, большие размеры клочка, не соответствующие размерам той части рабочей зоны, в которой движется клочок и в которой происходит его взаимодействие с рабочими органами машины. При зажгучивании клочка увеличивается его плотность, масса не меняется, сорные примеси и непрядомые волокна не выделяются.

Процесс рыхления и очистки на современном оборудовании выполняется для клочков волокнистого материала, находящихся в свободном состоянии. При этом в наибольшей степени проявляется хаотический, вероятностный характер самого процесса. Именно это, а также большой разброс характеристик клочков и большой диапазон вариаций приводят к тому, что экспериментальным образом получить данные о процессе достаточно сложно и трудоемко даже при наличии специальной измерительной аппаратуры. В этих условиях хорошей альтернативой для исследования разрыхлительно-очистительного процесса является метод имитационного статистического моделирования процесса [1].

При разработке модели разрыхления и очистки клочков необходимо учесть ряд факторов. Во-первых, вероятность разделения клочка на два должна оцениваться исходя из параметров конкретного рассматриваемого клочка: плотности, объема, возможно, формы и расположения относительно оси движения потока. Во-вторых, в модель должны быть включены зависимости, позволяющие отразить изменения параметров клочка после каждого взаимодействия. К настоящему времени, да и в будущем, получить такие зависимости вряд ли удастся. Причина в вероятностной природе и характере всех рассматриваемых процессов и параметров клочков.

Для преодоления возникающих трудностей,

на наш взгляд, наиболее рациональным является подход, при котором искомые неизвестные зависимости заменяют максимально простыми и грубыми аппроксимациями. Эти аппроксимации необходимо подобрать так, чтобы они правильно, в общих чертах отображали физически очевидные тенденции. Кроме того, в предельных значениях они также должны приводить к очевидным значениям. Аппроксимирующие зависимости, конечно, должны удовлетворять требованиям согласования размерностей. Наконец, желательно, чтобы эти зависимости включали как можно меньше неизвестных или неопределенных параметров моделируемой системы. По сути, этот эвристический подход к построению модельных зависимостей должен позволить, по крайней мере, на качественном уровне отобразить моделируемые процессы.

Для моделирования перечисленных эффектов взаимодействия необходимо, во-первых, оценить вероятность каждого из них, во-вторых, в зависимости от эффекта иметь возможность рассчитать величину изменения соответствующей характеристики клочка.

В основе всех преобразований лежат изменения плотности клочка при разрыхлении, которые и влекут за собой остальные процессы. Наибольшее теоретически возможное значение плотности близко к плотности материала волокна r_f , а наименьшая плотность, очевидно, приближается к нулю: $0 \leq r \leq r_f$. Для массы m клочков тоже можно задать некоторую предельную величину $mMax$: $0 \leq m \leq mMax$.

Изменения плотности клочка зависят от интенсивности его взаимодействия с рабочими органами машины. Эта интенсивность зависит от соотношения размеров (объема) клочка $V = m/r$ и объема свободного пространства между колками и колосниками V_m , а также соотношения скоростей клочка W и рабочих органов W_m . Учитывая, что при неизменной массе клочка $dr/r = -dV/V$, эту зависимость можно отобразить следующим соотношением:

$$dr = -C_r r \frac{mMax}{r_f V_m} \left(1 - \frac{w}{w_m}\right), \quad (1)$$

или

$$dV = C_r V \frac{mMax}{r_f V_m} \left(1 - \frac{w}{w_m}\right),$$

где C_r – безразмерный коэффициент пропорциональности.

Вероятность разрыхления P_0 клочка также зависит от соотношения размеров клочка и рабочей области и обязана находиться в пределах от 0 до 1. Можно предположить следующий вид для этой вероятности:

$$P_0 = 1 - \exp(-C_0 V / W_m), \quad (2)$$

где C_0 – коэффициент пропорциональности.

Будем считать, что количество выделяющихся сорных примесей dg тем больше, чем больше их в клочке и чем меньше его плотность. Эти очевидные зависимости можно отобразить формулой

$$\frac{dg}{g} = C_g a \sqrt{1 - \frac{r}{r_f}}, \quad 0 \leq r \leq r_f, \quad (3)$$

где C_g – коэффициент пропорциональности, a – показатель корня. Эта формула соответствует представлению о зависимости количества выделяющихся сорных примесей от плотности клочка, представленной на рисунке 1, построенной для $C_g = 1$.

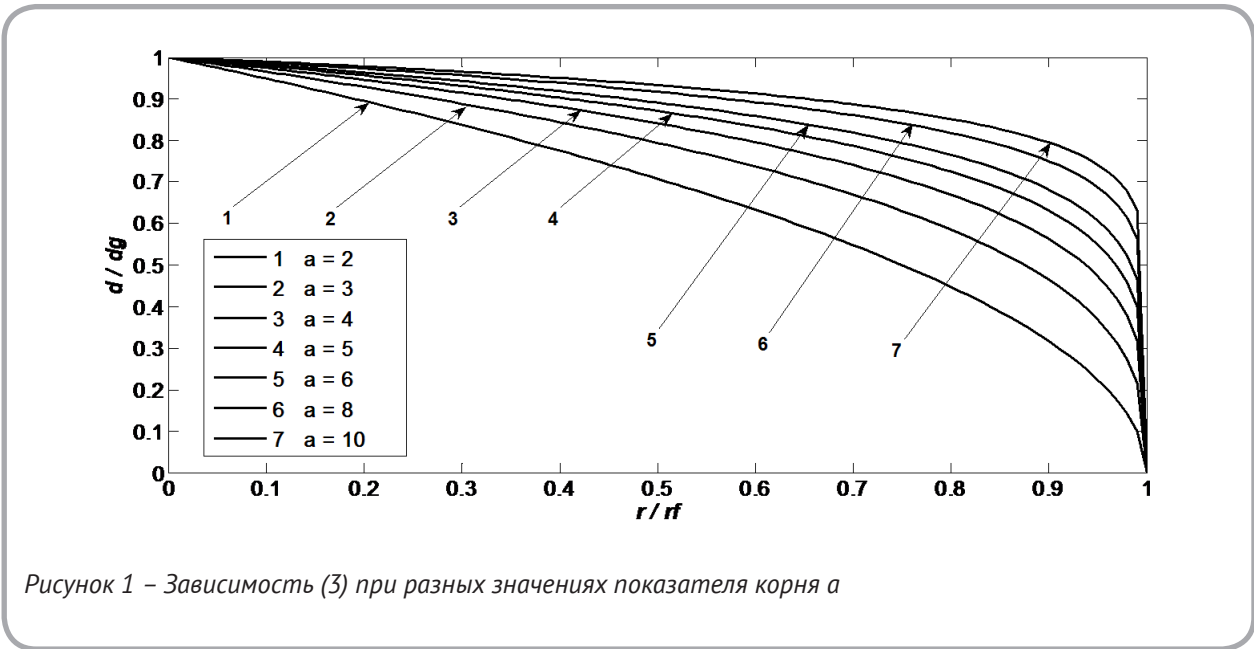
Деление клочка происходит в том случае, когда его плотность понижается до достаточно

низкого уровня, а интенсивность воздействия достаточно высока. Поэтому вероятность P_b разделения клочка на два должна зависеть от этих двух характеристик. Размеры двух вновь образовавшихся клочков могут быть любыми. Масса m включает в себя и массу сорных примесей g , которые также разделяются между клочками случайным образом.

Поэтому будет разумным считать, что разделение клочка на два меньших происходит в соответствии с равномерным законом распределения $Un(0;1)$. Заметим, что поскольку рассматривается именно деление, то уменьшение плотности, сопровождающее разделение, не включается в этот эффект. Исходя из сказанного, можно предположить следующие зависимости:

$$\begin{aligned} P_b &= \left(1 - \frac{r}{r_m}\right) \left(1 - \frac{W}{W_m}\right); \quad m' = m - g; \\ m_1 &= \xi_m m'; \quad m_2 = m' - m_1; \\ g_1 &= \xi_g g; \quad g_2 = g - g_1; \\ \xi_m &\sim Un(0;1); \quad \xi_g \sim Un(0;1). \end{aligned} \quad (4)$$

Зажгучивание клочка – эффект, противоположный разрыхлению, сопровождающийся не только увеличением плотности клочка, но и его упрочнением вследствие большей спутанности волокон, что усложняет выделение сорных примесей. Последнее можно учесть, уменьшая зна-



чение коэффициента C_g .

Вероятность P_z эффекта зажгучивания тем выше, чем больше клочок и чем выше разница в скоростях клочка и рабочих органов. Поэтому формулу для оценки вероятности можно выбрать в виде

$$P_z = \begin{cases} V/V_m, & 0 \leq V \leq V_m, \\ 1, & V > V_m \end{cases} \quad (5)$$

а величину нарастания плотности принять по формуле, аналогичной (4):

$$dr = C_r r \frac{mMax}{r f V_m} \left(1 - \frac{w}{w_m}\right). \quad (6)$$

С использованием принятых зависимостей можно построить алгоритм статистического моделирования процессов разрыхления и очистки клочков. В качестве исходной информации используются начальные распределения клочков по массе $f_0(m)$, плотности $f_0(r)$ и содержанию сорных примесей $f_0(g)$. В соответствии с этими распределениями генерируются значения этих характеристик клочков. Далее разыгрываются эффекты, происходящие с этими клочками, после чего значения характеристик изменяются. На основании этих данных строятся оценки новых распределений тех же характеристик. Число клочков должно быть достаточным для надежной оценки распределений. Затем вся процедура повторяется, причем в качестве стартовых распределений используются распределения, полученные на предыдущем цикле.

В MATLAB была создана программа, реализующая компьютерную модель разрыхления, размельчения и очистки клочков. В качестве исходных условий было принято: все клочки имеют одинаковую массу, равную $mMax = 100$, и содержание сорных примесей, равное 10 % от массы клочка ($gMax = 10$); плотность клочков одинакова и равна половине предельно большой плотности rf ; скорость клочков равна 0,7 от скорости движения колков барабана; наибольшая вероятность зажгучивания для клочка равна 0,5; число моделируемых клочков в одном цикле (по t) составляет $N = 500$.

На рисунке 2 представлены распределения

массы и плотности клочков и массы сорных примесей, полученные на модели, после 10 (а, б, в) и 30 (г, д, е) циклов. Все распределения строились для одного и того же диапазона изменения каждого из параметров: $[0 - mMax]$ для массы, $[0 - rf]$ для плотности, $[0 - gMax]$ для массы сорных примесей – с разбиением данных на $mf = 15$ равных интервалов. На осях абсцисс отложены номера интервалов.

Из сравнения гистограмм видно, как с увеличением числа циклов, то есть числа взаимодействий клочков с колками и колосниками, уменьшается масса клочков, снижается их плотность и масса сорных примесей. Доля клочков, не изменивших своих характеристик, уменьшается, однако не исчезает полностью из-за эффекта зажгучивания.

Построенная модель позволяет на качественном уровне проводить интересные исследования по изучению влияния различных базовых характеристик системы: распределения параметров клочков (m, r, g), плотности расположения колков (через V_m), интенсивности взаимодействия (через соотношение W/W_m) – на степень рыхления, измельчения клочков и их очистки.

Модель может быть использована и для количественных оценок, если предварительно выполнить ее «привязку» к реальному объекту по имеющимся данным натурных наблюдений путем оценки коэффициентов C_0, C_r, C_g, C_z, C_p .

Метод статистической имитации позволяет построить и более подробную эвристическую модель процесса разрыхления и очистки клочков, вариант которой рассмотрен ниже.

Основные предположения, использованные при построении ИСМ, следующие. Клочки подвергаются разрыхлению и очистке независимо друг от друга. Каждый клочок описывается случайными величинами: массой m , массой содержащихся в нем сорных примесей g , удельной плотностью ρ (принимаемой в качестве характеристики разрыхленности клочка). Среди множества факторов, влияющих на исход взаимодействия клочка с колками и колосниками (степень заполнения рабочей зоны волокнистой массой, линейные размеры клочков, степень их взаимодействия с рабочими органами, извитость и цепкость волокон и т. п.), выделим в рассмат-

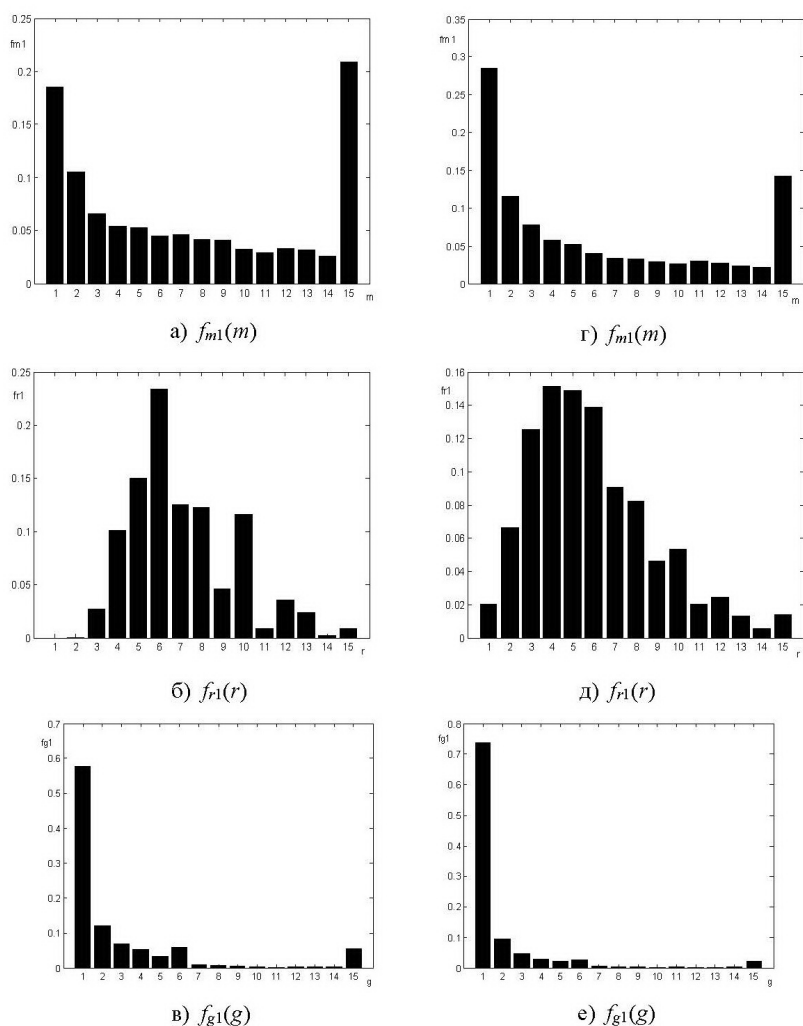


Рисунок 2 – Гистограммы массы, плотности клочков и сорных примесей по результатам моделирования

риваемой простейшей модели лишь степень заполнения клочками рабочей зоны. Чем выше эта степень заполнения, тем выше вероятность зажгучивания клочка. Степень заполнения будем измерять величиной $\bar{V}N / W$, где $\bar{V} = \bar{m} / \bar{\rho}$ – средний объем клочка, \bar{N} – среднее число клочков в объеме рабочей зоны W .

Величины \bar{N} и W можно определить по формулам

$$\bar{N} = \Pi\varphi / (\omega\bar{m}), \quad W_{ps} = \Delta Z(r+h) b, \quad (7)$$

где Π – производительность машины, φ – центральный угол сегмента колосниковой решетки, ω – угловая скорость колкового барабана, \bar{m} –

средняя масса клочка, Δ – разводка между колосниками, Z – число колосников, r – разводка между колосниками и колками, h – длина колков, b – ширина рабочей зоны. Исход «зажгучивание» разыгрывается как случайное событие с вероятностью

$$P_3 = \bar{V}N / W. \quad (8)$$

Закон изменения плотности клочка вследствие разрыхления или зажгучивания неизвестен. Можно лишь предположить, что степень разрыхления возрастает с ростом числа колос-

$$(\rho_n - \rho_k) / \rho_k = f(Z, \varepsilon). \quad (9)$$

ников и кинетической энергии клочков ε :

Вид зависимости (9) неизвестен, но можно предположить, что она монотонная, а значения конечной плотности клочка ρ_k должны лежать в пределах $0 \leq \rho_k \leq \rho_n$, где ρ_n – начальная плотность клочка. Учитывая, что ε пропорциональна начальной массе клочка m_n и квадрату скорости колкового барабана ω и оставляя в (9) линейные члены зависимости, получим:

$$\rho_k = \frac{\rho_n}{1 + C_p \xi Z m_n \omega^2} \quad (10)$$

В этой формуле C_p – коэффициент пропорциональности, определяющий степень влияния выделенных факторов, а ξ – равномерно распределенная на интервале (0; 1) случайная величина, введенная для учета случайного характера влияния факторов Z, m_n и ω^2 .

Аналогично, зажгучивание проявляется в увеличении плотности клочка без изменения его массы, но не более чем до величины ρ_m – плотности вещества волокон.

Учитывая предельные значения для ρ_k, ρ_n и ρ_m , получим приближенное представление для зависимости ρ_k от Z и ε :

$$\rho_k = \rho_m - \frac{\rho_m - \rho_n}{1 + C_s Z \xi m_n \varepsilon^2} \quad (11)$$

Масса сорных примесей g_y , выделяемых из клочка, – случайная но пропорциональная разрыхленности клочка и количеству примесей в клочке:

$$g_y = \xi g_n \frac{\rho_n - \rho_k}{\rho_n} \quad (12)$$

где g_n – начальная масса сорных примесей в клочке.

Если плотность клочка ρ_k оказывается достаточно малой, то возможно деление клочка на две или большее число частей. Предположим, то число частей u , на которое делится клочок, подчиняется распределению Пуассона с параметром $a = (\rho_n - \rho_k) / \rho_n$. Тогда всего будет получаться $u + 1$ клочок, причем их массы будем определять по формуле

$$m_i = m_n \frac{\xi_i}{\xi_1 + \dots + \xi_{u+1}} \quad (13)$$

Аналогично будем определять массу сорных примесей во вновь образовавшихся клочках:

$$g_{ni} = g_n \frac{\xi_i}{\xi_1 + \dots + \xi_{u+1}} \quad (14)$$

Выделение клочков ВМ в отходы возможно, если их размеры допускают проход между колосниками. Форма клочков чрезвычайно разнообразна, изменчива и практически не поддается формальному описанию. В рассматриваемом приближенном описании процесса будем считать, что клочок выделяется в отходы (угары) с вероятностью $1 - V/\Delta^3$ при $V \leq \Delta^3$.

Все изложенные предположения использованы в приведенном ниже алгоритме имитационного моделирования рыхления и очистки ВМ.

Алгоритм:

1. Ввод исходных данных: $k = 1, N_s = 0, N_y = 0, N_g = 0, N_p = 0$.
2. Генерация m_n, ρ_n, g_n .
3. Генерация $\xi \sim \text{Un}(0; 1)$. Если $\xi \geq P_s$, то перейти к п. 5.
4. «Зажгучивание клочка»: генерация $\xi \sim \text{Un}(0; 1)$; вычисление ρ_k по формуле (11); $m_k = m_n$; $g_k = g_n$; $N_s = N_s + 1$; перейти к п. 13.
5. Проверка «размельчения»: генерация $\xi \sim \text{Un}(0; 1)$; вычисление ρ_k по формуле (10); $a = (\rho_n - \rho_k) / \rho_n$; генерация $u \sim P_0(a)$; если $u > 0$, то перейти к п. 8.
6. «Разрыхление и очистка»: генерация $\xi \sim \text{Un}(0; 1)$ и вычисление g_y по формуле (12); $m_k = m_n$; $g_k = g_n - g_y$.
7. Проверка выделения клочка в отходы: $V_k = m_k / \rho_k$; генерация $\xi \sim \text{Un}(0; 1)$; если $\xi < 1 - V_k / \Delta^3$ и $V_k \leq \Delta^3$, то $N_y = N_y + 1$ (клочок «выделился в отходы»); иначе $N_p = N_p + 1$ (клочок «разрыхлился»). Перейти к п. 9.
8. Для $i = 1, \dots, u + 1$ выполнить генерацию $\xi_i \sim \text{Un}(0; 1)$.
9. Для $i = 1, \dots, u + 1$ вычислить m_i по формуле (13).
10. Для $i = 1, \dots, u + 1$ выполнить генерацию $\xi_i \sim \text{Un}(0; 1)$.
11. Для $i = 1, \dots, u + 1$ вычислить g_{ni} по фор-

муле (14).

12. Для $i = 1, \dots, u + 1$ выполнить процедуры, совпадающие с пп. 6 и 7; $N_g = N_g + 1$.

13. $k = k + 1$. Если $k \leq M$, то перейти к п. 2.

В алгоритме N_s, N_y, N_g и N_p – соответственно числа клочков зажгученных, удаленных в отходы, разделившихся на более мелкие и разрыхлившихся.

В алгоритме есть два неизвестных параметра: C_p и C_3 . Их значения подбирают при адаптации модели к конкретному моделируемому объекту.

Достоинство модели в том, что она дает возможность учесть влияние большого числа конструктивных и заправочных параметров: $\Delta, Z, r, h, b, \varphi, \omega, \Pi$, характеристик входящего по-

тока клочков – распределения m_n, ρ_n и g_n .

Несмотря на условность многих предположений, использованных при построении алгоритма, имитационная статистическая модель качественно правильно описывает процесс. Это видно из графиков полигонов частот для m_n, ρ_n и m_k, ρ_k , полученных в результате имитации последовательного прохода ВМ через три однотипные рабочие зоны (рисунок 3).

Начальное распределение массы клочков равномерное, начальная плотность клочков принята одинаковой для всех клочков. Графики показывают образование распределений массы и плотности клочков с сильной положительной асимметрией независимо от исходного распре-

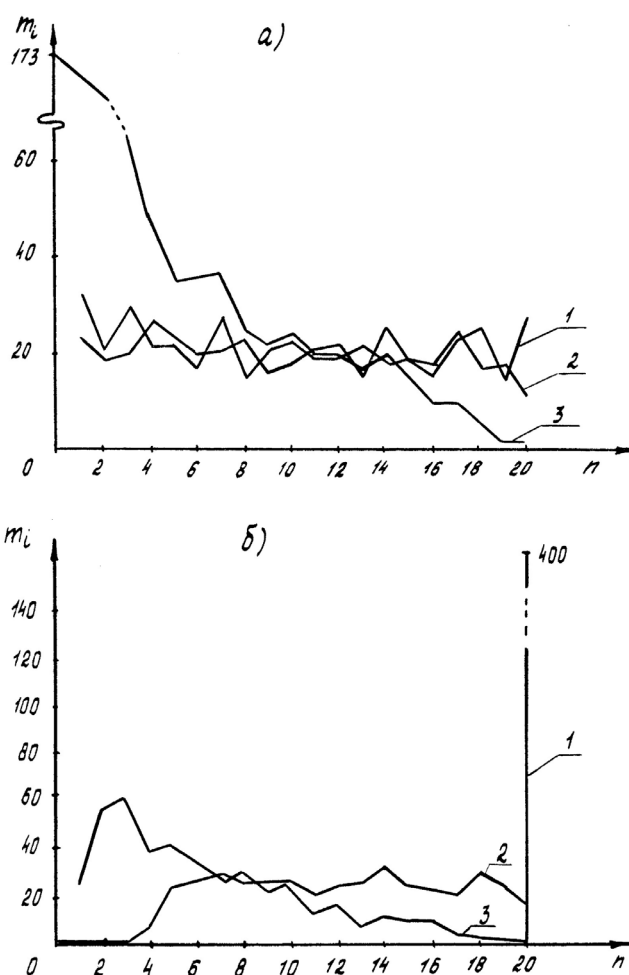


Рисунок 3 – 1) начальное распределение, 2) распределение после 1-й зоны рыхления, 3) распределение после 2-й зоны рыхления, а) масса клочков, б) плотность клочков, n – номер класса полигона частот, m_i – число попаданий в класс

деления после обработки ВМ на одной–двух рабочих зонах.

Данные, полученные в результате моделирования, соответствуют распределениям, которые наблюдаются в натуральных экспериментах [2–6] и предсказываются общей теорией дробления частиц.

ВЫВОДЫ

Построены модели процессов рыхления и очистки клочков волокнистого материала, позволяющие изучить влияние различных характеристик системы на степень разрыхления, измельчения и очистки клочков.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Самойлова, Т.А., Севостьянов, П.А., Забродин, Д.А., Савельев, С.Г. (2013), Статистические аспекты моделирования рыхления клочков хлопка, *Известия вузов. Технология текстильной промышленности*, № 1, С. 147–150.
2. Barella A., Pujol C. Sur la Distribution Statistique du poids des Flocons en ouverture et Battage du Cotton et Fibranne, *Bulletine ITF*, v. 24, № 149, pp. 617 – 635.
3. Akami, H., Kawakami, T. A *Simulation of breakage of cotton tuft by breaker*, Sen-i Gakkaishi, 1973, v. 29, 2, pp. 58 – 69.
4. Akami, H., Kawakami, T. *Change of size distribution of cotton tuft and evaluation of breakage*, Sen-i Gakkaishi, 1970, v. 26, 11, pp. 516 – 522.
5. Akami, H., Kawakami, T. *Matrix representation of blowing process in cotton spinning system*, Sen-I Gakkaishi, 1969, v. 25, 2, pp. 40 – 47.
6. Akami, H., Kawakami, T. *Relation between size distribution of cotton tuft and unevenness of random lap*, Sen-I Gakkaishi, 1970, v. 26, 11, pp. 523 – 529.

REFERENCES

1. Samoylova, T.A., Sevotyanov, P.A., Zabrodin, D.A., Savelyev, S.G. (2013), Statistical aspects of breaking simulation of cotton flocks [Statisticheskie aspekty modelirovanija ryhlenija klochkov hlopka], *Izvestija vuzov: Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti - Proceedings of the universities: Technology textile industry*, № 1, pp. 147–150.
2. Barella, A., Pujol, C. Sur la Distribution Statistique du poids des Flocons en ouverture et Battage du Cotton et Fibranne, *Bulletine ITF*, v. 24, № 149, pp. 617 – 635.
3. Akami, H., Kawakami, T. A *Simulation of breakage of cotton tuft by breaker*, Sen-i Gakkaishi, 1973, v. 29, 2, pp. 58 – 69.
4. Akami, H., Kawakami, T. *Change of size distribution of cotton tuft and evaluation of breakage*, Sen-i Gakkaishi, 1970, v. 26, 11, pp. 516 – 522.
5. Akami, H., Kawakami, T. *Matrix representation of blowing process in cotton spinning system*, Sen-I Gakkaishi, 1969, v. 25, 2, pp. 40 – 47.
6. Akami, H., Kawakami, T. *Relation between size distribution of cotton tuft and unevenness of random lap*, Sen-I Gakkaishi, 1970, v. 26, 11, pp. 523 – 529.

Статья поступила в редакцию 20. 11. 2015 г.

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АЛМАЗНЫХ ПОРОШКОВ ПОСЛЕ ПОВЕРХНОСТНОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ АКТИВАТОРАМИ СПЕКАНИЯ

П.А. Витязь, В.Т. Сенють, В.И. Жорник,
А.М. Парницкий, Т.В. Гамзелева

УДК 621.793.14

РЕФЕРАТ

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОРОШКИ АЛМАЗА, МОДИФИЦИРОВАНИЕ, НАНОАЛМАЗЫ, ИМПАКТНЫЕ АЛМАЗЫ, АКТИВАТОРЫ СПЕКАНИЯ, ТЕРМОБАРИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

В статье представлены результаты исследований структуры поверхности порошков алмаза различного происхождения (порошков ультрадисперсного алмаза, микропорошков алмаза статического синтеза, а также порошков импактных алмазов Попигайского кратера) после их предварительного модифицирования активаторами спекания (кремнием, титаном, вольфрамом). В результате проведенной термообработки в защитной атмосфере получены композиционные алмазные порошки – алмаз–титан (кремний, вольфрам). Изучена морфология поверхности модифицированных алмазных порошков. Результаты исследований могут быть использованы в дальнейшем при разработке технологии получения композиционных и поликристаллических алмазных материалов.

ABSTRACT

COMPOSITE POWDERS OF DIAMOND, MODIFIED, NANODIAMOND, IMPACT DIAMONDS, ACTIVATORS FOR SINTERING, THERMOBARIC TREATMENT.

The article presents the results of studies of the surface structure of diamond powders of different origin (ultrafine powders of diamond, micron powders of diamond of static synthesis, and powders of impact diamonds of Popigai crater) after prior modification by the sintering activators (silicon, titanium, tungsten). As a result of the thermal treatment in a protective atmosphere composite powders such as diamond-titanium (silicon, tungsten) are produced. The surface morphology of modified diamond powders is studied. The research results can be used for the further technology development of the composite and polycrystalline diamond materials.

Традиционными методами получения поликристаллических сверхтвердых материалов (ПСТМ) на основе алмаза является спекание в условиях высоких давлений и температур алмазных микропорошков как без использования активирующих добавок, так и в присутствии каталитически активных и тугоплавких металлов [1]. Данные методы получения алмазных поликристаллов реализуются, как правило, при давлениях 7 – 12 ГПа, что существенно удорожает производство этих материалов.

Поиск новых научных подходов и технологических решений, позволяющих добиться

снижения давления спекания и, следовательно, себестоимости алмазных ПСТМ и улучшения их эксплуатационных характеристик, является сегодня одной из актуальных задач в области синтеза новых алмазных материалов. Исключение металлических примесей, катализирующих обратное превращение алмаз, – графит, а также использование в качестве связующих компонентов микро- и нанопорошков тугоплавких соединений на основе карбидов, нитридов, боридов и др. позволяет активировать процесс спекания и существенно улучшить физико-механические характеристики синтезируемых алмазных

композиционных и поликристаллических материалов [2].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Для прочного связывания зерен алмаза необходимо, чтобы связка имела хорошую адгезию с поверхностью алмаза. Как показано в [3], смачивание алмаза наблюдается в том случае, если расплавленный металл интенсивно реагирует с углеродом и образует карбиды. Таким образом, в качестве связки при спекании алмазных поликристаллов могут быть использованы карбидообразующие элементы в чистом состоянии или в составе сплава, в котором присутствует некарбидообразующий элемент.

Кремний традиционно используется как активизирующая спекание алмаза добавка: он обладает хорошей жидкотекучестью, в расплавленном состоянии интенсивно реагирует с углеродом с образованием тугоплавкого карбида, обладающего низким коэффициентом термического расширения и высокой твердостью [4]. Введение добавок кремния в шихту на основе порошков алмаза приводит к формированию карбида кремния в системе углерод–кремний при термобарической обработке, что будет способствовать спекаемости зерен сверхтвердых материалов при более низких давлениях. Карбидообразующие элементы титан и вольфрам традиционно используют при получении алмазосодержащих композитов и поликристаллов для повышения удержания алмазов в матрице и улучшения спекаемости материала.

Для повышения равномерности распределения добавок активаторов спекания в реакционной шихте и более полного их взаимодействия с алмазами в процессе термобарической обработки добавки целесообразно наносить непосредственно на алмаз с формированием сплошного или островкового покрытия на алмазных частицах (зернах). В случае формирования ультра- или наноразмерного покрытия на частицах алмаза следует ожидать уменьшения технологических параметров спекания алмазных материалов и повышения их физико-механических свойств. Это особенно актуально при получении микро- и наноструктурных алмазных СТМ.

Поэтому перед спеканием алмазных порош-

ков необходимо проводить их подготовку, связанную в общем случае с целенаправленным изменением поверхностных свойств (модифицирование поверхности порошков).

Под модифицированием поверхности алмазных порошков следует понимать изменение химического и фазового состава поверхности алмазных частиц, происходящие при физико-химических воздействиях на порошок. В результате модифицирования поверхности частицам алмаза могут быть приданы свойства, отсутствующие у них первоначально. С помощью модифицирования достигается новый функциональный и фазовый состав поверхности, снижается количество примесей, адсорбированных и хемосорбированных кислородсодержащих групп, унифицируется состав поверхности, изменяется характер поверхности, летучие поверхностные примеси заменяются на нелетучие. Для изменения химического состава поверхности алмазных порошков могут быть использованы следующие известные методы: химическое смешивание, разложение смеси солей, химическое осаждение из растворов, электрохимическое осаждение, химико-термическая обработка, отжиг в восстановительной атмосфере (газофазное модифицирование). Для модифицирования поверхности алмазных частиц могут быть использованы и методы нанесения тонких пленок, широко применяемые в микроэлектронике: магнетронное распыление, ионно-плазменное и химическое осаждение, плазмохимическое осаждение, термическое испарение в вакууме [4].

В наших исследованиях проводили модифицирование алмазных порошков различной дисперсности и происхождения путем их высокотемпературного отжига в защитной атмосфере с осаждением активирующих добавок из газовой фазы в ходе газотранспортных реакций.

Цель работы – изучение морфологии и структурного состояния поверхности нано-, микро- и шлифпорошков алмазов различного происхождения после модифицирования их поверхности методом химико-термического осаждения.

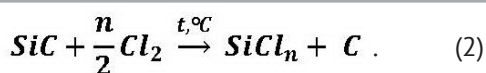
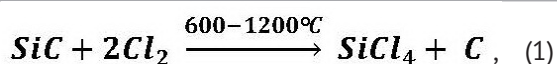
МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ИССЛЕДОВАНИЙ

Модифицирующий отжиг алмазных порошков различных типов осуществляли в герметичном

контейнере под плавким затвором в восстановительной атмосфере диссаммиака, содержащей хлориды соответствующих соединений в температурном интервале 800 – 950 °С при изотермической выдержке в течение 1 – 4 ч.

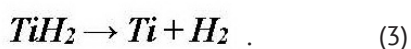
В случае модифицирования порошков кремнием в контейнер помещали насыщающий источник – высокодисперсный карбид кремния.

В результате реакции хлорирования обеспечивается частичное или полное удаление кремния из состава карбида по реакции [5, 6]:



Далее, в результате разложения нестабильных хлоридов кремния SiCl_n происходит выделение кремния и его адсорбция на поверхности зерен алмаза.

Модифицирование порошков алмаза титаном проводили в защитной хлорсодержащей атмосфере в герметичном контейнере в присутствии дигирида титана. Температура проведения модифицирования составила 900 °С при длительности 2 ч. В результате нагрева при температурах выше 300 °С происходит разложение дигирида титана с образованием свободного титана по реакции



Затем при температурах выше 600 °С происходит образование метастабильных хлоридов титана, в частности образуется тетрахлорид титана:



В результате разложения TiCl_4 высвобождается титан, который частично адсорбируется поверхностью алмазного порошка.

Аналогично осуществляли процесс модифицирования порошков алмаза вольфрамом. Температура модифицирующего отжига при этом

составила 900 °С, время модифицирования – от 2 до 4 ч. В качестве источника вольфрама использовали микропорошок вольфрама.

МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование микроструктуры алмазных порошков проводили на аттестованном сканирующем электронном микроскопе высокого разрешения «Mira» фирмы «Tescan» (Чехия) с микрорентгеноспектральным анализатором «INCA Energy 350» фирмы «Oxford Instruments Analytical» (Великобритания). Микроскоп оснащен детекторами вторичных электронов (SE) и обратно отраженных электронов (BSE), которые позволяют проводить исследование образцов в двух режимах. При съемке образцов в режиме вторичных электронов (SE) контраст на изображении создается за счет отражения электронного пучка от поверхности образца. В случае исследования при помощи детектора обратно отраженных электронов (BSE) контраст на картинке создается за счет разности «усредненных» атомных номеров.

Внешний вид порошков исследовали на оптическом микроскопе «Микро-200» (производства ПО «Планар», г. Минск) при увеличениях в диапазоне $\times 50-1000$.

Определение удельной поверхности проводили методом BET на анализаторе площади поверхности и размера пор SA 3100 фирмы «BECKMAN COULTER» (США).

Анализ гранулометрического состава проводили на автоматическом анализаторе изображения «Mini-Magiscan» фирмы «Joyce Loebel» (Англия) по программе «Автоскан».

Просвечивающая электронная микроскопия проводилась с помощью электронного микроскопа ЭМ-125 с ускоряющим напряжением в диапазоне 20 – 150 кВ.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИСХОДНЫХ АЛМАЗНЫХ ПОРОШКОВ

В качестве исходных материалов использовали порошок наноалмазов детонационного синтеза (ультрадисперсный алмаз, УДА) производства НП ЗАО «Синта» (г. Минск) с размером частиц 4–10 нм, микропорошок алмазов статического синтеза АСМ 14/10 производства ЗАИ ПО «Кристалл» (г. Гомель) с размером алмазов в

диапазоне 10–14 мкм и порошок импактных алмазов Попигайского кратера (Россия) с размерами зерен 150–400 мкм.

Проведенные измерения удельной поверхности исходных порошков дали следующие результаты:

- удельная поверхность ($S_{y\partial}$) порошка УДА – 350 м²/г;
- $S_{y\partial}$ микропорошка АСМ 14/10 – 0,42 м²/г;
- $S_{y\partial}$ импактных алмазов – 0,7 м²/г.

Из полученных результатов видно, что удельная поверхность импактных алмазов практически в 2 раза выше, чем у более дисперсных микропорошков АСМ, что может свидетельствовать о развитости поверхности и высокой адсорбционной способности, определяющей эффективность процесса модифицирования данной разновидности алмазов.

На рисунке 1 представлены электронно-микроскопические изображения исходных алмазных порошков.

Наноалмазы. Частица наноалмаза как кластерное образование состоит из относительно и упорядоченного кристаллического ядра и разрыхленной, химически лабильной периферии. Алмазное ядро – носитель основных, так называемых, алмазных свойств УДА, а именно термической и химической стабильности, высокой теплопроводности и механической твердости, низкой электропроводности. Периферические структуры кластера ответственны за такие характеристики, как знак и величина поверхностного заряда частиц УДА, абсорбция, адсорбция и хемосорбция, химический состав поверхностных функциональных групп, коллоидная стабильность частиц УДА в жидких и других средах. В кластерах УДА и ядро, и стабилизирующая оболочка состоят, в основном, из атомов углерода. Граница кластера стабилизирована продуктами взаимодействия периферических атомов углерода с веществом окружающей среды. Периферические структуры играют решающую роль в процессах агрегации алмазных кластеров и их взаимодействия с матричными веществами композиционных материалов и покрытий [7].

Из сухого порошка УДА с помощью ультразвуковой обработки в воде удается получить устойчивую суспензию с размером образовавшихся агрегатов, равным 0,05–0,50 мкм [8–11].

Вероятно, такие агрегаты имеют максимальную степень связанности. Таким образом, УДА является кластерным материалом с определенной иерархией уровней агрегации. Расчеты показывают, что отдельная алмазная частица размером ~ 4 нм состоит из $12 \cdot 10^3$ атомов углерода, из них примерно $3 \cdot 10^3$ являются поверхностными [12].

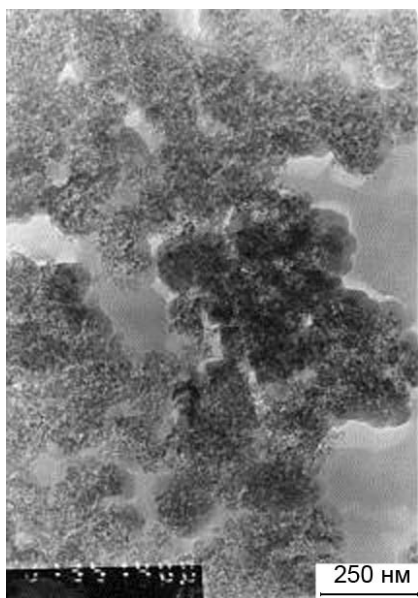
Алмазные микропорошки. Микропорошок алмаза представляет собой зерна синтетических алмазов с включениями металлов, катализаторов синтеза, не содержащие примесей других углеродных фаз.

Зернистость порошка определяется размерами зерен основной фракции и обозначается дробью, числитель соответствует наибольшему, а знаменатель – наименьшему размеру зерен основной фракции. Зерновой состав характеризуют совокупностью основной, крупной и мелкой фракций. В микропорошках допускается не более 2 % пластинчатых и удлинённых зерен, размер которых превышает наибольший размер зерна основной фракции не более, чем в 1,5 раза, при этом общая доля крупных зерен не должна превышать 5 % [2].

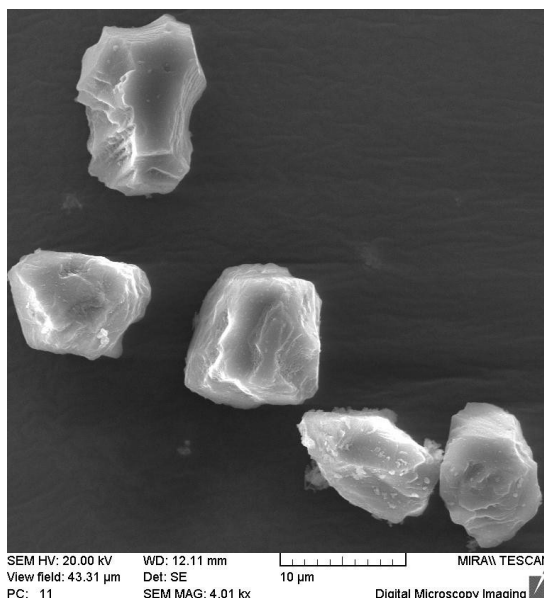
Импактные алмазы. Выполненные ранее электронно-микроскопические исследования особенностей поверхности импактных алмазов позволили выявить ряд характерных деталей, указывающих на специфику их роста. В частности, на поверхности отчетливо проявляется их поликристаллическое строение, заключающееся в сочетании большого количества кристаллитов микронных размеров удлиненной или эллипсоидной формы [15].

В то же время сделан вывод о том, что характер их поверхности заметно меняется на разных участках одного и того же зерна. Это является вполне закономерным следствием поликристаллического и полифазного состава импактных алмазов, которые состоят из разноориентированных кристаллитов и содержат в большом количестве гексагональную полиморфную модификацию углерода – лонсдейлит [16].

Наличие большого количества микропор на поверхности импактных алмазов в сочетании с микротрещиноватостью отражает высокую степень ее дефектности. Обычно микропоры имеют округлую и овальную формы, иногда геометрически правильную (шестиугольную,



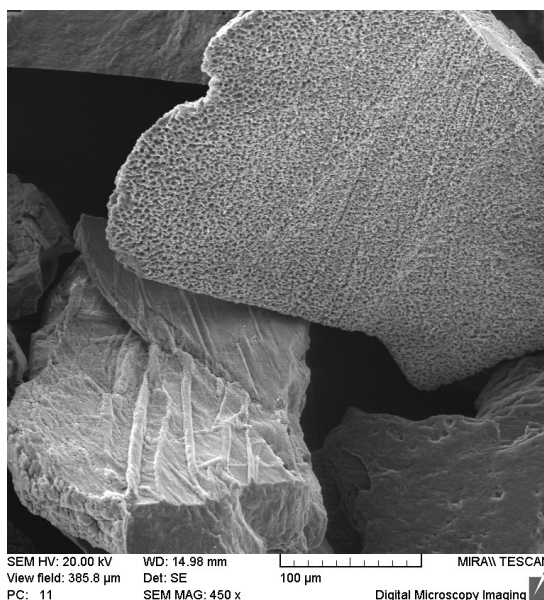
а



б



в



г

Рисунок 1 – Морфология исходных алмазных порошков: УДА (а); АСМ 14/10 (б); импактный алмаз (в – г)

четырёхугольную и др.). Размеры микропор обычно составляют единицы микрон. Сближенные микропоры могут сливаться друг с другом с образованием гантелеобразных и других форм. Микропоры нередко перекрывают друг друга, что свидетельствует о одновременности их

появления. В целом пористый микрорельеф поверхности импактных алмазов напоминает лунный ландшафт [17].

РЕЗУЛЬТАТЫ СТРУКТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Порошок УДА после модифицирования. УДА-кремний

Ранее с помощью процесса химико-термической обработки проводили модифицирование порошков нанодиазмов кремнием. Был исследован процесс силицирования порошков нанодиазмов, содержащих неалмазные формы углерода в количестве от 10 до 50 мас. %. В результате силицирования шихты были получены прочные агрегаты частиц с размером до нескольких микрометров, которые не разрушаются при обработке ультразвуком и обладают абразивной способностью. Такие порошки характеризуются наличием в них карбида кремния (α -SiC), образующегося в процессе взаимодействия кремния и неалмазного углерода при высоких температурах и служащего в качестве связующего для отдельных агрегатов нанодиазмов, соединяя их в более крупные частицы [4]. В настоящем исследовании использовали алмазный нанопорошок, содержащий менее 1 мас. % неалмазного углерода. В этом случае не было отмечено образования карбида кремния, сам порошок представляет собой слабосвязанные агрегаты, разрушающиеся при ультразвуковой обработке. Кремний осаждается на поверхность порошка в виде волокон длиной от нескольких десятков до нескольких сотен нм (рисунок 2).

УДА-вольфрам

Вольфрам на поверхности порошка УДА находится в виде локальных скоплений наночастиц, соизмеримых с кристаллитами нанодиазмов, неравномерно распределенных по поверхности агрегатов УДА, размер которых составляет от 0,1 до 2 мкм (рисунок 3). Также наряду с нанокристаллитами в шихте присутствуют более крупные частицы вольфрама с огранкой, достигающие размеров 0,5 – 0,7 мкм, что существенно меньше, чем у исходного порошка вольфрама.

Порошок АСМ 14/10 после модифицирования

АСМ – кремний

На рисунке 4 показан внешний вид алмазного порошка АСМ 14/10 после процесса модифицирования кремнием (силицирования).

Проведенный анализ морфологии модифицированных алмазных порошков показал, что кремний адсорбируется на поверхности алмазных зерен в виде частиц каплевидной формы размерами 100 – 200 нм, которые в процессе

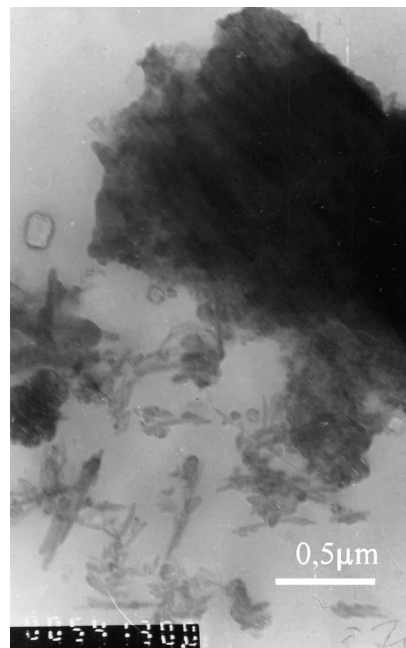


Рисунок 2 – Электронно-микроскопическое изображение частиц нанодиазмов после силицирования

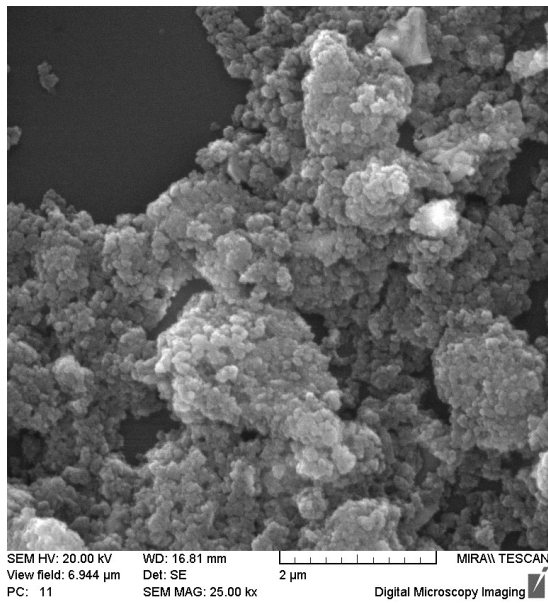
роста объединяются в сплошную пленку, частично либо полностью покрывающую алмаз (рисунок 4 а, б). Кроме того, кремний в шихте образует отдельные дендритные агломераты размерами до 5 мкм, которые состоят из частиц размером 200 – 800 нм, обладающих огранкой (рисунок 4 а).

АСМ – титан/ вольфрам

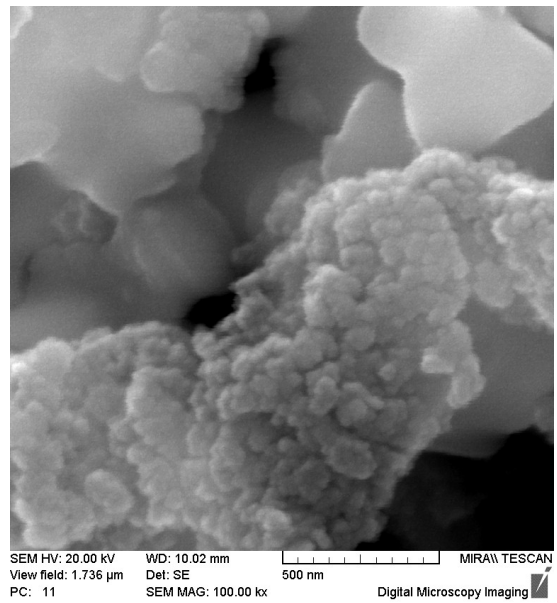
Титан и вольфрам на поверхность алмаза АСМ осаждаются в виде частиц округлой и продолговатой формы со скругленными гранями; их размер в основном находится в пределах 100 – 600 нм (рисунок 5 а, б). На некоторой части алмазных зерен покрытие сформировано в виде «шубы», практически полностью покрывающей поверхность алмаза.

Импактный алмаз – титан

Исследование морфологии модифицированных титаном импактных алмазных порошков показало, что отдельные включения на основе титана представляют собой частицы округлой формы размерами 70 – 100 нм (рисунок 6 а). На основе первичных частиц титана формируются дендритные агломераты в диапазоне 5 – 10

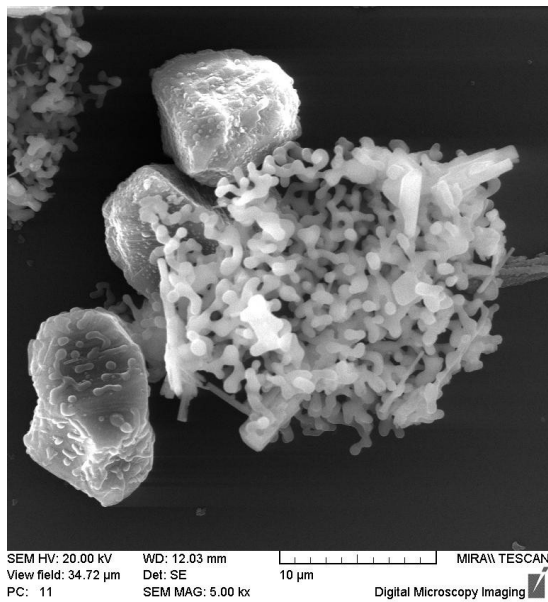


а

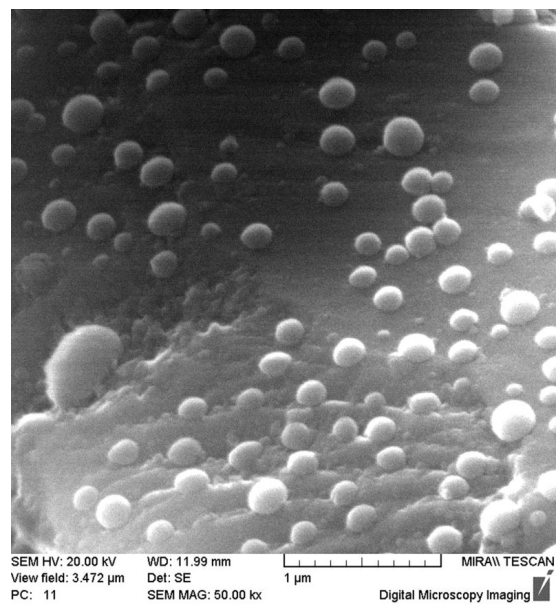


б

Рисунок 3 – Морфология УДА–порошка после модифицирования W: а) $\times 25\,000$; б) $\times 100\,000$

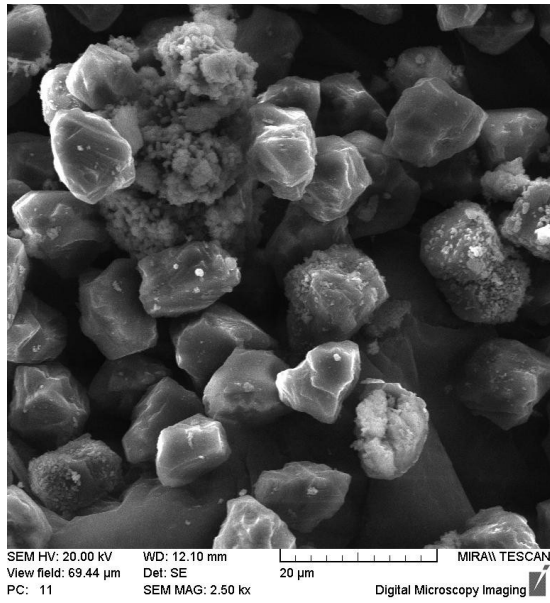


а

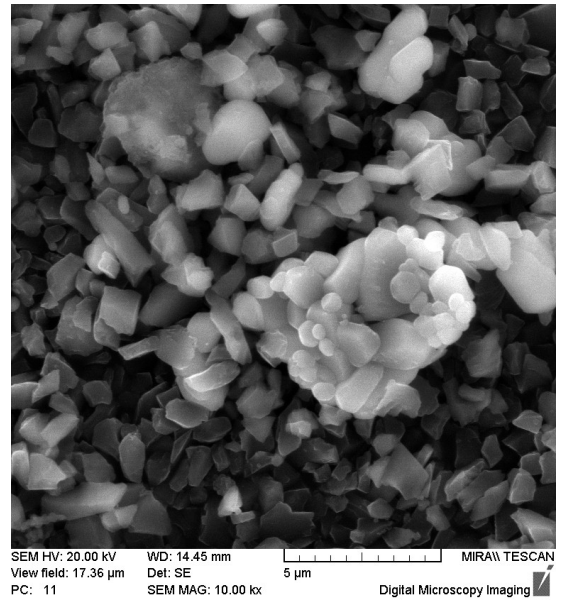


б

Рисунок 4 – Морфология образца алмаз ACM 14/10 + Si: а – частицы алмаза с кремниевым покрытием; между зернами алмаза видны дендритные агломераты кремния; б – частицы Si каплевидной формы на поверхности алмаза

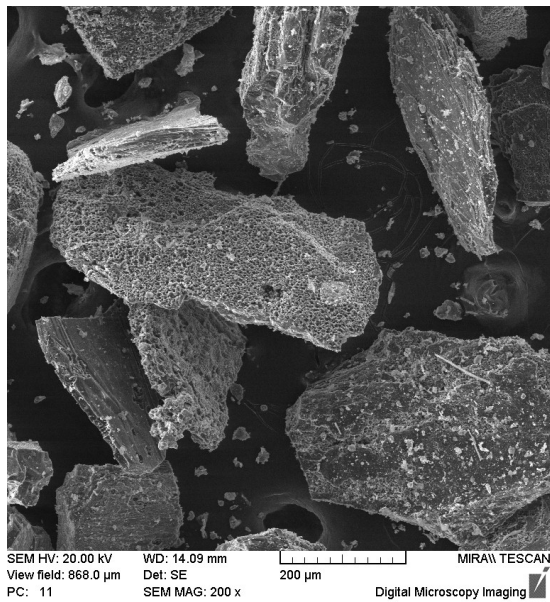


а

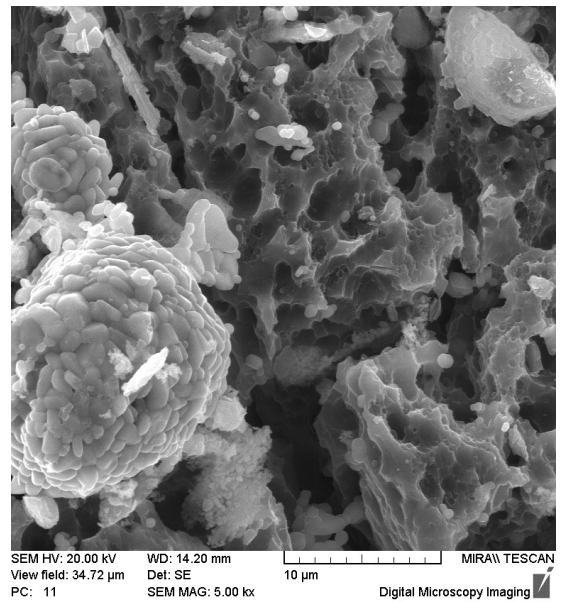


б

Рисунок 5 – Морфология порошка алмаза АСМ 14/10 после модифицирования Ti (а); АСМ 14/10 после модифицирования W (б)



а



б

Рисунок 6 – Импактный алмаз Попигайского кратера после модифицирования титаном: а – общий вид зерен; б – отдельный участок алмазного зерна с агломератами Ti

мкм, частично покрывающие отдельные участки алмазных зерен. Также наблюдается наличие более мелких (1–2 мкм) агломератов на основе титана в микропорах на поверхности алмаза (рисунок 6 б).

Импактный алмаз – кремний

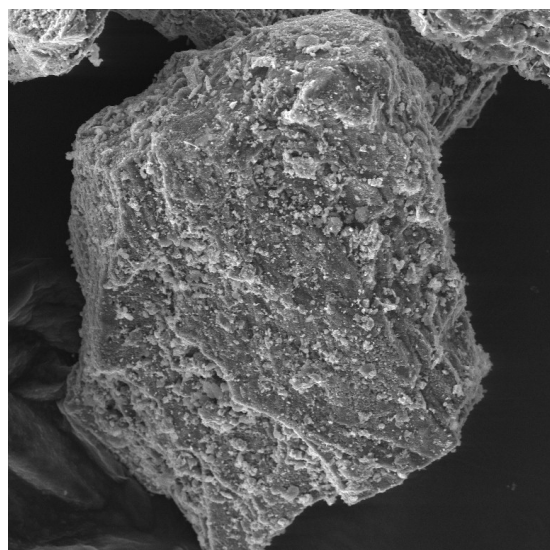
Изучение модифицированных кремнием импактных алмазов позволило установить, что кремниевое покрытие на поверхности алмазных зерен представляет собой хлопьевидные образования, состоящие из отдельных частиц размером 1–5 мкм со скругленными гранями (рисунок 7 а, б), достаточно равномерно покрывающие зерна алмаза. Степень покрытия зерен при этом ниже, чем в случаях использования более дисперсных порошков УДА или АСМ.

Из полученных данных по исследованию морфологии поверхности импактных алмазов после модифицирования их карбидообразующими элементами (титан, кремний) можно сделать вывод, что в этом случае необходимо увеличение содержания кремния и титана в исходной реакционной шихте или увеличения температуры (времени) модифицирования для более полного покрытия поверхности алмазных зерен.

Таким образом, в результате проведенной работы методом химико-термического осаждения получены модифицированные активаторами спекания композиционные алмазные нано-, микро- и крупнозернистые порошки, отличающиеся по способу их синтеза. Модифицированные порошки алмазов в дальнейшем могут быть использованы для спекания на их основе алмазных композитов и поликристаллов инструментального назначения.

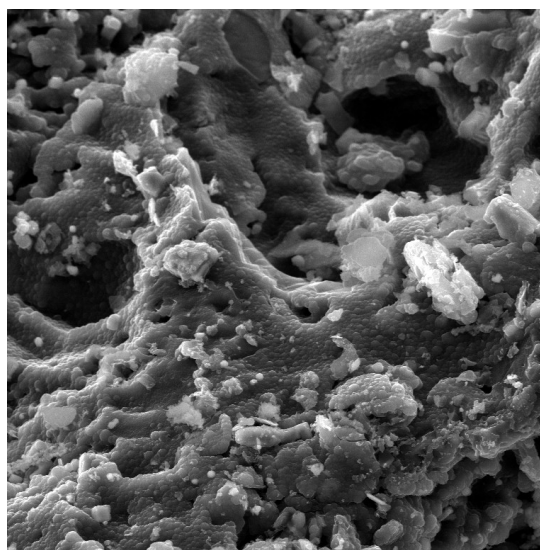
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлено, что значения $S_{y\delta}$ у изученных порошков выше для разновидностей алмазов, синтезированных в неравновесных условиях детонации (УДА) или ударного воздействия (импактные алмазы). В последнем случае $S_{y\delta}$ в 2 раза выше, чем у более дисперсных микропорошков АСМ и существенно (более чем на порядок) [2] превышает $S_{y\delta}$ синтетических алмазов статического синтеза той же зернистости. Развитость поверхности и связанная с ней высокая адсорбционная способность наряду с особенностями структуры данных классов порошков алмаза позволяют рассматривать их в качестве



SEM HV: 20.00 kV WD: 13.55 mm MIRA\ TESCAN
View field: 347.2 μ m Det: SE
PC: 11 SEM MAG: 500 x Digital Microscopy Imaging

а



SEM HV: 20.00 kV WD: 13.38 mm MIRA\ TESCAN
View field: 57.87 μ m Det: SE
PC: 11 SEM MAG: 3.00 kx Digital Microscopy Imaging

б

Рисунок 7 – Импактный алмаз Попигайского кратера после модифицирования Si: а – общий вид (а); б – отдельный участок алмазного зерна с агломератами на основе Si

перспективного сырья для получения широкой гаммы алмазных материалов.

2. Порошок УДА после модифицирования кремнием представляет собой слабосвязанные агрегаты частиц, разрушающиеся при ультразвуковой обработке. Кремний на поверхности порошка присутствует в виде волокон длиной от нескольких десятков до нескольких сотен нм.

Вольфрам на поверхности порошка УДА находится в виде агрегированных наночастиц, соизмеримых с кристаллитами наноалмазов. Наряду с нанокристаллитами вольфрама в шихте присутствуют также более крупные частицы вольфрама, достигающие размера 0,5 – 0,7 мкм.

3. В результате модифицирования кремнием на поверхности алмазных зерен микропорошка АСМ происходит образование покрытия островкового типа, состоящего из частиц кремния каплевидной формы размером 100 – 200 нм. Титан и вольфрам осаждаются в виде частиц округлой

и продолговатой формы со скругленными гранями; их размер в основном находится в пределах 100 – 600 нм. Покрытие на основе титана и вольфрама на большей части зерен АСМ сформировано в виде «шубы», полностью покрывающей поверхность алмаза.

4. Отдельные включения на основе титана на порошке импактного алмаза состоят из частиц округлой формы размером 70 – 100 нм. Первичные кристаллиты титана формируют дендритные агломераты в диапазоне 5 – 10 мкм, частично покрывающие отдельные участки алмазных зерен. Более мелкие агломераты на основе титана размером 1–2 мкм наблюдаются также в микропорах на поверхности алмаза. Кремний в виде хлопьевидных образований на основе частиц размером 1–5 мкм достаточно равномерно покрывает зерна импактного алмаза, но степень покрытия при этом ниже, чем в случае использования более дисперсных порошков УДА или АСМ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шульженко, А.А., Клименко, С. А. (1999), Поликристаллические сверхтвердые материалы в режущем инструменте, *Инструментальный свет*, 1999, № 4, Ч. 1, С. 14–16.
2. Витязь, П.А., Грицук В.Д., Сеньют, В.Т., (2005), *Синтез и применение сверхтвердых материалов*, Минск, Белорусская наука, 359 с.
3. Ковалевский, В.Н., Гордеев, С.К., Корчагина С.Б., Фомихина И.В., Жук А.Е. (2005), Структурообразование карбидокремниевой матрицы в композиции алмаз – карбид кремния, *Огнеупоры и техническая керамика*, 2005, № 5, С. 8–14.
4. Витязь, П.А. (2013), *Наноалмазы детонационного синтеза: получение и применение*, Минск, Беларус. наука, 381 с.
5. Аварбэ, Р.Г., Гордеев, С.К., Гречинская, А.В.,

REFERENCES

1. Shulzhenko, A.A., Klimenko, S.A. (1999), Polycrystalline supersolid materials in cutting instrument [Polikristallicheskie sverhtverdye materialy v rezhushhem instrumente], *Instrumental'nyj svet – Tool light*, 1999, № 4, P. 1, pp. 14–16.
2. Vitiaz, P.A., Gricuk, V.D., Senjut', V.T. (2005), *Sintez i primeneniye sverhtverdykh materialov* [Synthesis and use of supersolid materials], Minsk, Belarusian science, 359 p.
3. Kovalevskij, V.N., Gordeev, S.K., Korchagina, S.B., Fomihina, I.V., Zhuk, A.E. (2005), Structurization of karbidokremniyevy matrix in composition diamond – silicon carbide [Strukturoobrazovanie karbidokremniyevoy matricy v kompozicii almaz – karbid kremnija], *Ogneupory i tehnicheskaja keramika* – *Ogneupora and technical ceramics*, 2005, № 5, pp. 8–14.
4. Vitiaz, P.A. (2013), *Nanoalmazy detonacionnogo*

- Кравчик А.Е., Кукушкина, Ю.А., Соколов, В.В., (2002), Нанопористые углеродные материалы: получение и свойства, Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология, *Сборник тезисов-докладов 1-й Международной конференции*, Москва, 2002, С. 37.
6. Кравчик, А. Е. (2003), Исследование структуры и свойств нанопористых углеродных материалов, полученных методом термохимической обработки карбидов, *Серия Критические технологии. Мембраны*, 2003, № 3 (19), С. 3–13.
7. Долматов, В.Ю. (2011), *Детонационные наноалмазы. Получение, свойства, применение*, Санкт-Петербург, Профессионал, 2011, 536 с.
8. Даниленко, В.В. (2003), *Синтез и спекание алмазов взрывом*, Москва, Энергоатомиздат, 2003, 272 с.
9. Чухаева, С.И., Детков, П.Я., Ткаченко, А.П., Торопов, А.Д. (1998), Физико-химические свойства фракций, выделенных из ультрадисперсных алмазов, *Сверхтвердые материалы*, 1998, № 4, С. 29–36.
10. Падалка, В.И., Богатырева, Г.П., Волошин, М.Н. (1999), Синтетический ультрадисперсный алмаз – материал XXI века, *Инструментальный свет*, 1999, № 4, С. 39–41.
11. Агибалова, Л.В., Возняковский, А.П., Долматов, В.Ю. (1998), Структура суспензий ультрадисперсных алмазов взрывного синтеза, *Сверхтвердые материалы*, 1998, № 4, С. 87–95.
12. Кулакова, И.И. (2004), Химия поверхности наноалмазов, *ФТТ*, 2004, Т. 46, № 4, С. 621–628.
13. Богатырева, Г.П., Созин, Ю.И., Олейник, Н.А. (1998), Структура, субструктура, фазовый состав ультрадисперсных алмазов АДС и УДА, *Сверхтвердые материалы*, 1998, № 4, С. 5–10.
14. Саввакин, Г.И., Котко, В.А., Островская, Н.Ф., *sinteza: poluchenie i primenenie* [Nanodiamonds of detonation synthesis: receiving and application], Minsk, Belarusian science, 381 p.
5. Avarbje, R.G., Gordeev, S.K., Grechinskaja, A.V., Kravchik, A.E., Kukushkina, Ju.A., Sokolov, V.V. (2002), Nanoporous carbon materials: receiving and properties [Nanoporistye uglerodnye materialy: poluchenie i svojstva], Carbon: fundamental problems of science, materials science, technology, *Collection of tezizov-reports. 1st International conference*, Moscow, 2002, p. 37.
6. Kravchik, A.E. (2003), Research of structure and properties of the nanoporous carbon materials received by method of thermochemical processing of carbides [Issledovanie struktury i svojstv nanoporistyh uglerodnyh materialov, poluchennyh metodom termohimicheskoj obrabotki karbidov], *Seriya Kriticheskie tehnologii. Membrany – Series Critical technologies. Membranes*, 2003, № 3 (19), pp. 3–13.
7. Dolmatov, V.Ju. (2011), *Detonacionnye nanoalмазы. Poluchenie, svojstva, primenenie* [Detonation nanodiamonds. Receiving, properties, application], St. Petersburg, Professional, 2011, 536 p.
8. Danilenko, V.V. (2003), *Sintez i spekaniealmazov vzryvom* [Synthesis and agglomeration of diamonds explosion], Moscow, Energoatomizdat, 2003, 272 p.
9. Chuhaeva, S.I., Detkov, P.Ja., Tkachenko, A.P., Toropov, A.D. (1998), Fiziko-himicheskie svojstva frakcij, vydelennyh iz ul'tradispersnyhalmazov [Physical and chemical properties of the fractions allocated from ultradisperse diamonds], *Sverhtverdye materialy – Supersolid materials*, 1998, № 4, pp. 29–36.
10. Padalka, V.I., Bogatyreva, G.P., Voloshin, M.N. (1999), Synthetic ultradisperse diamond – swore at the XXI centuries [Sinteticheskij ul'tradispersnyjalmaz – materil XXI veka], *Instrumental'nyj svet – Tool light*, 1999, № 4, pp. 39–41.
11. Agibalova, L.V., Voznjakovskij, A.P., Dolmatov, V.Ju., (1998), Structure of suspensions of ultradisperse diamonds of explosive synthesis [Struktura suspenzij

- Курдюмов А.В. (1988), Структура ультрадисперсных углеродных фаз, образующихся из углеродсодержащих соединений в сильно неравновесных условиях, *Порошковая металлургия*, 1988, № 10, С. 78–82.
15. Бартошинский, З.В., Макаров, В.А., Полканов, Ю.А. (1977), Электронно-микроскопические исследования уплощенных, сильно деформированных алмазов из россыпей Украины, *Минер. сб. Львов. ун-та*, 1977, № 31, вып. 2, С. 53–55.
 16. Квасница, В.Н. (1985), *Мелкие алмазы*, Киев, Наукова думка, 1985, 216 с.
 17. Осовецкий, Б.М., Наумова, О.Б. (2014), Микро- и наноразмеры поверхности импактных алмазов, *Вестник Пермского университета*, 2014, № 2, С. 8–18.
 - ul'tradispersnyhalmazov vzryvnogo sinteza], *Sverhtverdye materialy – Supersolid materials*, 1998, № 4, pp. 87–95.
 12. Kulakova, I.I. (2004), Chemistry of surface of nanodiamonds [Himija poverhnosti nanoalmazov], *FTT–FTT*, 2004, V. 46, № 4, pp. 621–628.
 13. Bogatyreva, G.P., Sozin, Ju.I., Olejnik, N.A. (1998), Structure, substructure, phase composition of the ADS and UDA ultradisperse diamonds [Struktura, substruktura, fazovyy sostav ul'tradispersnyhalmazov ADS i UDA], *Sverhtverdye materialy – Supersolid materials*, 1998, № 4, pp. 5–10.
 14. Savvakina, G.I., Kotko, V.A., Ostrovskaja, N.F., Kurdjumov A. V. (1988), Structure of the ultradisperse carbon phases which are formed of carboniferous connections in strongly nonequilibrium conditions [Struktura ul'tradispersnyh uglerodnyh faz, obrazujushihhsja iz uglerodsoderzhashih soedinenij v sil'no neravnovesnyh uslovijah], *Poroshkovaja metallurgija – Powder metallurgy*, 1988, № 10, pp. 78–82.
 15. Bartoshinskij, Z.V., Makarov, V.A., Polkanov, Ju.A. (1977), Electronic and microscopic researches of the flattened, strongly deformed diamonds from scatterings of Ukraine [Jelektronno-mikroskopicheskie issledovanija uploshhennyh, sil'no deformirovannyhalmazov iz rossypej Ukrainy], *Miner. sb. L'vovskogo universiteta – Miner. col. Lviv university*, 1977, № 31, issue 2, pp. 53–55.
 16. Kvasnica, V.N. (1985), *Melkie almazy* [Small diamonds], Kiev, Scientific thought, 1985, 216 p.
 17. Osoveckij, B.M., Naumova, O.B. (2014), Micro and nanoforms of surface impaktykh of diamonds [Mikro- i nanoformy poverhnosti impaktykhalmazov], *Vestnik Permskogo universiteta – Bulletin of the Perm university*, 2014, № 2, pp. 8–18.

Статья поступила в редакцию 19. 03. 2016 г.

ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЖИДКОМ ТУАЛЕТНОМ МЫЛЕ

Н.П. Матвейко, А.М. Брайкова, В.В. Садовский

УДК 543.253

РЕФЕРАТ

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, СОДЕРЖАНИЕ, ЖИДКОЕ ТУАЛЕТНОЕ МЫЛО, ИНВЕРСИОННАЯ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЯ

Методом инверсионной вольтамперометрии определено содержание Zn, Pb, Cu и Hg в образцах 8 наименований жидкого туалетного мыла.

Установлено, что во всех изученных образцах туалетного мыла содержатся Zn, Pb, Cu и Hg, причем содержание Zn превышает содержание других тяжелых металлов в десятки и даже сотни раз.

Содержание тяжелых металлов в изученных образцах жидкого туалетного мыла более чем в 2 раза меньше требований, регламентируемых ТНПА.

Кадмий не обнаружен ни в одном из изученных образцов жидкого туалетного мыла.

ABSTRACT

HEAVY METALS CONTENT, LIQUID TOILET SOAP, STRIPPING VOLTAMMETRY

By stripping voltammetry method it was determined the maintenance of Zn, Pb, Cu and Hg in samples of 8 names of firm liquid toilet soap.

It was established that all studied samples of liquid toilet soap contain Zn, Pb, Cu and Hg, and the maintenance of Zn exceeds the content of other heavy metals in tens and even hundreds of times.

The maintenance of heavy metal in the studied samples of liquid toilet soap is more than 2 times less than the size regulated the TNPA.

Cadmium was not detected in any of the studied samples of liquid toilet soap.

Ранее нами изучено содержание тяжелых металлов в твердом туалетном мыле и установлено, что во всех образцах туалетного мыла, взятых для испытаний, содержатся **Zn**, **Pb**, **Cu** и **Hg**, причем содержание **Hg** в трех образцах мыла в 1,2 – 1,8 раза больше регламентируемого СанПиН № 130-А РБ [1, 2].

В последние годы все больший интерес покупателей проявляется к жидкому туалетному мылу.

Жидкое туалетное мыло представляет собой водно-спиртовой раствор калиевых солей жирных кислот, растительных масел и различных добавок. Оно предназначено для ежедневного мытья кожи рук и тела, загрязненных пищевыми остатками масложирового и белкового характера, удаляет грязь, пигментные пятна, устраняет резкие запахи [3, 4].

Жидкое мыло удобно в пользовании, хорошо растворяется в воде, имеет косметические преимущества по сравнению с твердым туалетным

мылом. В частности жидкое мыло хорошо очищает кожу, не пересушивая ее и не нарушая жировой баланс. Его удобно применять для мытья тела и головы [3, 4].

Жидкое туалетное мыло, аналогично твердому мылу, подлежит обязательному подтверждению соответствия требованиям технических нормативных правовых актов (ТНПА), к которым относятся технический регламент таможенного союза ТР ТС 009/2011, СТБ 1675–2005 и СанПиН № 130-А РБ [5-7]. Согласно этим ТНПА содержание токсичных элементов в жидком туалетном мыле не должно превышать (мг/кг): **As** – 5,0; **Hg** – 1,0; **Pb** – 5,0 [5-7].

Таким образом, в жидком туалетном мыле нормируется содержание таких токсичных элементов, как мышьяк, ртуть и свинец. Однако в состав жидкого туалетного мыла входит значительный перечень различных по природе и происхождению компонентов, в которых могут содержаться также кадмий, медь и цинк. Оче-

видно, что содержащиеся в жидком туалетном мыле токсичные элементы и тяжелые металлы в процессе применения мыла могут проникать в организм человека, а также со сточными водами в окружающую среду. По этой причине изучение содержания таких компонентов в жидком туалетном мыле может представлять интерес как для производителей, так и для потребителей мыла.

Цель работы – методом инверсионной вольтамперометрии определить содержание **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** и **Hg** в образцах жидкого туалетного мыла разного состава и разных производителей.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Для исследований отобраны образцы жидкого туалетного мыла, реализуемого торговыми организациями г. Минска. Наименования жидкого туалетного мыла, страна производитель и основные компоненты, входящие в состав мыла, представлены в таблице 1.

Из таблицы видно, что перечень компонентов в жидком туалетном мыле весьма разнообразен. Можно, однако, отметить, что наиболее значительное число компонентов характерно для образцов жидкого мыла №№ 3, 4, 7, производителями которых являются Германия, и Турция. Можно предположить, что эти образцы жидкого мыла могут содержать и большее количество тяжелых металлов.

Все растворы, применяемые для исследований, готовили на бидистиллированной воде из реактивов марки «ХЧ».

Измерение потенциала индикаторных электродов при регистрации вольтамперных кривых проводили по отношению к хлорсеребряному электроду сравнения в 1 М водном растворе хлорида калия.

Подготовку проб жидкого туалетного мыла проводили с помощью программируемой двухкамерной печи марки ПДП – 18М, используя ту же методику, что и при изучении твердого туалетного мыла [1, 2, 8].

С этой целью навеску образца жидкого туалетного мыла массой 0,4 г помещали в кварцевый стакан объемом 10 см³ и приливали 3,0 см³ 10 % спиртового раствора **Mg(NO₃)₂**. Полученный раствор выпаривали в течение 80 минут,

постепенно повышая температуру от 100⁰ до 300 °С. Осадок обугливали при температуре 350 °С в течение 30 минут. Затем проводили озоление проб при температуре 470 °С в течение 30 минут, для чего кварцевые стаканы помещали в камеру для озоления печи. Пробы охлаждали до комнатной температуры, добавляли в стаканчики по 2,0 см³ концентрированной азотной кислоты и по 0,5 см³ 30%-ного раствора пероксида водорода, растворяя осадок. Раствор выпаривали в течение 70 минут, постепенно повышая температуру от 150⁰ до 350 °С. После этого снова проводили озоление при температуре 470 °С в течение 180 минут. Операции обработки азотной кислотой (2,0 см³) с добавлением 0,5 см³ 30%-ного раствора пероксида водорода, выпаривания и последующего озоления при температуре 470 °С повторяли до получения однородной золы белого цвета. Золу растворяли в 1,0 см³ концентрированной хлороводородной кислоты. Полученный раствор выпаривали до влажного осадка при температуре 150 °С. Осадок растворяли в 10 см³ бидистиллята. После этого индикаторной бумагой определяли pH образовавшегося раствора. Если pH составляло 3 и более единиц, то проводили анализ, если pH – меньше 3, то повторяли процедуру выпаривания и растворения осадка в 10 см³ бидистиллята.

Для анализа проб на содержание цинка, кадмия, свинца и меди брали аликвоты объемом 0,4 см³, добавляли по 0,13 см³ концентрированной муравьиной кислоты, после чего объем раствора доводили бидистиллятом до 10 см³. Концентрация фонового электролита (раствор муравьиной кислоты) составляла 0,35 моль/дм³.

Аналогичным образом поступали при анализе проб на содержание ртути. Однако в этом случае аликвота составляла 0,05 см³, а в качестве фонового электролита использовали водный раствор, содержащий серную кислоту (0,0175 моль/дм³) и хлорид калия (0,002 моль/дм³).

Содержание тяжелых металлов в образцах жидкого мыла определяли методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторе вольтамперометрическом марки ТА-4. Индикаторным электродом при определении **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu** служила амальгамированная серебряная проволока, а при определении **Hg** – модифицированная золотом проволока из спла-

Таблица 1 – Наименования образцов жидкого мыла и основные компоненты, входящие в их состав

№ образца мыла	Наименование образца, страна производитель	Основные компоненты жидкого мыла
1	Жидкое мыло Help «Зеленый чай». ГОСТ Р 52345-2005. Россия	Вода, сульфэтоксилат натрия, кокамидопропилдиметилбетаин, диэтаноламид кислот кокосового масла, NaCl, замутнитель, консервант, краситель
2	Крем-мыло с маслом макадамии Fresh Juice. Украина	Вода, натрия лаурет сульфат, кокамидодиэтиланилин, NaCl, экстракт цветов плюмерии, лимонная кислота, бензиловый спирт, метилхлороизотиазолинон, гексил циннамаль, бутилфенилметилпропиональ лимонен, красители
3	Крем-мыло «Олива» Dulgon. Германия	Вода, натрия лаурет сульфат, кокамидопропилдиметилбетаин, NaCl, глицерин, бензоат натрия, молочная кислота, олеат глицерина, кокаглюкозид, сорбат натрия, лимонная кислота, бутилфенилметилпропиональ, линалоол, цитронеллол, бензил салицилат, лауреат сульфат натрия, феноксиэтанол
4	Жидкое мыло Palmolive «Черная орхидея». Турция	Вода, натрия лаурет сульфат, кокамидопропилдиметилбетаин, NaCl, бензоат натрия, кокамид моноэтаноламин, кокамидмоноэтаноламин, стирол, салицитат натрия, лимонная кислота, гликоль дистеарат, ЭДТА тетранатрия, экстракты орхидеи фаленопсис и алоэ барбаденсис, бензил салицилат, бензилсалицитат, бутилфенилметилпропиональ, гексилциннамаль, линалоол, красители
5	Жидкое мыло аго «Ландыш». Польша	Вода, натрия лаурет сульфат, NaCl, кокамидопропилдиметилбетаин, кокамид диэтиланилин, глицерин, лимонная кислота, метилхлороизотиазолинон, метилтиазолинон
6	Жидкое мыло для рук «Клюква» Ultra compact. Турция.	Деионизированная вода, этоксилированный лаурилсульфат натрия, NaCl, кокамидопропилбетаин, кокамид диэтиланилин, глицерин, триэтиленгликоль, пропиленгликоль, лимонная кислота, красители
7	Жидкое мыло для рук «Арбуз и бамбук» Dalan. Турция.	Вода, натрия лаурет сульфат, кокамидопропилдиметилбетаин, глицерин, NaCl, лимонная кислота, ЭДТА тетранатрия, бензотриазолил бутилфенол сульфонат натрия, гидрогенизированное касторовое масло, экстракт гаммелиса виргинского, пантенол, экстракт горной арники, ниацинамид, тиамин, токоферол, ретинол пальмитат, ретинол ацетат, биотин, пропиленгликоль, бутиленгликоль, экстракт бамбука, красители
8	Жидкое мыло «Семейное». Республика Беларусь. СТБ 1675–2006	Вода, натрия лаурет сульфат, диэтаноламид кокосового масла, перламутровый концентрат, NaCl, лимонная кислота, консервант, отдушка

Примечание: ЭДТА – этилендиаминтетрауксусная кислота

ва золота 583 пробы. Электродом сравнения и вспомогательным электродом во всех случаях

был хлорсеребряный электрод в 1 М растворе хлорида калия. Предварительными исследова-

ниями установлены условия проведения анализа и состав фонового электролита. При определении **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu** электрохимическую очистку индикаторного электрода следует проводить в течение 20 с попеременной анодной и катодной поляризацией при потенциале +100 и –1200 мВ соответственно. Накопление металлов на поверхности амальгамированного серебряного электрода при потенциале –1350 мВ – в течение 15 с. Успокоение раствора при потенциале –1130 мВ – в течение 10 с, а развертку потенциала со скоростью 70 мВ/с на фоне 0,35 М водного раствора муравьиной кислоты – в интервале потенциалов от –1130 до +100 мВ.

Оптимальные условия анализа проб жидкого мыла на содержание ртути, как показали предварительные исследования, оказались следующие. Электрохимическая очистка индикаторного электрода при потенциале 700 мВ в течение 15 с. Накопление ртути при потенциале –650 мВ – в течение 150 с. Успокоение раствора при потенциале 375 мВ в течение 20 с. Регистрация вольтамперной кривой при скорости изменения потенциала 3 мВ/с – от 370 мВ до 650 мВ.

Содержание **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** и **Hg** в жидком туалетном мыле определяли методом добавок с использованием стандартных растворов, содержащих по 2 мг/дм³ **Cd**, **Pb**, **Cu** и **Hg** и 3 мг/дм³ **Zn**. Растворы готовили, используя государственные стандартные образцы (ГСО) и бидистиллят. Расчет содержания тяжелых металлов в пробах жидкого мыла выполняли по разности вольтамперных кривых пробы и фона, пробы с добавкой стандартного раствора и фона, используя компьютерную программу «VALabTx».

Каждую пробу на содержание **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** и **Hg** анализировали не менее 4 раз.

Все результаты обрабатывали методом математической статистики, рассчитав относительные стандартные отклонения (S_r) и интервальные значения ($\pm\Delta x$) содержания **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** и **Hg** в туалетном мыле [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунках 1 и 2 представлены примеры вольтамперных кривых, полученных при определении содержания **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu** в пробе жидкого туалетного мыла № 8 («Семейное») и Hg в пробе жидкого туалетного мыла № 1 (Help

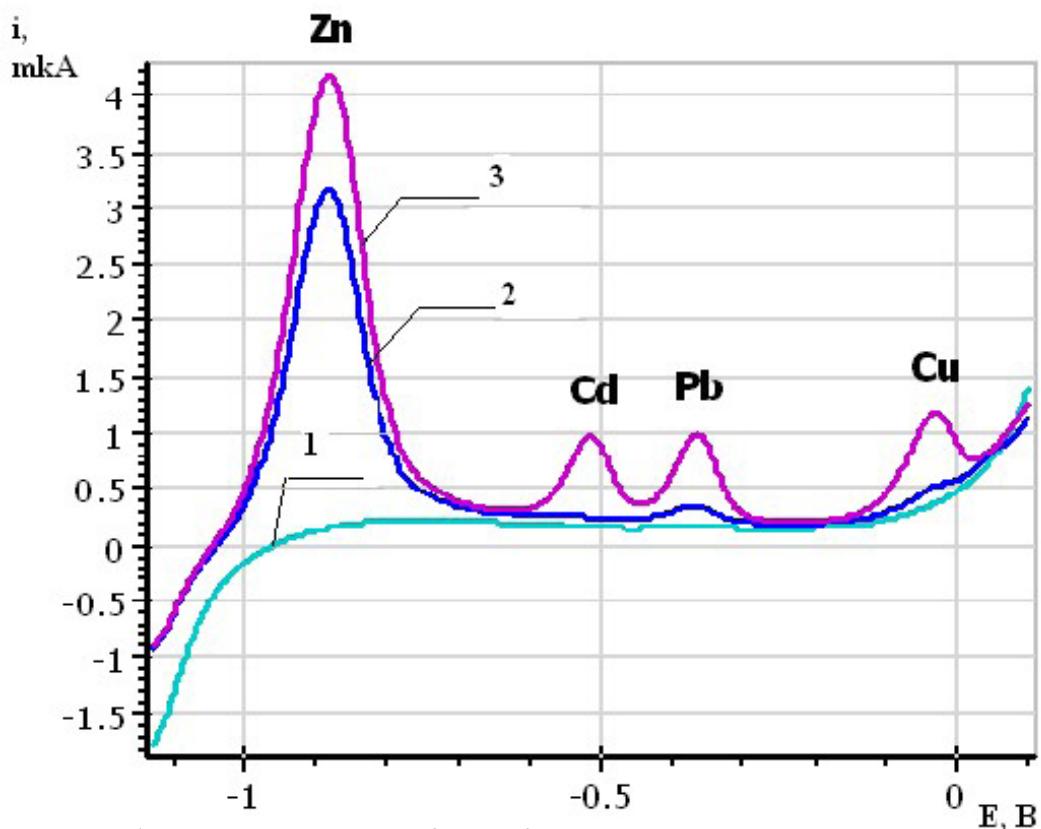
«Зеленый чай») соответственно.

Из рисунка 1 видно, что на вольтамперной кривой фонового электролита (кривая 1) пики тока отсутствуют, что свидетельствует об отсутствии в нем **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu**. При анализе пробы жидкого туалетного мыла № 8 на вольтамперной кривой (кривая 2) появляется значительный максимум тока при потенциале –0,88 В и два небольших максимума тока при потенциалах –0,36 и –0,04 В. Эти максимумы свидетельствуют о присутствии в пробе образца жидкого туалетного мыла № 8 **Zn**, **Pb**, **Cu** соответственно. После добавления к пробе жидкого туалетного мыла № 8 стандартного раствора, содержащего **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu**, максимумы тока окисления **Zn**, **Pb** и **Cu** возрастают (кривая 3), и появляется максимум тока окисления **Cd** при потенциале –0,52 В. Все это связано с возрастанием концентрации этих металлов в растворе электролита.

Анализ вольтамперных кривых, представленных на рисунке 2, показывает, что на кривой фонового электролита отсутствует максимум тока окисления предварительно накопленной на индикаторном электроде ртути (кривая 1). Это значит, что в фоновом электролите отсутствует ртуть. На вольтамперной кривой пробы образца жидкого мыла № 1 (Help «Зеленый чай») появляется максимум тока при потенциале 0,585 В, обусловленный окислением накопленной на индикаторном электроде ртути (кривая 2). Этот максимум тока возрастает при введении в раствор образца пробы жидкого мыла № 1 добавки стандартного раствора ртути (кривая 3), что связано с увеличением количества накопленной на индикаторном электроде ртути из-за более высокой ее концентрации в растворе.

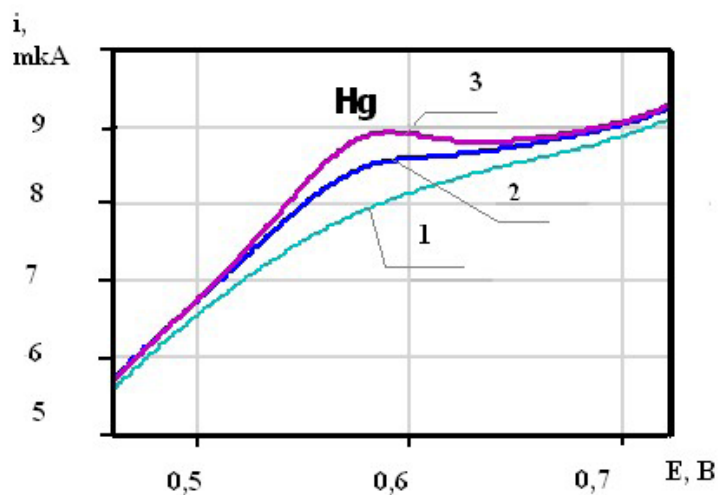
Следует отметить, что схожие, как представлено на рисунках 1 и 2, вольтамперные кривые зарегистрированы также для всех других изученных образцов жидкого туалетного мыла.

На основании проведенных исследований по разности вольтамперных кривых пробы и фона, пробы с добавкой стандартного раствора и фона с помощью специализированной компьютерной программы «VALabTx» рассчитано содержание каждого металла (в пересчете на 1 кг мыла) в образцах всех изученных образцов жидкого туалетного мыла. Полученные на основании анализа после мокрой минерализации образцов



1 – фонового электролита (0,35 М водный раствор муравьиной кислоты);
 2 – пробы образца жидкого туалетного мыла № 8 («Семейное»);
 3 – пробы образца жидкого туалетного мыла № 8 с добавкой стандартного раствора, содержащего по 2 мг/дм³ Cd, Pb, Cu и 3 мг/дм³ Zn

Рисунок 1 – Анодные вольтамперные кривые



1 – фонового электролита (0,0175 моль/дм³ H₂SO₄ + 0,002 моль/дм³ KCl);
 2 – пробы образца жидкого туалетного мыла № 1 (Helr «Зеленый чай»);
 3 – пробы образца жидкого туалетного мыла № 1 с добавкой стандартного раствора, содержащего 2 мг/дм³ Hg

Рисунок 2 – Анодные вольтамперные кривые

Таблица 2 – Содержание Zn, Cd, Pb, Cu и Hg в мг на 1 кг жидкого туалетного мыла

№ пробы	Содержание металла, мг/кг почвы									
	Zn	S _r , %	Cd	S _r , %	Pb	S _r , %	Cu	S _r , %	Hg	S _r , %
1	26,9±0,4	1,0	–	–	1,27±0,05	2,9	0,14±0,008	4,0	0,32±0,013	2,9
2	23,4±0,3	0,9	–	–	1,54±0,06	2,8	0,28±0,013	3,4	0,18±0,009	3,8
3	34,0±0,6	1,2	–	–	2,05±0,07	2,7	0,31±0,012	2,9	0,14±0,008	4,1
4	16,0±0,2	0,7	–	–	1,24±0,05	3,0	0,23±0,011	3,6	0,15±0,008	4,0
5	49,8±0,9	1,3	–	–	1,24±0,05	3,1	0,15±0,008	3,9	0,15±0,009	4,1
6	20,1±0,2	0,8	–	–	1,61±0,06	2,8	0,08±0,005	4,8	0,11±0,007	4,3
7	21,9±0,2	0,8	–	–	1,12±0,05	3,2	0,06±0,004	5,0	0,44±0,016	2,6
8	25,1±0,3	1,0	–	–	1,17±0,05	3,2	0,29±0,013	3,3	0,29±0,013	3,2

проб туалетного мыла интервальные значения содержания **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** и **Hg** и относительные стандартные отклонения представлены в таблице 2.

Из таблицы видно, что ни в одном из образцов жидкого туалетного мыла не обнаружен кадмий. Во всех изученных образцах жидкого туалетного мыла содержатся **Zn**, **Pb**, **Cu** и **Hg**. Как и в случае твердого туалетного мыла, в жидком туалетном мыле содержание цинка превышает содержание других тяжелых металлов, и меняется от 16 мг/кг для образца № 4 Palmolive «Черная орхидея» до 49 мг/кг для образца № 5 «Клюква» Ultra compact.

Содержание **Pb**, **Cu** и **Hg** в жидком туалетном мыле существенно меньше, чем цинка: в 8–40; в 50–800; в 36–400 раз соответственно. Больше всего свинца содержится в образце № 3 «Олива» Dulgon и составляет 2,05 мг/кг, меньше всего – в образце № 7 «Арбуз и бамбук» Dalan (1,12 мг/кг).

В изученных образцах жидкого туалетного мыла **Cu** содержится в незначительных количествах. Как и свинца, больше всего этого металла содержится в образце мыла № 3 «Олива» Dulgon (0,31 мг/кг), меньше всего – в образце мыла № 7 «Арбуз и бамбук» Dalan (0,06 мг/кг).

Хотя ртуть относится к токсичным элементам, однако ее содержание в изученных образцах жидкого туалетного мыла невелико и в раза меньше требований, регламентируемых ТНПА [5-7]. При этом наибольшее содержание **Hg** характерно для образца мыла № 1 Help «Зеленый

чай» и составляет 0,32 мг/кг, а наименьшее – для образца мыла № 6 «Клюква» Ultra compact (0,11 мг/кг).

Сравнивая содержание тяжелых металлов в твердом [1, 2] и жидком туалетном мыле, можно отметить следующее. В образцах твердого туалетного мыла цинка и меди содержится 1,5 и 10 раз больше соответственно, чем в образцах жидкого туалетного мыла. Содержание свинца в образцах твердого и жидкого туалетного мыла приблизительно одинаково. Что касается ртути, то содержание этого металла в образцах твердого туалетного мыла [1,2] приблизительно в 8-10 больше, чем в образцах жидкого туалетного мыла.

Следует отметить, что во всех изученных образцах жидкого туалетного мыла содержание тяжелых металлов не превышает требований ТНПА [5-7].

ВЫВОДЫ

1. Ни в одном из изученных образцов жидкого туалетного мыла не обнаружен кадмий.

2. Из всех металлов **Zn**, **Pb**, **Cu** и **Hg**, присутствующих в жидком туалетном мыле, больше всего содержится цинка.

3. Содержание **Pb** в изученных образцах жидкого туалетного мыла в 8–12 раз больше содержания **Cu** и **Hg**.

4. Во всех изученных образцах жидкого туалетного мыла содержание **Zn**, **Pb**, **Cu** и **Hg** не превышает требований, регламентируемых ТНПА [5-7].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Матвейко, Н.П., Брайкова, А.М., Садовский В.В. (2015), Вольтамперометрическое определение тяжелых металлов в твердом туалетном мыле, *Химия и экология, Материалы Международной научно-практической конференции*, Уфа, 2015, С. 228-232.
2. Матвейко, Н.П., Брайкова, А.М., Садовский В.В. (2015), Определение тяжелых металлов в туалетном мыле инверсионной вольтамперометрией, *Национальная ассоциация ученых (НАУ). Ежемесячный научный журнал*, № 9 (14), часть 4, С. 58-61.
3. Плетнев, Ю.М. (1990), *Косметико-гигиенические моющие средства*, Москва, Химия, 272 с.
4. Ердакова, В.П. (2007), *Современные косметические товары: ассортимент, потребительские свойства, экспертиза качества*, Бийск, Издательство Алтайского государственного технологического университета, Часть 3, 235 с.
5. *О безопасности парфюмерно-косметической продукции*: ТР ТС 009/2011. Утвержден решением Комиссии таможенного союза от 23 сентября 2011 г. № 799. – 255 с.
6. *Изделия косметические гигиенические моющие. Общие технические условия*, СТБ 1675–2006, Введ.01.08.2007, Минск, Госстандарт. 2011, 12 с.
7. *Гигиенические требования к безопасности парфюмерно-косметической продукции, ее производству и реализации*: СанПиН № 130-А РБ, Введ. 16.09.2008. Минск, ГУРНПЦ РБ, 2008, 114 с.
8. Носкова, Г.Н., Заичко, А.В., Иванова, Е.Е. (2007), *Минерализация пищевых продуктов. Методическое пособие по подготовке проб для определения содержания токсичных элементов. Практическое руководство*, Томск, Издатель-

REFERENCES

1. Matveiko, N.P., Braikova, A.M., Sadovski, V.V. (2015), Voltammetric definition of heavy metals in a hard toilet soap [Vol'tamperometricheskoe opredelenie tyazhelykh metallov v tverdom tualetnom myle], *Chemistry and ecology, Materials of the International scientific and practical conference*, Ufa, 2015, pp. 228-232.
2. Matveiko, N.P., Braikova, A.M., Sadovski, V.V. (2015), Determination of heavy metals in the toilet soap stripping voltammetry [Opredelenie tyazhelykh metallov v tualetnom myle inverzionnoi vol'tamperometrii], *Natsional'naya assotsiatsiya uchenykh (NAU). Ezhemesyachnyi nauchnyi zhurnal – National associative-sociation scientists (NAU). The monthly scientific Journal*, 2015, № 9 (14), part 4, pp. 58-61.
3. Pletnev, Yu.M. (1990), *Kosmetiko-gigienicheskie moyushchie sredstva* [Kosmetiko-gigiyenicheskyy scours], Moscow, Chemistry, 272 p.
4. Erdakova, V.P. (2007), *Sovremennye kosmeticheskie tovary: assortment, potrebitel'skie svoystva, ekspertiza kachestva* [The modern cosmetic goods: range, consumer properties, quality examination], Biysk, Publishing house of the Altai state technological university, Part 3, 235 p.
5. *O bezopasnosti parfyumerno-kosmeticheskoi produkcii* [About safety of perfumery and cosmetic production]. Technical Regulations of the Customs Union (TR TS) 009/2011, No. 799. App. 23.09. 2011, 255 p.
6. *Izdeliya kosmeticheskie gigienicheskie moyushchie. Obshchie tekhnicheskie usloviya* [Products are cosmetic hygienic washing. Common technical specifications], STB 1675-2006, Ent.01.08.2007, Minsk, Gosstandart, 12 p.
7. *Hygienic requirements to safety of perfumery and cosmetic production, its production and realization* [Gigienicheskie trebovaniya k bezopasnosti

ство ТПУ, 30 с.

9. *Характеристики погрешности результатов количественного химического анализа. Алгоритмы оценивания*: МИ 2336-95, Введ. 09.12.1997, Екатеринбург, 1995, 45 с.

parfyumerno-kosmeticheskoy produkcii, ee proizvodstvu i realizatsii], SanPiN No. 130-A RB, Ent. 16.09.2008, Minsk, GURNPTS RB, 114 p.

8. Noskova, G.N., Zaichko, A.V., Ivanova, E.E. (2007), *Mineralizatsiya pishchevykh produktov. Metodicheskoe posobie po podgotovke prob dlya opredeleniya sodержaniya toksichnykh elementov. Prakticheskoe rukovodstvo* [Mineralization foods. Mineralization of foodstuff. Methodical manual on preparation of tests for definition of the maintenance of toxic elements. Practical guidance], Tomsk: Publishing house TPU, 30 p.
9. *Kharakteristiki pogreshnosti rezul'tatov kolichestvennogo khimicheskogo analiza. Algoritmy otsenivaniya* [Characteristics of error in the results of quantitative chemical analysis. Estimation algorithms], MI 2336-95, Ent. 09.12.1997, Ekaterinburg, 45 p.

Статья поступила в редакцию 15. 12. 2015 г.

ИНВЕРСИОННО-ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЛЕКАРСТВЕННОМ РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ И ПРЕПАРАТАХ НА ЕГО ОСНОВЕ

Н.П. Матвейко, А.М. Брайкова, К.А. Бушило,
В.В. Садовский

УДК 543.253

РЕФЕРАТ

ИНВЕРСИОННАЯ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЯ, КОНТРОЛЬ, ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, ЛЕКАРСТВЕННОЕ РАСТИТЕЛЬНОЕ СЫРЬЕ, ЛЕКАРСТВЕННЫЕ НАСТОЙКИ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Методом инверсионной вольтамперометрии определено содержание Zn, Pb, Cd, Cu и Hg в образцах лекарственного растительного сырья и спиртовых лекарственных настоек.

Установлено, что во всех изученных образцах лекарственных трав и спиртовых настоек на их основе больше всего содержится Zn.

Кадмий в незначительных количествах содержится в образцах корня валерьяны, травы зверобоя, травы пустырника и плодов боярышника.

Во всех образцах изученных лекарственных трав и спиртовых настоек на их основе в небольших количествах содержатся Pb, Cu и Hg.

Содержание Cd, Pb и Hg во всех исследованных образцах как лекарственных растительных трав, так и их спиртовых настоек ниже значений, регламентированных ТР ТС 021/2011 для чая и ОФС РФ для лекарственного сырья.

ABSTRACT

STRIPPING VOLTAMMETRY, CONTROL, HEAVY METALS, MEDICINAL HERBS, MEDICINAL INFUSIONS FROM PLANTS

By stripping voltammetry determine the content of Zn, Pb, Cd, Cu and Hg in samples of medicinal plant raw drug and alcohol tinctures.

Found that in all investigated samples of medicinal herbs and alcoholic liquors based on it most of all contains Zn.

Cadmium in small quantities contained in samples of Valerian root, herb St. John's wort, grass motherwort and hawthorn fruit.

In all samples studied medicinal herbs and alcoholic liquors in small quantities contains Pb, Cu and Hg.

The content of Cd, Pb and Hg in all studied samples as a medicinal plant and their alcoholic liquors below the values specified by technical regulations of the customs Union 021/2011 for tea and by General Pharmacopeia article of the Russian Federation for medicinal raw materials.

ВВЕДЕНИЕ

Во многих растениях содержатся химические вещества, которые оказывают физиологическое действие на организм человека. В современной научной медицине их значение трудно переоценить. Несмотря на успехи фармацевтической химии и синтез новых лекарств заболевания, связанные с функциональными расстройствами, лечат в первую очередь препаратами, полученными из растительного сырья. В некоторых случаях они могут оказаться значительно более эффективными, чем их синтетические аналоги, хотя фармакологическая активность лекарственных средств из растительного сырья относительно

слабее синтезированных [1].

Среди причин риска медицинского применения лекарственных растительных препаратов Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) названа возможность их загрязнения токсичными веществами. Лекарственное растительное сырье так же, как и пищевые продукты, могут являться одним из источников поступления ряда вредных веществ, и прежде всего тяжелых металлов, в организм человека [2]. Содержание тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье зависит от ряда факторов: кислотности почвы, содержание гумуса, механического состава и условий увлажнения почвы [2–4].

Следует отметить, что такие тяжелые металлы, как кадмий, свинец и ртуть являются токсичными, и их присутствие в организме человека совсем не необходимо. Другие тяжелые металлы, в том числе цинк и медь, являясь в малых количествах необходимыми человеку микроэлементами, в повышенных концентрациях становятся токсичными. И те и другие металлы вызывают развитие экологически обусловленных заболеваний [2–5]. В связи с этим проблема экологической чистоты лекарственных растений становится особенно актуальной.

Цель работы – методом инверсионной вольтамперометрии определить содержание тяжелых металлов: ртуть, кадмий, свинец, медь и цинк в образцах лекарственного сырья и настоек, приготовленных из этого сырья.

В качестве объектов исследования выбраны образцы наиболее распространенных и популярных среди населения растительных лекарственных трав: корни валерианы, плоды боярышника, трава пустырника, цветки календулы и трава зверобоя, а также образцы спиртовых настоек этих препаратов. Лекарственные травы и их спиртовые настойки приобретены в аптеках г. Минска.

Выбор для исследований названных препаратов и настоек обусловлен не только их широким применением, но и особенностями их лечебных свойств. Так, валериана оказывает успокаивающее, болеутоляющее, седативное действие, а также применяется как антидепрессант и средство от бессонницы. Плоды и цветы боярышника назначают для профилактики и лечения заболеваний сердца, сосудов, нормализации давления и пищеварения, преодоления переутомления, бессонницы, устранения последствий нервного перенапряжения. Пустырник регулирует функциональное состояние центральной нервной системы, оказывает успокаивающее действие, снижает повышенную нервную возбудимость, потенцирует снотворный эффект, эффективен при невралгии и неврозах, сопровождающихся бессонницей, чувством напряженности и повышенной реактивностью, регулирует сердечный ритм при вегето-сосудистой дистонии, понижает артериальное давление. В цветках календулы содержатся вещества, которые способствуют заживлению язв, оказывают противовос-

палительное действие, улучшают проведение и передачу нервных импульсов, снижают уровень холестерина. Микроэлементы, содержащиеся в цветках календулы, способствуют укреплению иммунитета и препятствуют образованию атипичных клеток. Календула способна помочь онкологическим больным, так как имеет свойство уменьшать интоксикацию, улучшает сон и аппетит. Зверобой положительно влияет на нервную систему и обладает антидепрессивными свойствами. В состав зверобоя входят: токоферолы (витамин E), каротин, необходимый для правильной работы глаз, обновления клеток кожи, защиты организма от вирусов и бактерий.

В ряде документов Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) отмечена важность разработки национальных требований к содержанию чужеродных токсичных и потенциально опасных веществ в лекарственных растениях и препаратах на их основе с целью повышения безопасности их применения [6]. Проблема нормирования содержания токсичных веществ в лекарственных растениях и препаратах на территории Таможенного союза до настоящего времени полностью не решена, хотя в этом направлении проводится определенная работа [2, 5, 7]. Анализ нормативной правовой базы Республики Беларусь показал, что в отечественной фармакопее разработана общая статья по определению тяжелых металлов в растительном сырье методом атомно-абсорбционной спектроскопии, однако значения предельно допустимых концентраций (ПДК) токсичных металлов в ней не приведены.

Согласно общей фармакопейной статье «Определение содержания тяжелых металлов и мышьяка в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах», предлагаемой к утверждению Минздравом Российской Федерации, предельно допустимое содержание свинца, кадмия и ртути в растительном сырье не должно превышать мг/кг: 6,0; 1,0 и 0,1 соответственно (таблица 1).

В работе [2] отмечается, что в подходах решения проблемы нормирования токсичных веществ в лекарственных растениях и препаратах с одной стороны, и в продовольственном сырье, пищевых продуктах и БАД с другой стороны, может быть много общего.

Поскольку отсутствуют сведения о ПДК тяжелых металлов в лекарственных растительных препаратах, в своей работе мы руководствовались нормами для травяного чая, установленными Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 52, а также Техническим регламентом Таможенного Союза № 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (таблица 1).

растительного сырья и их спиртовых настоек проводили методом мокрой минерализации с использованием программируемой печи ПДП - 18М по ГОСТ 26929 [9]. Для этого отбирали пробы образцов лекарственного растительного сырья массой 0,5 г. Затем проводили высушивание проб при температуре 150–300 °С в течение 4–5 часов. Из образцов спиртовых настоек отбирали пробы объемом по 1 мл и выпарива-

Таблица 1 – Допустимое содержание тяжелых металлов в травяных чаях (на растительной основе) и лекарственном сырье

Показатели	Допустимые уровни, мг/кг, не более		
	Постановление Минздрава Республики Беларусь № 52 (чай)	ТР ТС 021/2011 (чай)	ОФС РФ (лекарственное сырье)
Свинец	0,02	10,0	6,0
Кадмий	0,02	1,0	1,0
Ртуть	0,005	0,1	0,1

Из таблицы 1 видно, что в Постановлении Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 52 для чая на растительной основе установлены значительно более низкие допустимые уровни свинца, кадмия и ртути, чем в других нормативных правовых актах.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Для определения содержания тяжелых металлов в образцах лекарственного сырья и настояках, приготовленных из этого сырья, применяли метод инверсионной вольтамперометрии. Этот метод подробно рассмотрен в работе [8]. Суть метода заключается в предварительном концентрировании определяемых элементов в течение заданного времени на индикаторном электроде и последующей регистрации процесса растворения накопленных на электроде элементов. Возникающий в процессе растворения элементов ток имеет форму пика. Потенциалы пиков идентифицируют элемент (качественная характеристика), а максимальный ток пропорционален концентрации элемента (количественная характеристика) [8].

Все растворы для исследований готовили на дважды дистиллированной воде (бидистиллят) из реактивов марки «чда» и «хч».

Подготовку каждой пробы лекарственного

ли их досуха при температуре 120 °С, исключая разбрызгивание. Затем пробы лекарственного растительного сырья и спиртовых настоек обрабатывали концентрированной азотной кислотой, 30%-ным раствором пероксида водорода и выпаривали при температуре 150 °С до получения сухого остатка. Пробы озоляли при температуре 450 °С в течение 30 минут. Операции растворения в концентрированной азотной кислоте и 30%-ном растворе пероксида водорода, выпаривания при температуре 150 °С и озоления при температуре 450 °С в течение 30 минут повторяли 3–4 раза до получения однородной золы белого цвета. После этого золу растворяли в 10 мл электролита (1 мл концентрированной муравьиной кислоты и 9 мл бидистиллята).

Определение **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu** проводили на анализаторе вольтамперометрическом марки ТА-4 с помощью амальгамированного серебряного индикаторного электрода, хлор-серебряного электрода сравнения в 1 М растворе хлорида калия, который выполнял также роль вспомогательного электрода. Электрохимическую очистку индикаторного электрода осуществляли в течение 20 секунд попеременной анодной и катодной поляризацией при потенциалах +100 мВ и –1150 мВ соответственно. Накопление металлов на поверхности индикаторного электрода

проводили при потенциале –1350 мВ в течение 20–40 секунд. Успокоение раствора – при потенциале –1100 мВ в течение 10 секунд. Развертку потенциала выполняли со скоростью 80 мВ/с на фоне 0,40 М водного раствора муравьиной кислоты от потенциала –1100 до потенциала +100 мВ.

Анализ образцов лекарственного растительного сырья и спиртовых настоек на содержание ртути выполняли на анализаторе марки АВА-3 с применением вращающегося углеситаллового индикаторного электрода, хлорсеребряного электрода сравнения и платинового вспомогательного электрода. Фоном служил водный раствор электролита, содержащего 0,4 моль/дм³ H_2SO_4 ; 0,1 моль/дм³ KNO_3 и 0,001 моль/дм³ динатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (трилон Б). Условия анализа: очистка индикаторного электрода при потенциале +1000 мВ в течение 10 с; концентрирование ртути на поверхности индикаторного электрода при потенциале –1100 мВ в течение 60 с; успокоение раствора при потенциале –1000 мВ в течение 3 с; регистрация анодной вольтамперной кривой при скорости развертки потенциала 5 В/с.

Для определения тяжелых металлов применяли метод добавок стандартного водного раствора, содержащего по 2 мг/л цинка, кадмия, свинца и меди, приготовленного на основе Государственного стандартного образца (ГСО) и стандартного водного раствора ртути концентрацией 2 мг/л, приготовленного из оксида ртути (II).

Каждую пробу анализировали не менее четырех раз. Результаты обрабатывали методом математической статистики по методике, приведенной в работе [10]. Для чего рассчитывали средние значения, дисперсии, стандартные отклонения, а затем, используя их, относительные стандартные отклонения S_r и интервальные значения содержания металлов $X_{cp} \pm \Delta x$ при доверительной вероятности 95 %.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунке 1 в качестве примера представлены вольтамперные кривые, зарегистрированные при определении **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** и **Hg** в пробе образца корня валерьяны.

Видно, что на вольтамперной кривой фо-

нового электролита (кривая 1) максимумы токов окисления отсутствуют. Это указывает на отсутствие в электролите **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu**. На анодной вольтамперной кривой, зарегистрированной в растворе пробы корня валерьяны (кривая 2), имеются четыре максимума тока при потенциалах (В) –0,86; –0,50; –0,34; –0,03, которые свидетельствуют о присутствии в растворе этой пробы **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu** соответственно. При введении в раствор анализируемой пробы добавки стандартного раствора, содержащего определяемые металлы, максимумы токов окисления пропорционально увеличиваются (кривая 3). Это обусловлено увеличением концентрации **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** в растворе пробы.

Аналогичные анодные вольтамперные кривые зарегистрированы для растворов проб всех исследованных наименований лекарственного растительного сырья и их спиртовых настоек.

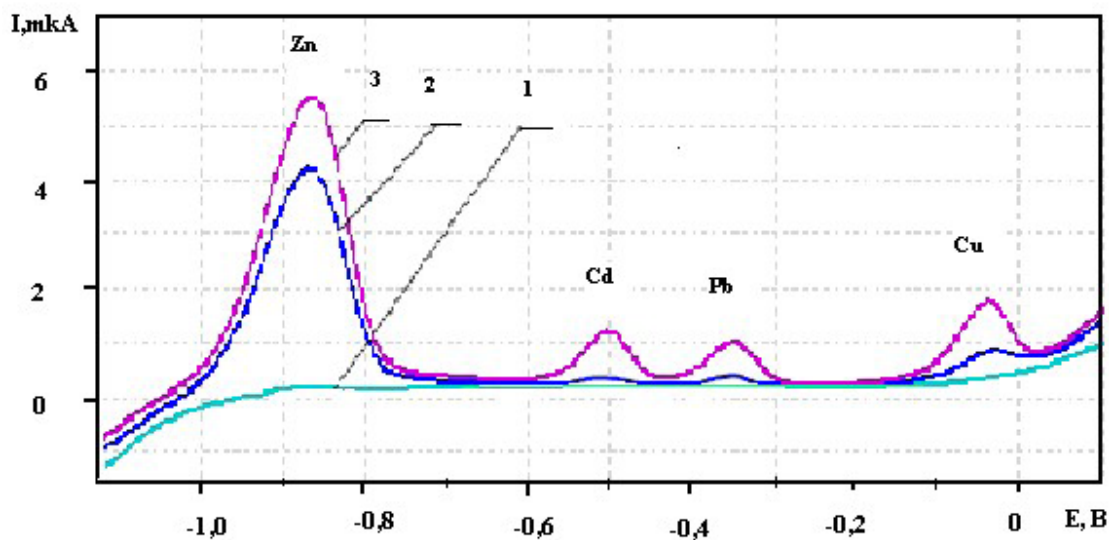
По разности вольтамперных кривых пробы и фона, пробы с добавкой стандартного раствора и фона с помощью специализированной компьютерной программы “VALabTx” рассчитано содержание каждого металла во всех исследованных образцах.

Интервальные значения содержания **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** и относительные стандартные отклонения, полученные при анализе образцов проб лекарственного растительного сырья и их спиртовых настоек, представлены в таблицах 2, 3.

На рисунке 2 приведены кривые, представляющие собой разность анодных вольтамперных кривых пробы плодов боярышника и фонового электролита (кривая 1) и разность анодных вольтамперных кривых пробы плодов боярышника с добавкой стандартного раствора и фонового электролита (кривая 2), зарегистрированные с помощью анализатора марки АВА-3.

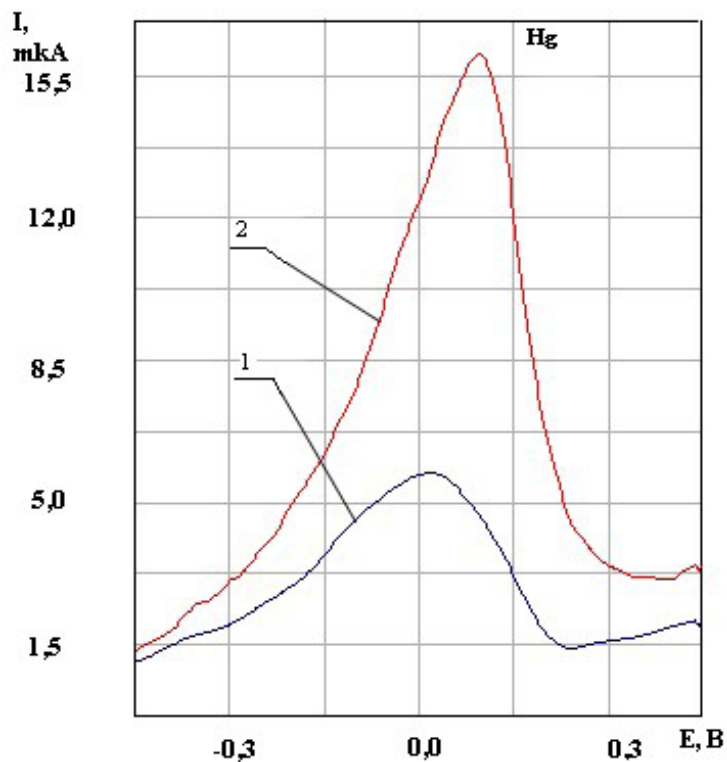
Из рисунка 2 видно, что на кривой разности анодных вольтамперных кривых пробы и фонового электролита (кривая 1) имеется хорошо выраженный максимум тока окисления ртути. Введение в анализируемую пробу добавки стандартного раствора ртути приводит к увеличению тока окисления ртути (кривая 2), что связано с увеличением концентрации этого металла в растворе.

Аналогичные кривые, представляющие собой разность анодных вольтамперных кривых пробы



1 – фонового электролита, содержащего 0,45 моль/л муравьиной кислоты;
 2 – пробы корня валерьяны;
 3 – пробы корня валерьяны с добавкой стандартного раствора

Рисунок 1 – Вольтамперные кривые пробы корня валерьяны



1 – анодных вольтамперных кривых пробы плодов боярышника и фонового электролита;
 2 – анодных вольтамперных кривых пробы плодов боярышника с добавкой стандартного раствора ртути и фонового электролита

Рисунок 2 – Кривые разности

и фонового электролита, а также разность анодных вольтамперных кривых пробы с добавкой стандартного раствора ртути и фонового электролита зарегистрированы для всех изученных образцов лекарственных растений и спиртовых настоек на их основе.

По относительному изменению значений токов окисления ртути при анализе пробы (кривая 1 рисунок 2) и анализе пробы с добавкой стандартного раствора (кривая 2 рисунок 2) с помощью специализированной компьютерной программы, поставляемой совместно с анализа-

тором марки АВА-3, для всех изученных образцов лекарственных растений и спиртовых настоек на их основе рассчитано содержание ртути.

Результаты статистической обработки этих данных: интервальные значения содержания ртути и относительные стандартные отклонения представлены в таблицах 2 и 3.

Из таблицы 2 видно, что во всех образцах лекарственных растений содержатся **Zn**, **Pb**, **Cu** и **Hg**. Кадмий обнаружен в небольших количествах также во всех образцах лекарственных растений, кроме цветков календулы. Больше

Таблица 2 – Содержание Zn, Cd, Pb, Cu и Hg в мг на 1 кг лекарственного растительного сырья

Наименование пробы	Содержание металла, мг/кг									
	Zn	S _r , %	Cd	S _r , %	Pb	S _r , %	Cu	S _r , %	Hg	S _r , %
Корни валерьяны	29,21± 0,41	1,0	0,021± 0,001	4,9	0,252± 0,015	4,2	1,142± 0,062	3,9	0,0091± 0,0006	5,0
Трава зверобоя	33,62± 0,37	0,8	0,192± 0,012	4,5	0,321± 0,019	4,2	3,251± 0,136	3,0	0,0222± 0,0015	4,9
Цветки календулы	19,42± 0,30	1,1	не обнаружен	-	0,112± 0,007	4,7	2,202± 0,099	3,3	0,0582± 0,0039	4,8
Трава пустырника	33,63± 0,37	0,8	0,101± 0,007	4,7	0,201± 0,012	4,3	1,941± 0,095	3,5	0,0171± 0,0012	5,0
Плоды боярышника	31,51± 0,39	0,9	0,122± 0,008	4,6	0,473± 0,026	4,0	2,992± 0,129	3,1	0,0782± 0,0052	4,8

Таблица 3 – Содержание Zn, Cd, Pb, Cu и Hg в мг на 1 л спиртовых лекарственных настоек

Наименование пробы	Содержание металла, мг/кг									
	Zn	S _r , %	Cd	S _r , %	Pb	S _r , %	Cu	S _r , %	Hg	S _r , %
Корни валерьяны	3,61± 0,15	2,9	не обнаружен	-	0,0581± 0,0039	4,8	0,0402± 0,0027	4,9	0,0022± 0,0001	5,0
Трава зверобоя	10,02± 0,31	2,2	не обнаружен	-	0,0442± 0,0030	4,8	0,1301± 0,0082	4,6	0,0013± 0,0001	5,0
Цветки календулы	11,02± 0,32	2,1	не обнаружен	-	0,0421± 0,0028	4,8	0,0642± 0,0042	4,7	0,0081± 0,0006	4,9
Трава пустырника	7,01± 0,23	2,4	не обнаружен	-	0,0902± 0,0059	4,7	0,1003± 0,0031	4,6	0,003± 0,0002	5,0
Плоды боярышника	6,13± 0,22	2,7	не обнаружен	-	0,0713± 0,0047	4,7	0,0271± 0,0018	4,8	0,004± 0,0003	5,0

всего в лекарственных растениях содержится цинка (от 19,42 до 33,63 мг/кг), меньше всего – ртути (от 0,0091 до 0,0782 мг/кг). Содержание свинца в лекарственных растениях в десятки и даже сотни раз меньше, чем содержание цинка, и меняется от 0,112 мг/кг для цветков календулы до 0,473 мг/кг для плодов боярышника. Что касается меди, то содержание этого металла колеблется от 1,142 мг/кг для корня валерьяны до 3,251 для травы зверобоя.

Анализ данных таблицы 3 показывает, что, в отличие от лекарственных трав (таблица 2), ни в одном из изученных образцов их спиртовых настоек не обнаружен кадмий. Вместе с тем во всех образцах спиртовых настоек содержатся **Zn**, **Pb**, **Cu** и **Hg**, хотя и в количествах меньших, чем в лекарственных травах (таблица 2). Как и в случае лекарственных трав в спиртовых настойках на их основе больше всего содержится **Zn**: от 11,02 мг/л для настойки календулы до 3,61 мг/л для настойки валерьяны. По сравнению с **Zn** содержание **Pb**, **Cu** и **Hg** в спиртовых настойках также как это наблюдалось для лекарственных трав в десятки и сотни раз меньше.

Сравнение данных, представленных в таблицах 2 и 3, с допустимыми уровнями, установленными ТР ТС 021/2011 для чая и ОФС РФ для ле-

карственного сырья (таблица 1), показывает, что во всех исследованных образцах лекарственного растительного сырья и спиртовых настоек на их основе содержание **Cd**, **Pb** и **Hg** ниже нормированных значений.

ВЫВОДЫ

1. Во всех изученных образцах лекарственных трав и спиртовых настоек на их основе больше всего содержится **Zn**.

2. Кадмий в незначительных количествах содержится в образцах корня валерьяны, травы зверобоя, травы пустырника и плодов боярышника. В образцах травы календулы и спиртовых настоек всех изученных лекарственных трав кадмий не обнаружен.

3. Во всех образцах изученных лекарственных трав и спиртовых настоек на их основе в небольших количествах содержатся **Pb**, **Cu** и **Hg**.

4. Сравнение полученных данных с допустимыми уровнями, установленными ТР ТС 021/2011 для чая и ОФС РФ для лекарственного сырья, показывает, что во всех исследованных образцах как лекарственных растительных трав, так и их спиртовых настоек содержание **Cd**, **Pb** и **Hg** ниже регламентированных значений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Губанов, И.А., Крылова, И.Л., Тихонова, В.Л. (1976), *Дикорастущие полезные растения СССР*, Москва, Мысль, 360 с.
2. Терёшкина, О.И., Самылина, И.А., Рудакова, И.П., Гравель, И.В. (2011), Гармонизация подходов по оценке безопасности состава лекарственных растительных препаратов, *Биомедицина*, 2011, №3, С. 80–85.
3. Ильин, В.Б. (1991), *Тяжелые металлы в системе почва–растение*, Новосибирск, Наука, 150 с.
4. Тиво, П.В., Бытько, И.Г. (1996), *Тяжелые металлы и экология*, Минск, Юнипол, 191 с.

REFERENCES

1. Gubanov, I.A., Krylova, I.L., Tihonova, V.L. (1976), *Dikorastushhie poleznye rastenija SSSR* [Wild-growing useful plants of the USSR], Moscow, Thought Publ., 360 p.
2. Tereshkina, O.I., Samylina, I.A., Rudakova, I.P., Gravel', I.V. (2011), *Garmonizatsiya podkhodov po otsenke bezopasnosti sostava lekarstvennykh rastitel'nykh preparatov* [Harmonization of approaches according to safety of structure of medicinal vegetable preparations], *Biomeditsina – Biomedicine*, 2011, № 3, pp. 80–85.
3. Il'in, V.B. (1991), *Tyazhelye metally v sisteme pochva–rastenie* [Heavy metals in system the

5. Терёшкина, О.И., Рудакова, И.П., Гравель, И.В., Самылина, И.А. (2010), Проблема нормирования тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье, *Фармация*, № 2, С. 7-11.
6. WHO guidelines for assessing quality of herbal medicines with reference to contaminants and residues. World Health Organization. 2007.
7. Терёшкина, О.И., Рудакова, И.П., Гуськова, Т.А., Самылина, И.А. (2011), Методологический подход к нормированию остаточных пестицидов в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах, *Фармация*, № 2, С. 3-7.
8. Брайнина, Х.З., Нейман, Е.Я., Слепушкин, В.В. (1988), *Инверсионные электроаналитические методы*, Москва, Химия, 240 с.
9. *Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация проб для определения содержания токсичных элементов*, (1994), ГОСТ 26929, Введ. 21.10.94., Минск, Изд-во стандартов, 12 с.
10. Дворкин, В.И. (2014), *Метрология и обеспечение качества химического анализа*, Москва, МИТХТ, 416 с.
- soil plant], Novosibirsk, Science Publ., 150 p.
4. Tivo, P.V., Byt'ko, I.G. (1996), *Tyazhelye metally i ekologiya* [Heavy metals and ecology], Minsk, Yunipol Publ., 191 c.
5. Tereshkina, O.I., Rudakova, I.P., Gravel', I.V., Samylina, I.A. (2010), Problema normirovaniya tyazhelykh metallov v lekarstvennom rastitel'nom syr'e [Problem of rationing of heavy metals in medicinal vegetable raw materials], *Farmatsiya – Pharmacy*, № 2, pp. 7-11.
6. WHO guidelines for assessing quality of herbal medicines with reference to contaminants and residues. World Health Organization. 2007.
7. Tereshkina, O.I., Rudakova, I.P., Gravel', I.V., Samylina, I.A. (2011), Metodologicheskii podkhod k normirovaniyu ostatochnykh pestitsidov v lekarstvennom rastitel'nom syr'e i lekarstvennykh rastitel'nykh preparatakh [Methodological approach to rationing of residual pesticides in medicinal vegetable raw materials and medicinal vegetable preparations], *Farmatsiya – Pharmacy*, № 2, pp. 3-7.
8. Brainina, Kh.Z., Neiman, E.Ya., Slepushkin, V.V. (1988), *Inverzionnye elektroanaliticheskie metody* [Inversion electroanalytical methods], Moscow, Chemistry Publ., 240 p.
9. *Syr'e i produkty pishchevye. Podgotovka prob. Mineralizatsiya prob dlya opredeleniya soderzhaniya toksichnykh elementov* [Raw materials and foodstuff. Preparation of tests. A mineralization of tests for determination of content of toxiferous elements], (1994), GOST 26929, Ent. 21.10.94., Minsk, Publ. house of standards, 12 p.
10. Dvorkin, V.I. (2014), *Metrologiya i obespechenie kachestva khimicheskogo analiza* [Metrology and ensuring quality of a chemical analysis], Moscow, MITHT, 416 p.

Статья поступила в редакцию 27.05.2015 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТВОРА ПОЛИАМИДА-6 ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОВОЛОКНИСТЫХ ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ

Д.Б. Рыклин, Н.Н. Ясинская, А.В. Евтушенко,
Д.Д. Джумагульев

УДК 677.494

РЕФЕРАТ

ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЕ, НАНОВОЛОКНО, ПОЛИАМИД, ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ, ВЯЗКОСТЬ, ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОВОДИМОСТЬ

Цель работы – определение зависимости физико-химических свойств раствора полиамида-6, оказывающих наибольшее влияние на эффективность процесса электроформования, от его состава.

Определен комплекс требований, предъявляемых к растворам полимеров, предназначенным для электроформования. Проведены экспериментальные исследования, в результате которых определено влияние вида гранулята полиамида-6 и его концентрации на поверхностное натяжение, кинематическую и динамическую вязкость, а также электрическую проводимость раствора. В качестве растворителя использовалась муравьиная кислота.

На основании анализа результатов измерения были приготовлены растворы, использованные для электроформования на установке NSLAB. Результаты измерений полученных волоконистых покрытий показали, что исследуемый способ электроформования позволяет получить из предложенных вариантов растворов наноразмерные волокна, так как их толщина при определенных параметрах раствора и процесса формования не превышает 100 нм.

ABSTRACT

ELECTROSPINNING, NANOFIBRE, POLYAMIDE, SURFACE TENSION, VISCOSITY, ELECTRICAL CONDUCTIVITY

The objective of the investigation was determination of influence of composition of the polyamide-6 solution on physical and chemical properties.

The list of the requirements to polymers solutions for electrospinning was defined. As a results of experiments series it was determined the effect of the type polyamide-6 granulate and its concentration on the surface tension, kinematic and dynamic viscosity and electrical conductivity of the solution. The formic acid was used as solvent.

Results of the investigation were used as a base for solution preparing for electrospinning on Nano Spider machine NSLAB (Elmarco). The measurement results obtained fibrous web showed that the analyzed electrospinning technique allows obtaining nanoscale fibers, since the fibres thickness of was less than 100 nm with proper selection of the composition of the solution and the parameters of the molding process.

В настоящее время среди перспективных технологий производства новых видов текстильных материалов в литературных источниках все чаще упоминается способ электроформования нановолокон и создания на их основе нетканых материалов или нановолокнистых покрытий [1 – 4].

Текстильные материалы с нановолокнистыми покрытиями, получаемые методом электроформования из растворов полимеров, находят широ-

кое применение в различных отраслях промышленности. Материалы из волокон субмикронного диаметра используются для высокоэффективной фильтрации высокодисперсных аэрозолей в системах очистки газовоздушных выбросов и средствах защиты органов дыхания, аналитических фильтрах для контроля уровня загрязненности воздуха. Полученные методом электроформования слои из нановолокон включаются в композиционные текстильные материалы но-

вого поколения для обеспечения регулируемой водо- и паропроницаемости, антимикробных и антивирусных барьерных свойств. Производство нановолокнистых материалов из биосовместимых и биodeградируемых полимеров открывает широкие перспективы для их использования в медицинских приложениях при создании перевязочных средств, заменителей тканей, систем контролируемой доставки лекарственных средств и др. Ценные и полезные свойства нановолокнистые покрытия приобретают при наполнении их частицами различных веществ. Такие волокна малоусадочны, имеют пониженную горючесть, повышенную прочность на разрыв и истирание, в зависимости от природы вводимых наночастиц могут приобретать другие защитные свойства, требующиеся человеку: фотокаталитическую активность, УФ-защиту, антимикробные свойства; электропроводность, грязеотталкивающие свойства, фотоокислительную способность в различных химических и биологических условиях.

Целью данной работы являлось определение зависимости физико-химических свойств раствора полиамида-6, оказывающих наибольшее влияние на эффективность процесса электроформования, от его состава.

Известно, что свойства полимерного раствора играют существенную роль в процессе волокнообразования. Состав раствора необходимо оптимизировать для каждого конкретного вида применяемого полимера. Для получения качественного нановолокнистого покрытия к используемым растворам полимеров, а также непосредственно к растворителям предъявляется ряд специфических требований.

Из литературных данных [1, 2] известно, что основными параметрами электроформования, обеспечивающими стабильность процесса и образование бездефектных волокон, являются вязкость, электропроводность и поверхностное натяжение растворов, значения которых, согласно теоретическим предпосылкам, должны находиться в определенных интервалах значений.

Как правило, поверхностное натяжение раствора данного полимера незначительно отличается от поверхностного натяжения растворителя. Чем ниже коэффициент поверхностного натяжения прядильного раствора, тем устойчи-

вее жидкая струя. В литературе отмечается, что приемлемой с этой точки зрения считается величина коэффициента поверхностного натяжения 0,05 Н/м.

Другим важнейшим свойством прядильного раствора является его динамическая вязкость. На первой стадии процесса электроформования с точки зрения его энергетики высокая вязкость выступает как нежелательный фактор, увеличивающий потери энергии на преодоление внутреннего трения в жидкой струе, однако со всех других позиций – это не только положительный, но в ряде случаев существенный и даже решающий фактор для достижения желаемого результата. Во-первых, увеличенной вязкости соответствует более высокая концентрация полимера и, следовательно, большая весовая производительность процесса. Во-вторых, вязкость гасит капиллярные волны, разрушающие жидкую струю, и повышает ее устойчивость. И, наконец, в-третьих, через молекулярную массу и структуру полимера вязкость прядильного раствора связана с его реологическими и прочностными свойствами, и способностью противостоять деформационным нагрузкам и кавитации. Динамическая вязкость раствора при нормальных условиях должна находиться в диапазоне от 60 до 7000 мПа·с (чаще всего – от 100 до 3000 мПа·с).

Рекомендуемый диапазон электрической проводимости растворов – от 0,01 мСм/см до 10 мСм/см. Чем быстрее или интенсивнее требуется проводить деформацию, тем выше должна быть электропроводность прядильного раствора. При увеличении электропроводности раствора уменьшается диаметр нановолокон.

Также при разработке состава раствора необходимо стремиться к максимальной стабильности свойств в течение длительного времени для обеспечения постоянства характеристик нановолокнистых покрытий. В течение времени вязкость раствора может меняться, а также может происходить структурирование полимерных цепочек, деградация полимера или разделение фаз.

В качестве волокнообразующего полимера при проведении исследований было принято решение использовать полиамид-6. Исследованы два варианта гранулята, физико-химические показатели которых представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели гранулята полиамида-6

Наименование показателя гранулята полиамида-6	Значение показателя	
	Вариант 1. Гранулят для производства композиционных материалов, нити ВCF (низковязкий)	Вариант 2. Гранулят для производства нити технического назначения (высоковязкий)
Размер гранул $l \times d$, мм	(1,9 x 2,5) ±0,2	(1,9 x 2,5) ±0,2
Относительная вязкость в 96 % H_2SO_4 , отн. ед. (номинальное значение)	2,40-2,80	3,20-3,50
Массовая доля воды, не более, %	0,05	0,05
Массовая доля экстрагируемых веществ, не более, %	0,55	0,50
Молярная концентрация аминогрупп NH_2 , ммоль/кг	для η 2,40-2,60 – (40-50) для η 2,60-2,80 – (35-45)	32-40

Выбор растворителя в первую очередь зависит от вида растворяемого полимера. Температура кипения растворителя должна находиться в диапазоне от 80 до 200 °С. Давление паров жидкости при нормальном давлении повышается с увеличением температуры кипения.

Давление пара растворителя должно быть таким, чтобы растворитель испарялся достаточно быстро, чтобы обеспечить отверждение волокон, пока они не достигнут коллектора, но не слишком быстро, чтобы позволить максимальное вытягивание волокон вплоть до нанометрового размера, пока они не отвердеют. Давление насыщенных паров растворителя должно находиться в диапазоне 0,35 – 10 кПа при температуре 20 °С. Растворители с более низким давлением паров не рекомендуется использовать в связи с тем, что их медленное испарение может способствовать образованию дефектов в нановолокнистом слое. С другой стороны, повышенная летучесть растворителя не обеспечит формирование волокон с поверхности жидкости.

При проведении исследований в качестве растворителя использовалась муравьиная кислота. Данные, приведенные в таблице 2, под-

тверждают, что выбранный растворитель удовлетворяет всем приведенным выше требованиям.

Известно, что возможный диапазон концентраций полимера в растворе для формирования нановолокнистого покрытия составляет от 3 до 20 % [1, 2]. При этом свойства раствора в значительной степени зависят от выбранной концентрации полимера.

В результате предварительных экспериментальных исследований установлен диапазон варьирования концентрации полиамида в муравьиной кислоте: концентрация низковязкого полиамида-6 (вариант 1) изменялась в диапазоне от 5 до 15 %, а концентрация высоковязкого полиамида-6 (вариант 2) – в диапазоне от 2,5 до 12 %. Определение свойств растворов осуществлялось согласно стандартным методикам.

Для определения зависимости поверхностного натяжения от концентрации применялся стагмометрический метод, который основан на определении веса массы капли, отрывающейся под действием силы тяжести от плоской поверхности торцевого среза капилляра. На рисунке 1 представлена графическая зависимость поверхностного натяжения от концентрации раствора

Таблица 2 – Свойства муравьиной кислоты

Наименование показателя	Значение показателя
Плотность, г/см ³	1,22
Температура кипения, °С	101
Давление насыщенного пара при нормальных условиях, кПа (атм.)	5,3 (0,053)
Коэффициент поверхностного натяжения, Н/м при температуре: 15 °С 20 °С 30 °С	3,813×10 ⁻² 3,758×10 ⁻² 3,648×10 ⁻²
Относительная диэлектрическая проницаемость	57

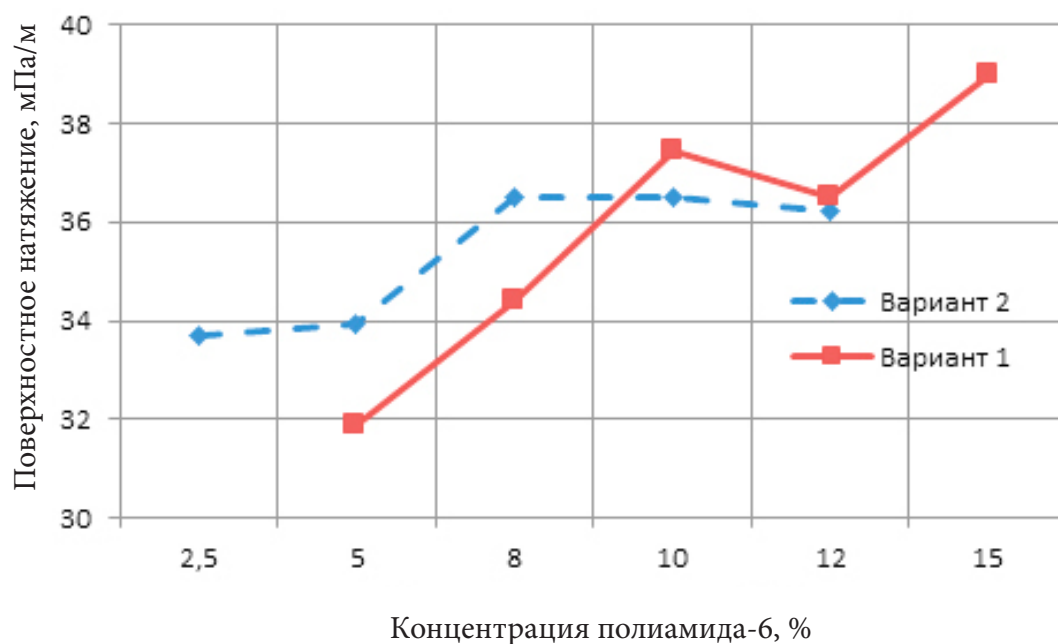


Рисунок 1 – Зависимость поверхностного натяжения раствора от концентрации полиамида-6

полиамида.

Анализируя полученные зависимости, можно отметить, что с увеличением концентрации полиамида-6 поверхностное натяжение волокнообразующего полимера возрастает. При этом значение данного показателя несущественно

отличается от коэффициента поверхностного натяжения муравьиной кислоты при нормальных условиях $3,758 \times 10^{-2}$ Н/м и не превышает предельно рекомендуемого значения, составляющего 5×10^{-2} Н/м.

Как известно, растворы полимеров отлича-

ются высокой вязкостью, обусловленной силами сцепления между молекулами жидкости (внутренним трением). С повышением концентрации вязкость растворов полимеров резко возрастает, так как растворенные частицы способны образовывать более сложные структуры.

Концентрированные полимерные растворы представляют собой пространственную флуктуационную сетку, образованную ассоциатами макромолекул. Резкое возрастание вязкости при концентрации полиамида выше 10 % связано с образованием устойчивой непрерывной в объеме флуктуационной сетки, образованной из молекулярных клубков или их ассоциатов. В результате этого изменяются реологические характеристики раствора, что приводит к возрастанию устойчивости к деформационным нагрузкам под действием физических полей и в частности к образованию непрерывных жидких струй в процессах электроформования. Поэтому для электроформования следует использовать растворы с высокой концентрацией, так как это гарантирует проведение электроформования (а не электрораспыления без получения волокон) и его стабильность. Таким образом, общий принцип при выборе концентрации состоит в определении максимально возможной концентрации полимерного раствора без ущерба для стабильности процесса электроформования.

Метод определения вязкости, применяемый при проведении исследований, основан на измерении времени вытекания определенного объема жидкости через капилляр, радиус и дли-

на которого известны.

Для определения вязкости растворов при проведении исследований использовался капиллярный вискозиметр Оствальда. В таблице 3 приведены результаты экспериментальных исследований растворов двух вариантов полиамида-6 в муравьиной кислоте.

На основании данных, приведенных в таблице 3, были проведены расчеты кинематической и динамической вязкости растворов, результаты которых представлены на рисунках 2 и 3.

Из полученных экспериментальных зависимостей вязкости растворов полиамида в муравьиной кислоте видно, что концентрационный диапазон резкого увеличения вязкости составляет 10 – 15 %.

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

- с увеличением содержания в растворе полиамида-6 происходит существенное повышение как его кинематической, так и динамической вязкости;
- использование высоковязкого гранулята (вариант 2) позволяет получить растворы с той же вязкостью, как и в случае применения низковязкого гранулята (вариант 1), но при пониженном содержании полиамида-6;
- если в качестве нижней границы допустимого диапазона динамической вязкости принять 100 мПа·с, можно рекомендовать при приготовлении раствора добавлять не менее 12 % низковязкого гранулята или не менее 10 % высоковязкого гранулята. При этом более вы-

Таблица 3 – Результаты экспериментальных исследований по оценке вязкости раствора полиамида-6

Вид гранулята	Исследуемый показатель	Значение показателя при следующих концентрациях полиамида-6					
		2,5 %	5 %	8 %	10 %	12 %	15 %
Низковязкий полиамид-6 (вариант 1)	Время истечения раствора, с	-	141,0	319,3	457,7	1008,7	2030,0
	Плотность раствора (г/см ³)	-	1,1013	1,1494	1,1754	1,125	1,1126
Высоковязкий полиамид-6 (вариант 2)	Время истечения раствора, с	86,7	280,0	488,7	1059,3	1980,7	-
	Плотность раствора (г/см ³)	1,2023	1,1723	1,2194	1,1456	1,116	-

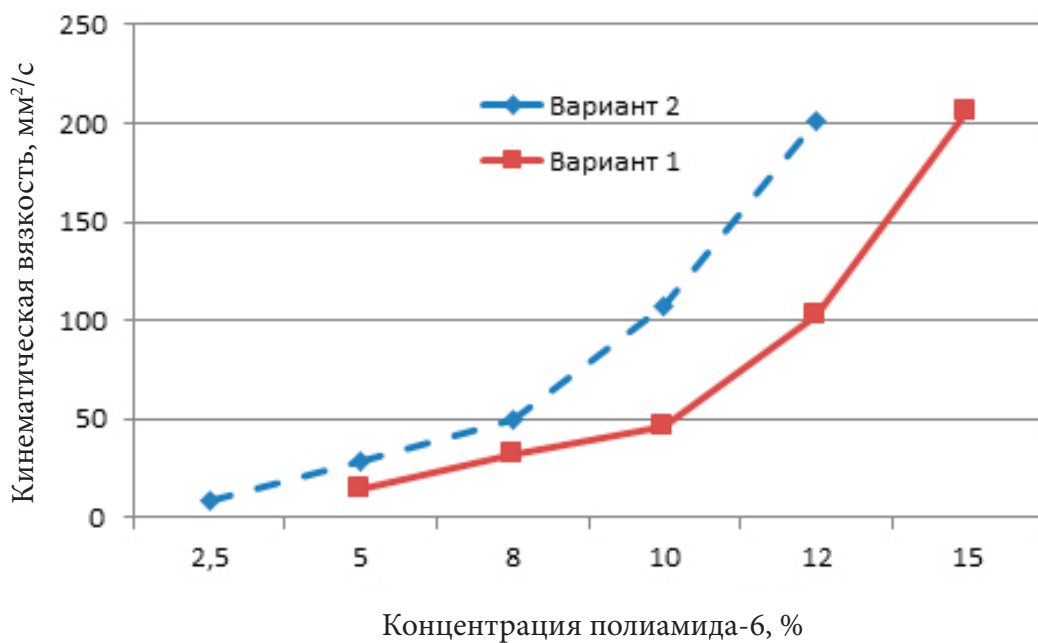


Рисунок 2 – Влияние содержания полиамида-6 на кинематическую вязкость раствора

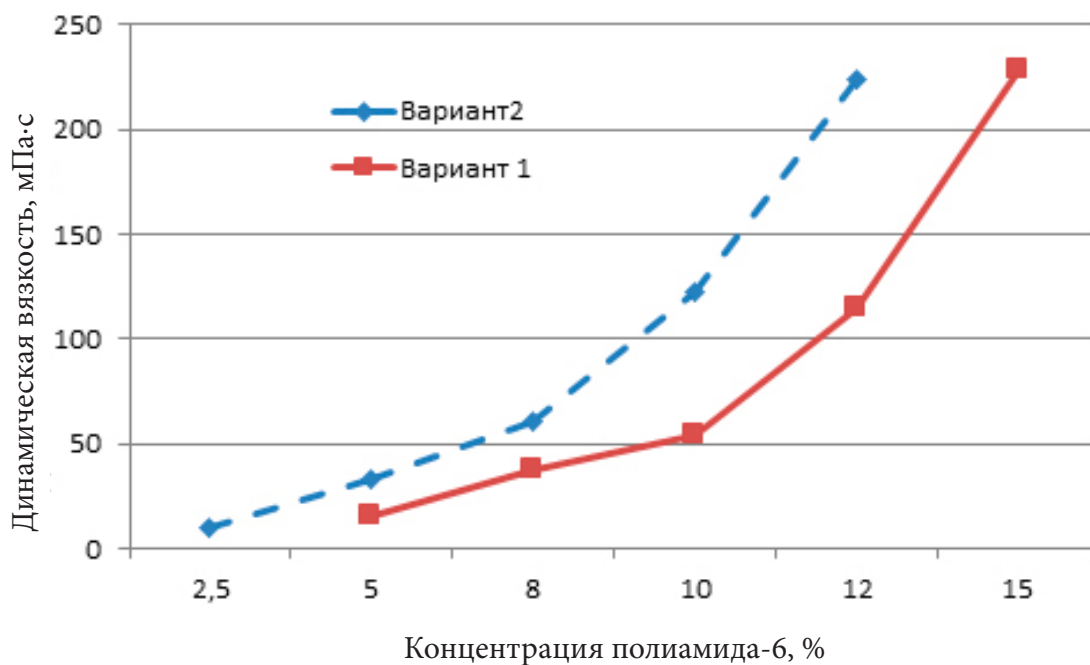


Рисунок 3 – Влияние содержания полиамида-6 на динамическую вязкость раствора

сокая концентрация полимера является предпочтительной, так как способствует повышению производительности установки и обеспечивает более стабильное формирование нановолокнистого слоя.

Для определения электрической проводимости использовался Кондуктометр HI 9033.

Результаты измерений электрической проводимости полученных растворов приведены на рисунке 4.

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что с увеличением содержания полимера в растворе его электрическая проводимость повышается. При этом на вид установленной зависимости не оказывает влияние вязкость исходного полимера, так как в диапазоне от 5 до 12 % графики на рисунке 4 практически совпадают. С увеличением концентрации полимера ее влияние на электрическую проводимость существенно снижается. Необходимо обратить внимание на то, что все исследуемые варианты растворов соответствуют установленным требованиям по электрической проводимости (от 0,1 до 10 мСм/см).

Таким образом, в результате анализа комплекса свойств полученных растворов установлено, что с ростом концентрации полиамида в 85%-ной муравьиной кислоте происходит увеличение вязкости, электропроводности и поверхностного натяжения. В исследуемом диапазоне концентраций показатели свойств соответствуют требованиям для электроформования волокон.

В лаборатории Каунасского технологического университета на установке NSLAB (Elmarco, Чехия) осуществлялось нанесение покрытия на неподвижный полипропиленовый нетканый материал с поверхностной плотностью 21,5 г/м² при следующих режимах:

- вид используемого электрода – зубчатый валик,
- расстояние от конца валика до осадительного электрода – 130 мм;
- напряжение – 70 кВ;
- сила тока – 30-40 мА при использовании низковязкого полиамида, 25–35 мА при использовании высоковязкого полиамида,
- время нанесения – 2 мин.

Оценка технологичности растворов осуще-

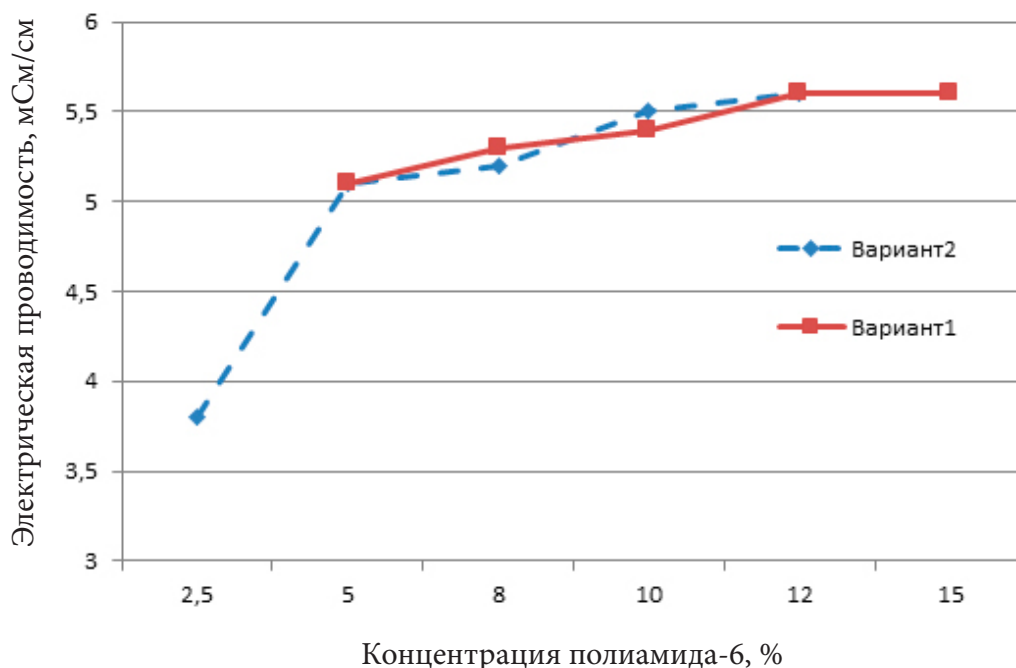
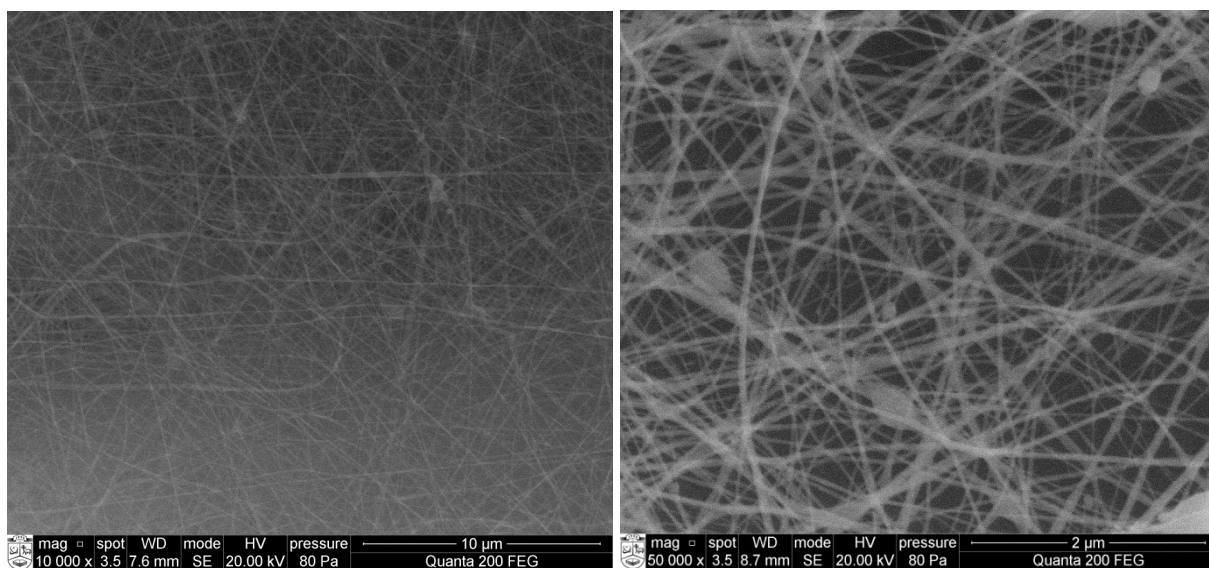


Рисунок 4 – Влияние концентрации полиамида-6 на электрическую проводимость раствора

ствлялась на основании анализа изображений нановолокнистого покрытия, полученных с использованием электронного сканирующего микроскопа (рисунок 5).

при определенных параметрах раствора и процесса формования не превышает 100 нм.

В то же время установлено, что в получаемом нановолокнистом слое заметны застывшие



а

б

Рисунок 5 – Изображения нановолокнистых покрытий, полученных на установке NSLAB:
 а – с применением высоковязкого полиамида-6 (концентрация 15 %);
 б – с применением низковязкого полиамида-6 (концентрация 15 %)

В ходе проведенных измерений определены параметры нановолокон, формируемых на установке NSLAB при одинаковой концентрации полиамида-6 в растворе:

- при использовании низковязкого полиамида:
 - средняя толщина волокна – 56,3 нм;
 - коэффициент вариации толщины волокна – 22 %;
- при использовании высоковязкого полиамида,
 - средняя толщина волокна – 105,4 нм;
 - коэффициент вариации толщины волокна – 23,6 %.

Результаты измерений подтверждают, что исследуемый способ электроформования позволяет получить из предложенных вариантов растворов наноразмерные волокна, так как их толщина

капли полимера, что является нежелательным явлением. В связи с этим на следующих этапах работы необходимо провести исследования по оптимизации работы установок для нанесения нановолокнистого покрытия с целью предотвращения возникновения выявленных дефектов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Матвеев, А.Т., Афанасов, И.М. (2010), *Получение нановолокон методом электроформования*, Москва, Московский гос. ун-т им. М.В.Ломоносова, 83 с.
2. Филатов, Ю.Н. (1997), *Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ- процесс)*, Москва, ГНЦ РФ НИФХИ им. Л.Я. Карпова, 231 с.
3. Elmarco [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nano-volokna.ru/>. – Дата доступа: 20.01.2016.
4. Алексеев, И.С., Степин, С.Г., Дорошенко, И.А. (2013), Синтез нити с бактерицидными свойствами из полимерных наноразмерных волокон, *Вестник ВГТУ*, 2013, № 25, С. 78-81.

REFERENCES

1. Matveev, A.T., Afanasov, I.M. (2010), *Poluchenie nanovolokon metodom jelektroformovaniya*, [Obtaining nanofibres by electrospinning method], Moscow, Lomonosov Moscow State University, 83 p.
2. Filatov, Ju.N. (1997), *Jelektroformovanie voloknistyh materialov (JeFV- process)*, [Electrofibrinous materials (EFV- process)], Moscow, GNC RF NIFHI im. L. Ja. Karpova, 231 p.
3. Elmarco [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.nano-volokna.ru/>. – Access date: 20.01.2016.
4. Alekseev, I.S., Stepin, S.G., Doroshenko, I.A. (2013), Synthesis of thread with antibacterial properties of nanoscale polymer fibers [Sintez niti s baktericidnymi svojstvami iz polimernyh nanorazmernih volokon], *Vestnik VGTU – Vestnik of VSTU*, 2013, № 25, pp. 78-81.

Статья поступила в редакцию 14. 03. 2016 г.

ВЛИЯНИЕ ЗАМАСЛИВАНИЯ ВОЛОКОН БЕЗЖИРОВЫМ ЭМУЛЬСОЛОМ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ИСКУССТВЕННОГО МЕХА

В.Н. Сакевич, Е.С. Посканная

УДК 677.042.23

РЕФЕРАТ

ЗАМАСЛИВАНИЕ ВОЛОКОН, ИСКУССТВЕННЫЙ МЕХ, ГУСТОТА ВОРСА, МАССА СЛАБО ЗАКРЕПЛЕННЫХ ВОЛОКОН, УДЕЛЬНОЕ ПОВЕРХНОСТНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ, УСТОЙЧИВОСТЬ К СВАЛИВАНИЮ ВОРСА

Работа посвящена испытанию в промышленных условиях на образцах искусственного трикотажного меха Жлобинского ОАО «Белфа» безжирового эмульсола, разработанного в УО «ВГТУ» на кафедре физики и технической механики.

Целью работы является изучение влияния замасливания волокон безжировым эмульсом на показатели качества искусственного меха Жлобинского ОАО «Белфа».

В результате проведенных исследований получены показатели качества, на которые влияет замасливание волокон, а именно: поверхностная плотность ворсового покрова или густота ворса, масса слабозакрепленных волокон, удельное поверхностное электрическое сопротивление искусственного меха, устойчивость к сваливанию ворса. Проведено сравнение результатов измерений с нормативными значениями показателей качества, регламентированных ГОСТ 28367-94 «Мех искусственный трикотажный. Общие технические условия».

Разработанный в УО «ВГТУ» на кафедре физики и технической механики безжировой эмульсол для замасливания волокон при производстве искусственного меха по всем показателям удовлетворяет нормативным показателям качества меха и может быть рекомендован к применению при производстве искусственного меха.

ABSTRACT

APPLICATION OF OIL, ARTIFICIAL FUR, DENSITY OF PILE, THE MASS OF WEAKLY-FIXED FIBERS, SURFACE RESISTIVITY, PILE'S RESISTANCE TO FULLING

Work is devoted to industrial tests of a fat-free emulsol on samples of artificial knitted fur of Zhlobinsky JSC «Belfa».

As a result of the conducted researches are received quality indicators on which impact exerts oiling of fibers namely: surface density of pile cover, surface density of jersey fabric, the mass of weakly-fixed fibers, surface resistivity, pile's resistance to fulling. Measurement results were compared with normative values of the indicators of quality, regulated GOST 28367-94.

Designed in VSTU - at the department of physics and technical mechanics fat-free emulsol for sizing fibers in the manufacture of artificial fur in all indicators meet the regulatory indicators fur quality and fat-free emulsol can be recommended for use in the manufacture of artificial fur.

При производстве искусственного меха замасливание волокон осуществляется с целью повышения их цепкости друг к другу, гибкости и эластичности, уменьшения электризации и пы-

ления волокон.

Разработанный в УО «ВГТУ» на кафедре физики и технической механики авторами данной статьи безжировой эмульсол и способ его полу-

чения [1] позволяют снизить стоимость конечного продукта как за счет использования более дешевого сырья, так и за счет менее трудоемкой и энергоёмкой технологии, повышения производительности процесса, а также расширить сырьевую базу производства.

Цель данной работы – изучить влияние замасливания волокон безжировым эмульсолом, разработанным в УО «ВГТУ» на кафедре физики и технической механики, на показатели качества искусственного меха.

Трикотажный искусственный мех – трикотажное полотно, имеющее на лицевой поверхности ворс, имитирующий натуральный мех [2].

Мех на трикотажной основе получают на кругловязальных трикотажных машинах способом вязывания в петли грунта пучков волокон из чесальной ленты либо способом вязания грунта с одновременным формированием плюшевых петель. Грунт трикотажного меха вырабатывается переплетением глади из хлопчатобумажной пряжи, иногда применяют специальную пряжу (хлопок + лавсан + вискоза или хлопок + лавсан). Чесальную ленту готовят из полиакрилонитрильных (нитрон, орлон, куртель, дайнель) или полиэфирных (лавсан) волокон линейной плотности 3,33 – 0,33 текс. В зависимости от технологии производства искусственного меха определенного назначения лента может прочесываться 2 раза (1-проход, 2-проход).

Исследования проводились на образцах искусственного трикотажного меха Жлобинского ОАО «Белфа». Были выбраны:

- Н-32 – искусственный мех для верхней одежды, гладкоокрашенный;
- И-59 – искусственный мех для игрушек, коротковорсовый;
- И-81-1ВУ9Д19 – искусственный мех для игрушек, коротковорсовый, с эффектом ворсоукладки.

Необходимые показатели физико-механических и физико-химических свойств искусственного меха для контроля его качества, а также методика отбора проб регламентированы ГОСТ 26666.0 – 85 [3]. Показатели качества трикотажного искусственного меха определены ГОСТ 4.80-82 [4]. В соответствии с ГОСТ 4.80-82 [4] показатели качества меха подразделяют на общие показатели, обязательные для всех классифика-

ционных группировок, и специализированные показатели, применяемые только для некоторых группировок (обязательные и необязательные). К общим обязательным показателям качества относят: состав смеси ворса; вид и линейную плотность пряжи грунта; поверхностную плотность; массу ворсового покрова или густоту ворса; массу слабозакрепленных волокон; устойчивость окраски; длину ворса; число петельных рядов и петельных столбиков на 10 см.

В соответствии с целью данной работы приведем результаты исследований показателей качества, на которые, как мы полагаем, может повлиять замасливание волокон, а именно: поверхностная плотность ворсового покрова, масса слабозакрепленных волокон, удельное поверхностное электрическое сопротивление искусственного меха, устойчивость к сваливанию ворса.

Значения нормативных показателей качества зависят от предназначения искусственного меха и регламентируются согласно ГОСТ 28367-94 [5].

Метод определения поверхностной плотности ворсового покрова регламентирован ГОСТ 3815.1-93 [6].

Результаты испытаний по определению поверхностной плотности ворсового покрова сведены в таблицу 1.

Анализируя показатель поверхностной плотности ворсового покрова, следует ориентироваться на указанную норму данного показателя в ГОСТ 28367-94 [5]. Фактический результат должен быть равен или больше указанной нормы.

Результаты проведенных исследований показывают, что применение замасливания волокон безжировым эмульсолом при производстве искусственного меха ведет к увеличению массы ворсового покрова. Это явление объясняется более прочным слипанием волокон между собой за счет их замасливания безжировым эмульсолом по сравнению с применением других марок эмульсолов, что приводит к более плотной упаковке волокна в настиле и меньшим потерям волокна при переходах в процессе производства искусственного меха. В основу петель трикотажа вязываются более плотные пучки ворса из чесальной ленты.

Конкретное значение поверхностной плотности ворсового покрова зависит от марки

Таблица 1 – Поверхностная плотность ворсового покрова

Вид меха	№ образца	Состав эмульсии	Масса ворсового покрова, г/м ²	
			Норма (не менее)	Факт
Н-32 искусственный мех для верхней одежды, гладкоокрашенный	1	1-проход: безжировой эмульсол (2 г/кг)	290	314
		2-проход: Мегатекс М		
	2	1-проход: безжировой эмульсол (2 г/кг)	290	312
		2-проход: безжировой эмульсол (2 г/кг)		
	3	1-проход: безжировой эмульсол (2,8 г/кг)	290	348
		2-проход: Мегатекс М		
И-59 искусственный мех для игрушек, коротковорсовый	4	безжировой эмульсол (2 г/кг)	130	137
	5	безжировой эмульсол (4 г/кг)	130	133
И-81-1ВУ9Д19 искусственный мех для игрушек, коротковорсовый, с эффектом ворсоукладки	6	безжировой эмульсол (3 г/кг)	200	238

эмульсола и ее концентрации. В случае гладкоокрашенного меха для верхней одежды (Н-32) наиболее предпочтительным является применение комбинации препаратов «безжировой эмульсол» с концентрацией эмульсии 2,8 г/кг и «Мегатекс М» (образец № 3). Применение такой же комбинации, но с меньшей концентрацией безжирового эмульсола (2 г/кг) дает также положительный эффект, но несколько меньший, чем предыдущий вариант (образец № 1). Применение комбинации эмульсий «безжировой эмульсол»/«безжировой эмульсол» (концентрация эмульсии 2 г/кг, на обоих переходах, образец № 2) дает меньший положительный эффект, чем в случае с образцами № 1 и № 3. Для игрушечного меха И-59 значение поверхностной плотности ворсового покрова зависит от концентрации эмульсии (образцы № 4 и № 5). При выработке игрушечного меха с эффектом ворсоукладки И-81-1ВУ9Д19 применение безжирового эмульсола приводит к повышению поверхностной плотности ворсового покрова.

Качество произведенного искусственного меха также характеризуется посредством определения значений эксплуатационных показателей. Данные показатели определяют характер износа материалов при эксплуатации изделий. К

ним относят: масса слабозакрепленных волокон и устойчивость к сваливанию.

Определение массы слабозакрепленных волокон в ворсе искусственного трикотажного меха регламентируется ГОСТ 26666.3-85 [7].

Результаты испытаний по определению качества ворса – массы слабозакрепленных волокон в ворсе выбранных образцов сведены в таблицу 2.

Анализируя показатель массы слабозакрепленных волокон, требуется ориентироваться на указанную норму данного показателя в ГОСТ 28367-94 [5]. Фактический результат не должен ее превышать.

Следует отметить концентрации эмульсий, дающих минимальные значения показателя массы слабозакрепленных волокон. Для образца вида меха Н-32 – эмульсия «безжировой эмульсол» при концентрации эмульсии 2 г/кг на обоих переходах, образец №2; для образца И-81-1ВУ9Д19 – применение безжирового эмульсола с концентрацией эмульсии 3 г/кг, образец № 6.

Определение устойчивости меха к сваливанию ворса регламентируется ГОСТ 21516-76 [8]. Согласно ГОСТ 21516-76 [11] по внешнему виду элементарные пробы сравнивают с фотозаталонами и оценивают в зависимости от степени сва-

Таблица 2 – Масса слабозакрепленных волокон

Вид меха	№ образца	Состав эмульсии	Масса слабозакрепленных волокон, г/м ²	
			Норма	Факт
Н-32	1	1-проход: безжировой эмульсол (2 г/кг)	8	1,6
		2-проход: Мегатекс М		
	2	1-проход: безжировой эмульсол (2 г/кг)	8	1,5
		2-проход: безжировой эмульсол (2 г/кг)		
	3	1-проход: безжировой эмульсол (2,8 г/кг)	8	1,9
		2-проход: Мегатекс М		
И-59	4	безжировой эмульсол (2 г/кг)	4,5	1,0
	5	безжировой эмульсол (4 г/кг)	4,5	1,03
И-81-1ВУ9Д19	6	безжировой эмульсол (3 г/кг)	8,0	1,5

ливания в баллах:

- 1 – очень сваливающиеся;
- 2 – сильносваливающиеся;
- 3 – среднесваливающиеся;
- 4 – слабосваливающиеся;
- 5 – несваливающиеся.

Результаты испытаний по определению устойчивости к сваливанию ворса выбранных образцов сведены в таблицу 3. Как показали результаты исследований, состав и концентрация эмульсии не влияют на устойчивость ворса к сваливанию.

Величина данного показателя находится в пределах нормы, так как согласно ГОСТ 28367-94 [5] устойчивость к сваливанию меха всех видов (кроме меха под «овчину») должна быть не менее 2 баллов. При определении качества выработанного меха применяются гигиенические показатели. Для искусственного меха та-

ким показателем является показатель удельного поверхностного электрического сопротивления, который регламентируется ГОСТ 29104.20-91 [9]. Данный показатель характеризует способность искусственного меха рассеивать электрические заряды.

Сущность метода заключается в определении электрического сопротивления элементарной пробы искусственного меха, находящейся между двумя электродами, к которым подается напряжение.

Результаты испытаний по определению удельного поверхностного электрического сопротивления выбранных образцов искусственного меха сведены в таблицу 4.

Значение нормативного показателя удельного поверхностного электрического сопротивления искусственного меха регламентируется ГОСТ 28367-94 [5]. Фактический результат не должен

Таблица 3 – Устойчивость к сваливанию ворса

Вид меха	№ образца	Состав эмульсии	Устойчивость к сваливанию, балл
Н-32	1	1-проход: безжировой эмульсол (2 г/кг)	2
		2-проход: Мегатекс М	
	2	1-проход: безжировой эмульсол (2 г/кг)	2
		2-проход: безжировой эмульсол (2 г/кг)	
	3	1-проход: безжировой эмульсол (2,8 г/кг)	2
		2-проход: Мегатекс М	

Таблица 4 – Удельное поверхностное электрическое сопротивление искусственного меха

Вид меха	№ образца	Состав эмульсии	Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом	
			Норма (не более)	Факт
Н-32	1	1-проход: безжировой эмульсол (2 г/кг)	5·10 ¹⁰	5·10 ¹⁰
		2-проход: Мегатекс М		
	2	1-проход: безжировой эмульсол (2 г/кг)	5·10 ¹⁰	2,73·10 ¹⁰
		2-проход: безжировой эмульсол (2 г/кг)		
И-59	3	безжировой эмульсол (2 г/кг)	5·10 ¹⁰	3,77·10 ¹⁰
	4	безжировой эмульсол (4 г/кг)	5·10 ¹⁰	3,87·10 ¹⁰
И-81-1ВУ9Д19	6	безжировой эмульсол (3 г/кг)	5·10 ¹⁰	

ее превышать.

Следует отметить, что величина показателя удельного поверхностного электрического сопротивления искусственного меха зависит от марки эмульсии и от ее концентрации. В случае гладкоокрашенного меха для верхней одежды Н-32 наиболее близким к верхнему пределу является результат применения комбинации препаратов «безжировой эмульсол» с концентрацией эмульсии 2 г/кг и «Мегатекс М», образец № 1. Применение комбинации эмульсий «безжировой эмульсол»/«безжировой эмульсол» (концентрация эмульсии 2 г/кг, на обоих переходах, об-

разец № 2) приводит к лучшему результату, чем в случае с образцом № 1.

В итоге следует отметить, что разработанный в УО «ВГТУ» на кафедре физики и технической механики безжировой эмульсол для замасливания волокон при производстве искусственного меха по всем показателям качества, регламентированным ГОСТ 28367-94 [5], удовлетворяет нормативным показателям и, следовательно, может быть рекомендован к применению при производстве искусственного меха.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Максимович, Е.С., Павлов, В.М., Сакевич, В.Н. (2013), *Эмульсол и способ его получения*. Патент РБ на изобретение №17966 от 2013.10.30.
2. ГОСТ 25562-82. *Мех искусственный трикотажный. Термины и определения*, Введ. 29.12.1982, 12 с.
3. ГОСТ 26666.0-85. *Мех искусственный трикотажный. Правила приемки и метод отбора проб*, Введ. 01.01.1987, 13 с.
4. ГОСТ 4.80-82. *Система показателей качества продукции. Мех искусственный трикотажный. Номенклатура показателей*, Введ. 01.01.1984, 7 с.
5. ГОСТ 28367-94. *Мех искусственный трикотажный. Общие технические условия*, Введ. 01.09.2004, 15 с.
6. ГОСТ 3815.1-93. *Материалы ворсовые. Метод определения поверхностной плотности ворсового покрова*, Введ. 01.01.1995, 7 с.
7. ГОСТ 26666.3-85. *Мех искусственный трикотажный. Метод определения массы слабозакрепленных волокон*, Введ. 01.01.1987, 10 с.
8. ГОСТ 21516-76. *Мех искусственный из химических волокон. Метод моделирования износа и оценки износоустойчивости*, Введ. 01.01.1978, 8 с.
9. ГОСТ 29104.20-91. *Ткани технические. Метод определения удельного поверхностного электрического сопротивления*, Введ. 01.01.1993, 6 с.

REFERENCES

1. Maksimovich, E.S., Pavlov, V.M., Sakevich, V.N. (2013), *The emulsol and method for its preparation* [Jemul'sol i sposob ego poluchenija], The RB patent for invention No. 17966 from 2013.10.30.
2. GOST 25562-82. *Knit pile fabric. Terms and definitions.*, Enacted 29.12.1982, 12 p.
3. GOST 26666.0-85. *Knit pile fabric. Acceptance rules and sampling method*, Enacted 01.01.1987, 13 p.
4. GOST 4.80-82. *Product's quality indicator system. Knit pile fabric. Set of tested parameters*, Enacted 01.01.1984, 7 p.
5. GOST 28367-94. *Knit pile fabric. General specifications*, Enacted 01.09.2004, 15 p.
6. GOST 3815.1-93. *Pile materials. Method for determination surface density of pile cover*, Enacted 01.01.1995, 7 p.
7. GOST 26666.3-85. *Knit pile fabric. Method for determination of mass of weakly-fixed fibers*, Enacted 01.01.1987, 10 p.
8. GOST 21516-76. *Knit pile fabric from chemical fibers. Method of wear simulation and evaluation of durability*, Enacted 01.01.1978, 8 p.
9. GOST 29104.20-91. *Industrial fabrics. Method for determination of surface resistivity*, Enacted 01.01.1993, 6 p.

Статья поступила в редакцию 11. 04. 2016 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ПИГМЕНТОВ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ЦИНКОВАНИЯ

В.И. Чепрасова, О.С. Залыгина, В.Н. Марцуль

УДК 504.064.47:621.357.7

РЕФЕРАТ

ОТРАБОТАННЫЙ ЭЛЕКТРОЛИТ ЦИНКОВАНИЯ, ГАЛЬВАНИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ПИГМЕНТ, ОРТОФОСФАТ ЦИНКА, ПИРОФОСФАТ ЦИНКА, УКРЫВИСТОСТЬ, МАСЛОЕМКОСТЬ

В работе исследовано осаждение ионов цинка из отработанных электролитов цинкования различных белорусских предприятий с целью получения пигментов. В качестве осадителей использовались карбонат, фосфат и гидрофосфат натрия. Изучен элементный и фазовый состав полученных осадков, а также влияние добавок, входящих в состав отработанных электролитов, на состав и свойства осадков. Подобраны температуры термообработки осадков в зависимости от используемого осадителя и получены оксид, орто- и пирофосфат цинка, которые могут использоваться в качестве пигментов. Исследовано их соответствие требованиям ГОСТ по таким показателям, как маслоемкость и укрывистость.

Результаты полученных исследований позволят решить проблему утилизации отработанных растворов электролитов цинкования, а также расширить сырьевую базу для производства пигментов.

ABSTRACT

WASTE ELECTROLYTE OF GALVANISING, THE GALVANIC PRODUCTION, COLORANT, ZINC ORTHOPHOSPHATE, ZINC PYROPHOSPHATE, COVERING ABILITY, OIL-ABSORPTION POWER

The work considers the investigation deposition of zinc ions from the spent zinc electrolyte various Belarusian enterprises to obtain pigments. As precipitants used sodium carbonate, sodium phosphate, sodium hydrophosphate. Studied elemental and phase composition obtained precipitations and the effect of additives, incoming in the spent electrolytes, on composition and properties of precipitations. Selected temperature heat treatment of precipitations depending on the precipitant and obtained zinc oxide, pyro- and ortho- zinc phosphate, which may be used as pigments. Investigate its compliance with GOST on such indicators as the oil absorption and spreading rate.

Obtained results allow to solve the problem of utilization of spent zinc electrolyte solutions, as well as to expand the raw material base for the production of pigments.

В Республике Беларусь в настоящее время процессы нанесения металлических покрытий реализуются на более чем 140 предприятиях машино-, приборостроения, авиационной, электронной и радиотехнической промышленности [1]. Нанесение гальванических покрытий является не только хорошим способом защиты металлов от коррозии, но и возможностью значительно повысить их износостойкость, электропроводность и ряд других свойств. Вместе с тем, гальваническое производство является одним из наиболее опасных источников загрязнения окружающей среды, прежде всего тяжелыми металлами.

Процесс нанесения гальванических покрытий сопровождается образованием отработанных технологических растворов (электролиты нанесения покрытий, щелочные и кислые травильные растворы, растворы снятия покрытий и др.) и промывных вод, которые отводятся на очистные сооружения.

Отработанные растворы электролитов содержат значительное количество ионов тяжелых металлов (до 250 г/л) и характеризуются небольшим расходом (до 1,5 м³), определяемым объемом гальванических ванн. Периодичность замены растворов электролитов составляет от 1 до 4 раз в год и зависит от их состава и условий

эксплуатации. Промывные сточные воды характеризуются невысокой концентрацией ионов металлов – до 1 г/л и значительными объемами. Образующиеся сточные воды чаще всего поступают на локальные очистные сооружения предприятий.

Анализ работы очистных сооружений гальванических производств Республики Беларусь показывает, что в большинстве случаев отработанные электролиты подаются в общую систему очистки совместно с промывными сточными водами. Это приводит к увеличению нагрузки на очистные сооружения и опасности нарушения установленных нормативов содержания загрязняющих веществ в очищенной воде. Исследования, проведенные на ряде предприятий Республики Беларусь, свидетельствуют о том, что в случае совместного отведения на станцию нейтрализации промывных вод и отработанных технологических растворов вклад последних в общее загрязнение сточных вод может составлять до 70 % [2]. Кроме этого, с отработанными растворами электролитов теряется значительное количество цветных металлов, являющихся ценным и дефицитным сырьем. Следовательно, обезвреживание отработанных растворов электролитов на локальных установках совместно с промывными водами может применяться лишь как временное или вынужденное решение при отсутствии других вариантов использования этих отходов.

Известны различные направления переработки отработанных растворов электролитов: регенерация, извлечение ценных металлов, получение катализаторов и пигментов [3–7].

Регенерация электролитов является достаточно трудоемким процессом и требует значительных затрат. Она может включать в себя целый ряд операций, таких как: глубокая очистка от взвешенных и коллоидных примесей, а также от высокомолекулярной органики методом ультрафильтрации, выпаривание, электродиализ с использованием ионоселективных мембран, электрохимическая и химическая обработка, фильтрование, корректировка состава [3]. Необходимо отметить, что электролит может выдерживать лишь определенное количество циклов регенерации, поскольку в нем накапливаются различные примеси, удаление которых стано-

вится затруднительным.

Извлечение металлов из отработанных растворов электролитов можно осуществлять методами ионного обмена, обратного осмоса, ультрафильтрации, электродиализа и др., однако эти методы являются трудоемкими и энергоемкими, требуют специального дорогого оборудования, во многих случаях экономически не выгодны и поэтому не нашли широкого практического применения [4].

Сотрудниками РХТУ им. Д.И. Менделеева изучалась возможность использования отработанных электролитов для производства катализаторов, в частности переработка отработанных электролитов хромирования с получением железохромовых катализаторов для процессов среднетемпературной конверсии оксида углерода. Также исследовалось осаждение Ni^{2+} из отработанных электролитов никелирования с образованием осадка, который предлагается использовать в качестве сырья при приготовлении раствора $Ni(NO_3)_2$ в технологии катализаторов нанесенного типа и как основное сырье в технологии катализаторов смешанного типа [5]. Получение катализаторов из отработанных электролитов является перспективным направлением, однако затруднено вследствие высоких требований, предъявляемых к чистоте получаемых катализаторов.

В [6, 7] описываются исследования, свидетельствующие о возможности получения пигментов на основе отработанных электролитов гальванического производства. Предлагается получать пигменты из отработанных электролитов хромирования, цинкования, никелирования и меднения путем их осаждения в виде труднорастворимых соединений. Однако число таких работ ограничено, не установлены условия осаждения хромофорных соединений, не изучено влияние состава отработанного электролита на свойства пигментов, не выявлены закономерности формирования их структуры. Вместе с тем мировая потребность в пигментах постоянно увеличивается и составляет в 5,5–6 миллионов тонн ежегодно. Основными потребителями пигментов являются лакокрасочная промышленность и производство пластмасс, на которые приходится 43 и 27 % соответственно [8].

Белорусские предприятия, потребляющие

пигменты, работают в основном на импортном сырье – до 80 % необходимого количества пигментов поставляется из Германии, Чехии, Китая, Испании и др. При производстве пигментов используется дорогое химически чистое сырье, также ввозимое из-за рубежа. В связи с этим, увеличение объема производства пигментов, особенно на основе отходов, является для Республики Беларусь чрезвычайно актуальным.

Поэтому целью работы является исследование возможности получения пигментов из отработанных электролитов гальванического производства.

Наиболее распространенными на предприятиях Республики Беларусь являются цинковые покрытия. Широкое применение цинкования в различных отраслях промышленности объясняется хорошими защитными свойствами цинкового покрытия вследствие его анодного характера и низкой стоимостью. Для осаждения цинковых покрытий применяют различные электролиты: кислые, цианистые, аммиакатные и др. Главным недостатком кислых электролитов является низкая рассеивающая способность. Цианистые цинковые электролиты отличаются высокой рассеивающей способностью и применяются для покрытия деталей сложной конфигурации, однако они обладают высокой токсичностью. Наиболее эффективными заменителями токсичных цианистых электролитов являются аммиакатные,

в которых цинк находится в виде комплексных катионов типа $[Zn(NH_3)_n(H_2O)_m]^{2+}$. Наиболее широкое распространение получили хлораммонийные электролиты. Они характеризуются высокой катодной поляризацией и хорошей электропроводностью, что оказывает благоприятное воздействие на рассеивающую способность, которая выше рассеивающей способности всех нецианидных электролитов.

В таблице 1 представлены составы хлораммонийных электролитов некоторых белорусских предприятий: ОАО «Минский завод автоматических линий» (МЗАЛ), ОАО «Амкодор» (г. Минск), ОАО «Минский тракторный завод» (МТЗ).

Как видно из таблицы 1, растворы хлораммонийных электролитов цинкования различных предприятий мало отличаются по составу и характеризуются высокой концентрацией ионов цинка.

В процессе эксплуатации технологических растворов их исходный состав меняется в связи с накоплением различных примесей, которые вносятся в ванну вместе с обрабатываемыми деталями, образуются в результате растворения анодов, при разложении блескообразователей, смачивателей и других добавок. Загрязнение электролитов также происходит за счет остающихся на поверхности деталей остатков полировальных паст и эмульсий при механической обработке изделий. Кроме этого в отработанных

Таблица 1 – Составы электролитов цинкования

Предприятие	Состав электролита цинкования		pH электролита
	Компонент	Концентрация, г/л	
ОАО «МЗАЛ»	$ZnCl_2$	150-200	5,0-5,5
	NH_4Cl	180-200	
	Блескообразователь СВК-цинк	50	
ОАО «Амкодор»	$ZnCl_2$	30-40	5,0-5,5
	NH_4Cl	160-240	
	Блескообразователь СБЦ-1	30-70	
	Блескообразователь СБЦ-2	4-6	
ОАО «МТЗ»	$ZnCl_2$	30-80	5,0-5,5
	NH_4Cl	180-240	
	Блескообразователь А	30-50	
	Блескообразователь Б	4-6	
	Блескообразователь С	для корректировки	

электролитах могут содержаться ионы железа (III) вследствие их взаимодействия с обрабатываемыми деталями.

Объектом исследования являлись отработанные электролиты цинкования вышеназванных белорусских предприятий.

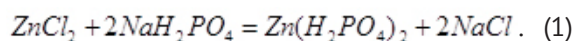
Определение содержания ионов цинка в отработанных электролитах осуществлялось титриметрическим методом с эриохромом черным T, ионов железа – фотокolorиметрическим методом, хлорид-ионов и ионов аммония – методом прямой ионометрии. Элементный состав полученных осадков определялся методом электронной сканирующей микроскопии на электронном сканирующем микроскопе JSM-5610 LV с системой химического анализа EDXJED-2201 (JEOL, Япония). Для идентификации фазового состава использовался рентгенофазовый анализ, который проводился на рентгеновском дифрактометре D8 Advance Bruker (Германия). Дифференциально-термический анализ осуществлялся с помощью термоаналитической системы TGA/DSC-1/1600 HF (METTLER TOLEDO Instruments, Швейцария).

Анализ отработанного раствора электролита цинкования ОАО «МЗЛ» показал, что в нем содержится 65,37 г/л Zn^{2+} ; 128,39 г/л Cl^- ; 47,1 г/л NH_4^+ ; 0,227 г/л Fe^{3+} . Высокая концентрация в отработанных электролитах хромофорных ионов цинка позволяет предположить перспективность их переработки с получением пигмента.

В настоящее время среди цинксодержащих пигментов традиционно используемыми в различных отраслях промышленности являются цинковые белила ZnO , фосфат цинка $Zn_3(PO_4)_2$, и литопон $ZnS \cdot BaSO_4$, характеризующиеся белым цветом. Кроме этого известны феррит цинка $ZnFe_2O_4$ бежевого цвета, цинковый крон (синтетический неорганический пигмент с различным содержанием оксида цинка, оксида калия и оксида хрома) желтого цвета и цинковая зелень (синтетический неорганический пигмент, получаемый смешением или соосаждением цинкового крона с синими пигментами) [10].

Исходя из состава наиболее распространенных пигментов, для осаждения Zn^{2+} из отработанного раствора цинкования были выбраны гидроксид, карбонат и фосфаты натрия. Использование в качестве осадителей растворов

щелочей нецелесообразно, так как при этом происходит образование амфотерного гидроксида цинка, который растворяется при pH более 10,5. Использование дигидрофосфата натрия NaH_2PO_4 нецелесообразно, поскольку в результате его взаимодействия с хлоридом цинка $ZnCl_2$ происходит образование кислой соли – дигидрофосфата цинка $Zn(H_2PO_4)_2$:



Точных данных о растворимости $Zn(H_2PO_4)_2$ нет, но она сопоставима с растворимостью сульфата цинка, который является хорошо растворимым соединением. Проведенный эксперимент подтверждает эти данные – осаждения цинка при использовании дигидрофосфата натрия не наблюдалось.

Осаждение ионов цинка производили насыщенными растворами карбоната натрия (Na_2CO_3), фосфата натрия (Na_3PO_4) и гидрофосфата натрия (Na_2HPO_4). Полученный после стадии старения осадок подвергался пятикратной декантации с последующей промывкой на фильтре и высушивался при температуре 80 °С. Определялись выход осадка и остаточная концентрация ионов цинка в фильтрате. Результаты экспериментальных данных представлены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, максимальный выход осадка и минимальная остаточная концентрация Zn^{2+} в фильтрате наблюдались при стехиометрическом соотношении электролита и осаждающего раствора 1:2 (для карбоната натрия) и 1:1,34 (для фосфата натрия). Наибольший выход осадка составляет от 126 до 197 г на 1 л отработанного электролита. При этом остаточная концентрация ионов цинка в фильтрате не превышает 1,3 г/л, что сопоставимо с концентрацией Zn^{2+} в промывных сточных водах и позволяет сбрасывать их совместно на очистные сооружения. В случае использования гидрофосфата натрия целесообразно использовать соотношение 1:1,995, т.к. дальнейшее увеличение Na_2HPO_4 не приводит к существенному изменению выхода осадка и остаточной концентрации Zn^{2+} в фильтрате.

Аналогичные результаты были получены при использовании отработанных технологических растворов других предприятий Республики Бе-

Таблица 2 – Результаты осаждения ионов цинка из отработанного электролита цинкования ОАО «МЗЛ»

Стехиометрическое соотношение электролита и раствора осадителя	Выход осадка на 1 л электролита, г	Остаточная концентрация ионов цинка в фильтрате, г/л	pH фильтрата
<i>Осадитель – насыщенный раствор карбоната натрия Na_2CO_3</i>			
1:1	60	4,2	5,8
1:1,5	106	3,6	6,4
1:2	126	1,3	7,6
1:2,5	120	2,8	8,1
<i>Осадитель – насыщенный раствор фосфата натрия Na_3PO_4</i>			
1:0,67	88	13,07	6,5
1:1	124	4,25	7,1
1:1,34	150	0,98	7,6
1:1,675	124	4,10	8,0
<i>Осадитель – насыщенный раствор гидрофосфата натрия Na_2HPO_4</i>			
1:1,33	128	5	3,2
1:1,995	182	0,325	4,0
1:2,66	188	0,11	5,9
1:3,325	197	0,065	6,2

Таблица 3 – Результаты осаждения ионов цинка из отработанных электролитов цинкования различных белорусских предприятий

Предприятие	Выход осадка на 1 л электролита, г	Остаточная концентрация ионов цинка в фильтрате, г/л	Степень извлечения Zn^{2+} , %
<i>$ZnCl_2; Na_2CO_3 = 1:2$</i>			
ОАО «МЗЛ»	126	1,3	98,15
ОАО «Амкодор»	50	0,75	97,44
ОАО «МТЗ»	31	0,28	98,32
<i>$ZnCl_2; Na_3PO_4 = 1: 1,34$</i>			
ОАО «МЗЛ»	150	0,98	98,61
ОАО «Амкодор»	66	0,45	98,46
ОАО «МТЗ»	36	0,098	99,41
<i>$ZnCl_2; Na_2HPO_4 = 1: 1,995$</i>			
ОАО «МЗЛ»	182	0,325	99,54
ОАО «Амкодор»	81	0,025	99,91
ОАО «МТЗ»	48	0,021	99,87

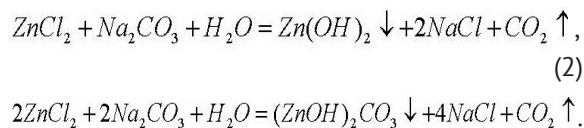
ларусь (таблица 3).

Различный выход осадка связан с различной исходной концентрацией Zn^{2+} в электролитах цинкования ОАО «МЗЛ», ОАО «Амкодор» и ОАО «МТЗ» (таблица 1); степень извлечения ионов

цинка практически во всех случаях одинакова.

При использовании в качестве осадителя насыщенного раствора карбоната натрия возможно образование гидроксида цинка и (или) гидроксокарбоната цинка по реакции совместного

гидролиза хлорида цинка с карбонатом натрия по следующей схеме:



Данные рентгенофазового анализа полученного осадка свидетельствуют об образовании более сложных комплексов – на рентгенограмме наблюдаются характеристические пики основного карбоната цинка $\text{Zn}_5(\text{OH})_6(\text{CO}_3)_2$ (рисунок 1).

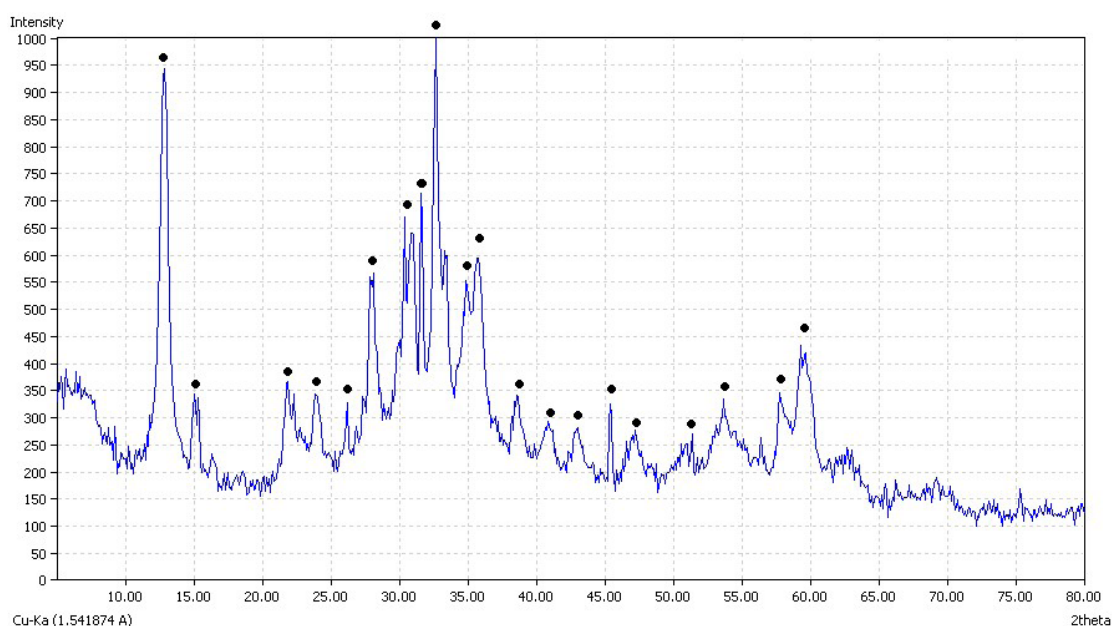


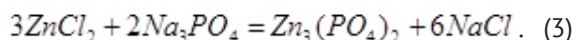
Рисунок 1 – Рентгенограмма осадка, полученного осаждением ионов цинка из отработанного электролита цинкования ОАО «МЗАЛ» раствором карбоната натрия (• – характеристические пики $\text{Zn}_5(\text{OH})_6(\text{CO}_3)_2$)

На приведенной термограмме этого осадка (рисунок 2) наблюдается эндотермический минимум при температуре 230 °С, который, по-видимому, связан с разложением основных карбонатов и образованием оксида цинка, что подтверждается данными рентгенофазового анализа (рисунок 3).

Согласно данным электронной микроскопии содержание цинка в осадке составляет 81,15 %, кислорода – 18,85 %. Наличие каких-либо примесей не зафиксировано.

При использовании в качестве осадителя насыщенного раствора фосфата натрия Na_3PO_4

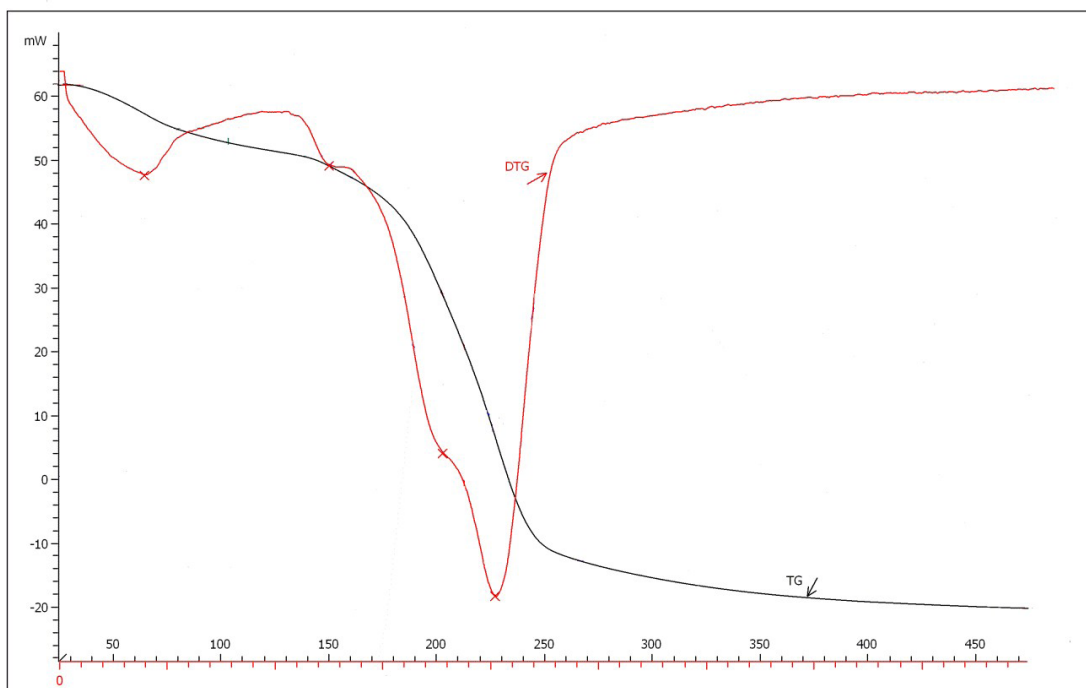
возможно образование фосфата цинка белого цвета:



Согласно данным рентгенофазового анализа в состав осадка входят тетрагидрат ортофосфата цинка $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ и пентагидрат пирофосфата цинка $\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Результаты дифференциально-термического анализа этого осадка представлены на рисунке 4.

Согласно литературным данным [10] вопрос об образовании промежуточных продуктов при дегидратации тетрагидрата ортофосфата цинка и о температурных интервалах их устойчивости не имеет точного ответа. Имеются работы, в которых показано, что обезвоживание тетрагидрата фосфата цинка происходит в две стадии с образованием промежуточного дигидрата. При этом имеются сведения о возможности обезвоживания тетрагидрата в одну или три стадии. Дегидратация одной из модификаций $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ описывается следующим образом:



Lab: METTLER

Рисунок 2 – Результаты дифференциально-термического анализа осадка, полученного осаждением ионов цинка из отработанного электролита цинкования ОАО «МЗАЛ» раствором карбоната натрия

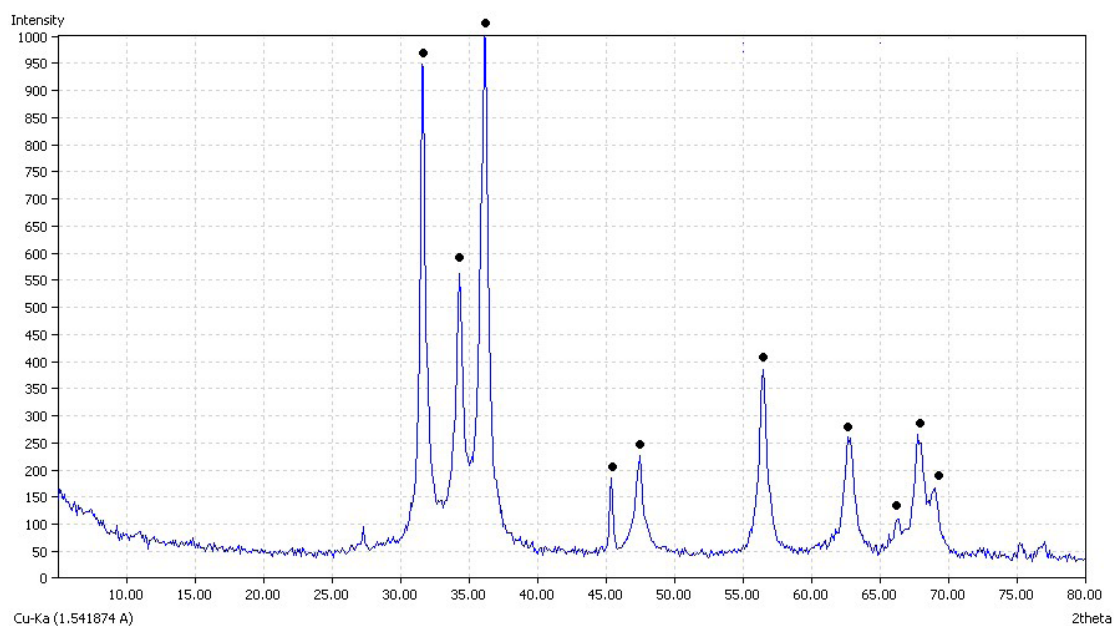
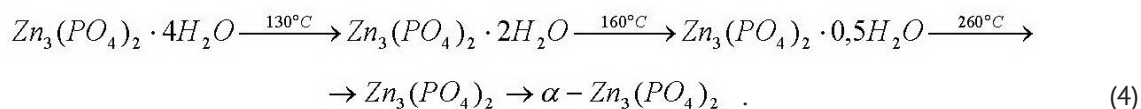
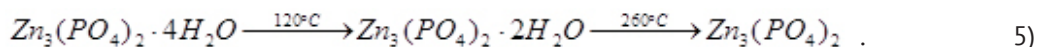


Рисунок 3 – Рентгенограмма осадка, полученного осаждением ионов цинка из отработанного электролита цинкования ОАО «МЗАЛ» раствором карбоната натрия, прокаленного при температуре 230 °С (• – характеристические пики ZnO)



Другая модификация $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ обезвоживается в две стадии, в качестве побочных продуктов выступают дигидрат и безводный фосфат:

81, 110, 156, 197 и 384 °C происходит поэтапная дегидратация тетрагидрата ортофосфата цинка $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ и пентагидрата пиро-



В [11] сообщается, что дегидратация $\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ при температуре до 400 °C идет с образованием аморфного пирофосфата цинка через стадию образования моногидрата пирофосфата при температуре 65–100 °C. Переход аморфного $\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7$ в кристаллическое состояние происходит в интервале температур 400–500 °C.

На приведенной термограмме (рисунок 4) наблюдается ряд эндотермических эффектов. Можно предположить, что при температурах

фосфата цинка $\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ с образованием безводных ортофосфата и пирофосфата цинка ($\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ и $\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7$). Эндотермические эффекты при 464 и 483 °C могут соответствовать переходу аморфного $\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7$ в кристаллическое состояние. Это подтверждается данными рентгенофазового анализа – на рентгенограмме образцов, прокаленных при температуре 480 °C, присутствуют характеристические пики $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ и $\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7$.

Согласно данным электронной микроскопии

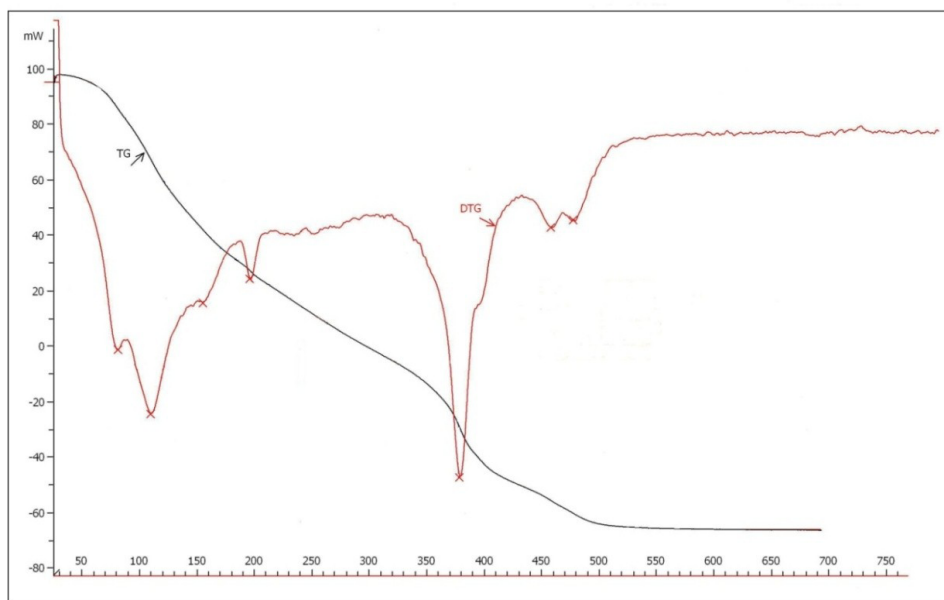


Рисунок 4 – Результаты дифференциально-термического анализа осадка, полученного осаждением ионов цинка из отработанного электролита цинкования ОАО «МЗАЛ» раствором фосфата натрия

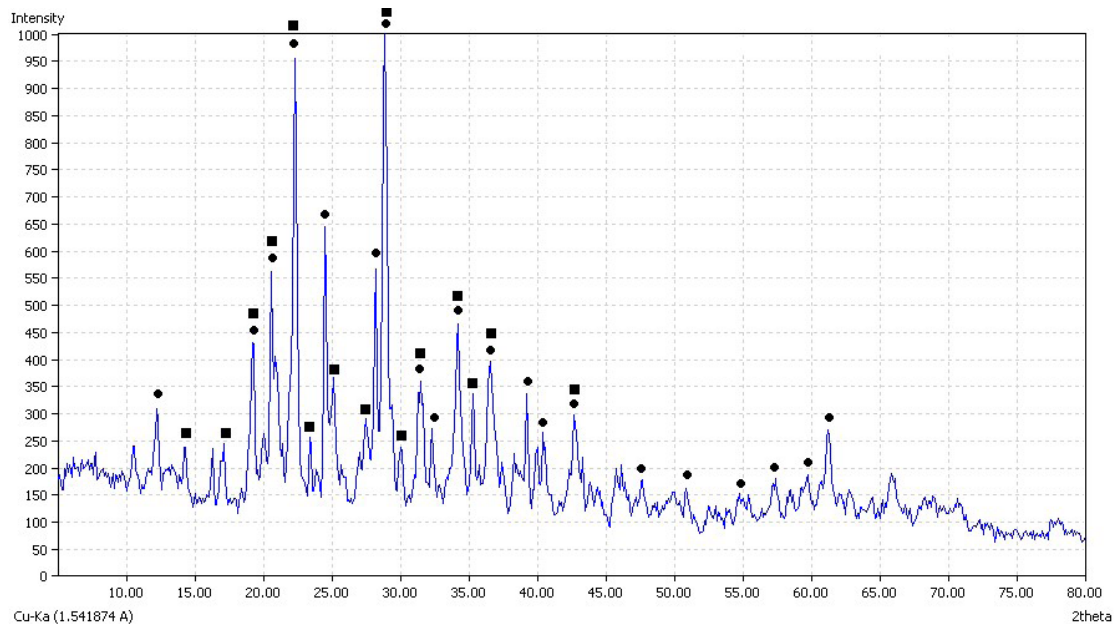
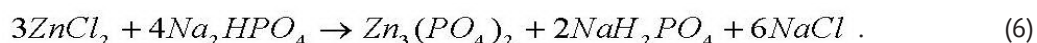


Рисунок 5 – Рентгенограмма осадка, полученного осаждением ионов цинка из отработанного электролита цинкования ОАО «МЗАЛ» раствором фосфата натрия, прокаленного при температуре 480 °С (● – характеристические пики фосфата цинка, ■ – пирофосфата цинка)

содержание цинка в полученном осадке составляет 66,54 мас. %, кислорода – 20,55 мас. %, фосфора – 12,91 мас. %. Наличие примесей не наблюдается.

Процесс осаждения ионов цинка раствором гидрофосфата натрия описывается уравнением:



Однако поскольку осаждение происходит из отработанного электролита цинкования, представляющего собой сложную многокомпонентную систему с высоким содержанием хлорида аммония, наблюдается образование цинк-аммоний фосфата ($(\text{NH}_4)\text{Zn}(\text{PO}_4)$), что подтверждается данными рентгенофазового анализа (рисунок 6). Образование цинк-аммонийфосфата при использовании в качестве осаждающего раствора гидрофосфата натрия обусловлено более высоким значением pH по сравнению с осаждением фосфатом натрия.

Наличие на термограмме полученного осадка эндотермического минимума при температуре 430 °С свидетельствует о разложении цинк-аммоний фосфата, которое сопровождается выде-

лением аммиака и образованием пирофосфата цинка, что подтверждается данными рентгенофазового анализа (рисунок 7).

Согласно данным электронной микроскопии содержание цинка в полученном осадке составляет 43,86 мас. %, кислорода – 34,75 мас. %,

фосфора – 21,39 мас. %. Наличие примесей не наблюдается.

Данные рентгенофазового анализа и электронной микроскопии осадков, полученных осаждением Zn^{2+} из отработанных электролитов цинкования других белорусских предприятий, подтверждают образование во всех случаях одинаковых по химическому и фазовому составу осадков, а также их схожее поведение при термообработке (таблица 4).

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что примеси, присутствующие в отработанных электролитах (блескообразователи, смачиватели и др.), не влияют на осаждение ионов цинка, а полученные материалы могут использоваться в качестве пигментов

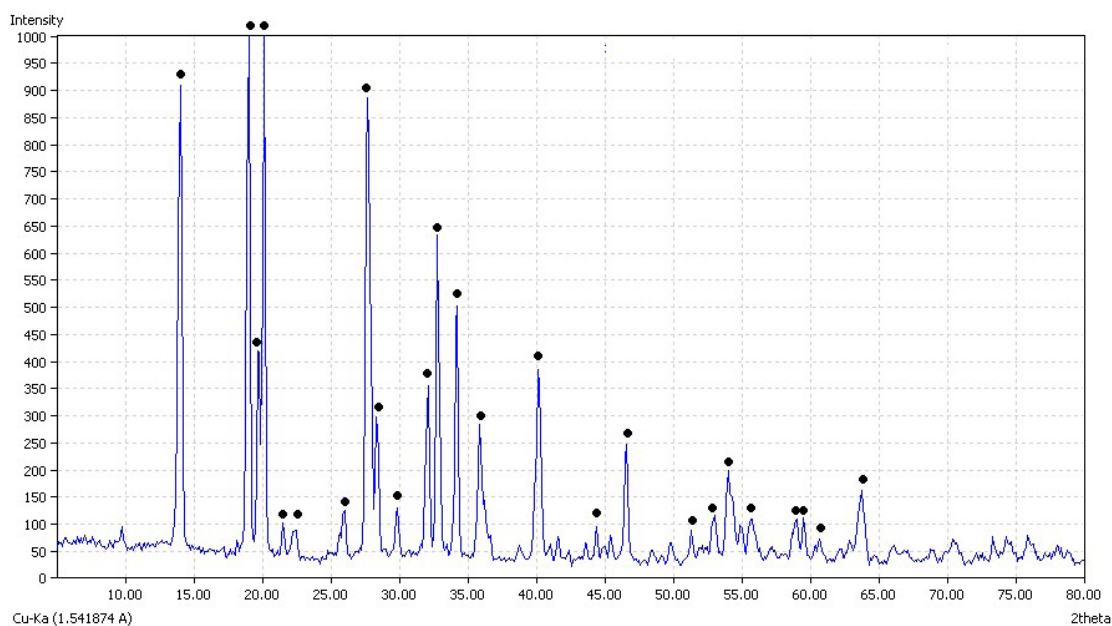


Рисунок 6 – Рентгенограмма осадка, полученного осаждением ионов цинка из отработанного электролита цинкования ОАО «МЗАЛ» раствором гидрофосфата натрия (• – характеристические пики цинк-аммоний фосфата)

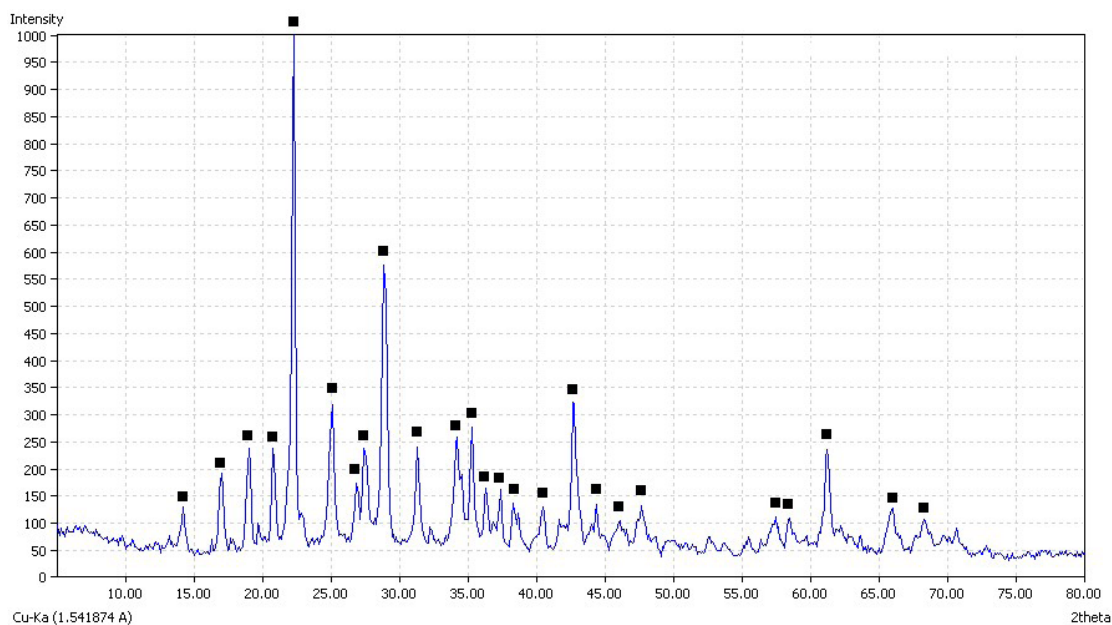


Рисунок 7 – Рентгенограмма осадка, полученного осаждением ионов цинка из отработанного электролита цинкования ОАО «МЗАЛ» раствором гидрофосфата натрия, прокаленного при температуре 430 °C (■ – характеристические пики пирофосфата цинка)

Таблица 4 – Фазовый состав осадков, полученных на основе отработанных электролитов цинкования ОАО «МЗЛ», ОАО «Амкодор» и ОАО «МТЗ» в зависимости от вида осадителя

Вид осадителя	Фазовый состав осадка после высушивания	Температура термообработки, °С	Фазовый состав после термообработки
Na_2CO_3	$Zn_5(OH)_6(CO_3)_2$	230	ZnO
Na_3PO_4	$Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$, $Zn_2P_2O_7 \cdot 5H_2O$	480	$Zn_3(PO_4)_2$, $Zn_2P_2O_7$
Na_2HPO_4	$(NH_4)Zn(PO_4)$	430	$Zn_2P_2O_7$

белого цвета. Исключение составляют ионы железа, в присутствии которых осадок может окрашиваться в бежевый цвет. Проведенные исследования показали, что влияние ионов железа на цвет не ощущается до их концентрации 0,25 г/л.

Для подтверждения возможности использования полученных порошков в качестве пигментов после их измельчения были определены такие свойства, как маслосемкость и укрывистость. Укрывистость составила от 140 до 175 г/м², маслосемкость – от 36 до 45 г/100 г. Оптимальное значение маслосемкости пигментов, применяе-

мых в лакокрасочной промышленности, составляет 30–50 г/100 г пигмента [12]. При высокой маслосемкости пигмента затрудняется его диспергирование в пленкообразующем веществе, при низкой маслосемкости, обусловленной гидрофильностью пигмента, получаемые краски нестойки при хранении и расслаиваются.

Результаты проведенных исследований позволят решить проблему утилизации отработанных растворов электролитов цинкования и расширить сырьевую базу для производства пигментов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Маркуль, В.Н., Залыгина, О.С. (2014), Экологические вопросы организации гальванического производства, *Экология на предприятии*, 2014, № 8 (38), С. 34-49.
2. Маркуль, В.Н., Залыгина, О.С., Шибека, Л.А., Лихачева, А.В., Романовский, В.И., (2012), Некоторые направления использования отходов гальванического производства, *Труды БГТУ, Химия и технология неорганических веществ*, 2012, № 3, С. 70-75.
3. Пат. 2208067 Российская Федерация, МПКС 25 D 21/18, С 22 В34/32. Способ регенерации хромовых электролитов, В.В. Трибунский, А.В. Николаева, В.А. Никулин, В.Л. Подберезный, В.И. Аксенов. Опубл. 10.07.03.
4. Тураев, Д.Ю. (2006), Опыт применения метода мембранного электролиза в гальваническом производстве на участке цинкования и кадмирования, *Гальванотехника и обработка поверхности*, 2006,

REFERENCES

1. Marcul', V.N., Zalygina, O.S. (2014), Environmental issues of the organization of the galvanic production [Jekologicheskie voprosy organizacii gal'vanicheskogo proizvodstva], *Jekologija na predprijatii – Ecology at the enterprise*, 2014, № 8 (38), pp. 34–49.
2. Marcul', V.N., Zalygina, O.S., Shibeka, L.A., Lihacheva, A.V., Romanovskij, V.I. (2012), Some directions of use of waste of the galvanic production [Nekotorye napravlenija ispol'zovanija othodov gal'vanicheskogo proizvodstva], *Trudy BGTU, Himija i tehnologija neorganicheskikh veshhestv – Works BSTU, Chemistry and technology of inorganic substances*, 2012, № 3, pp. 70-75.
3. Tribunskii, V.V., Nikolaeva, A.V., Nikulin, V.A., Podberезnyi, V.L., Aksenov, V.I. Sposob regeneratsii khromovykh elektrolitov [Method of regeneration of chromic electrolytes]. Pat. Rus. Fed. № 2208067. МПКС 25 D 21/18, С 22 В34/32. Publ. 10.07.03.
4. Turaev, D.Ju. (2006), Experience of application of a

- № 3, С. 28-33.
5. Агафонова, Е.Ю. (2013), Физико-химический состав продуктов осаждения никеля из отработанных никельсодержащих растворов, *Технология-2013, Сборник тезисов докладов международной научно-технической конференции*, Северодонецк, 2013, с. 69.
 6. Пат. 2069240 Российская Федерация, МПКС 25 D 21/18. Способ утилизации кислого отработанного раствора гальванического производства, Н.К. Рослякова, Р.С. Росляков. Опубл. 20.11.1996, 2006.
 7. Горева, Т.В. (2007), *Технология получения свинцового кроны с использованием отходов гальванического производства*, автореф. дис... канд. тех. наук, Москва, 2007, – 140 с.
 8. Дринберг, А.С. (2007), Неорганические пигменты, производство и перспективы, *Лакокрасочные материалы и их применение*, 2007, № 12, С. 20-28.
 9. Беленький, Е.Ф. (1960), *Химия и технология пигментов*, Ленинград, 756 с.
 10. Щегров, Л.Н. (1987), *Фосфаты двухвалентных металлов*, Киев, 212 с.
 11. Горловский, И.А., Козулин, Н.А. (1980), *Оборудование заводов лакокрасочной промышленности*, Ленинград, 200 с.
 - method of membrane electrolysing in the galvanic production on a section of galvanizing and cadmium plating [Opyt primeneniya metoda membrannogo jelektroliza v gal'vanicheskom proizvodstve na uchastke cinkovanija i kadmirovaniija], *Gal'vanotehnika i obrabotka poverhnosti – Galvanotechnics and processing of a surface*, 2006, № 3, pp. 28–33.
 5. Agafonova, E.Ju. (2013), Physical and chemical composition of products of sedimentation of nickel from waste nickel-containing solutions [Fiziko-himicheskij sostav produktov osazhdenija nikelja iz otrabotannyh nikel'soderzhashhih rastvorov], *Technology-2013, Collection of theses of reports of the international scientific and technical conference*, Severodonetsk, 2013, p. 69.
 6. Roslyakova, N.K., Roslyakov, R.S., Sposob utilizatsii kislogo otrabotannogo rastvora gal'vanicheskogo proizvodstva [Method of a utilization of sour waste solution of the galvanic production], Pat. Rus. Fed. № 2069240. МПКС 25 D 21/18. Publ. 20.11.1996, 2006.
 7. Goreva, T.V. (2007), *Tehnologija poluchenija svincovogo krona s ispol'zovaniem othodov gal'vanicheskogo proizvodstva: avtoref. dis., kand. teh. nauk* [Technology of receiving lead krone with use of waste of the galvanic production: abstract. diss. ... cand. tech. sci.], Moscow, 2007, 140 p.
 8. Drinberg, A.S. (2007), Inorganic colorants, production and perspectives [Neorganicheskie pigmenty, proizvodstvo i perspektivy], *Lakokrasochnye materialy i ih primenenie – Paints and varnishes and their application*, 2007, № 12, pp. 20–28.
 9. Belen'kij, E.F. (1960), *Himija i tehnologija pigmentov* [Chemistry and technology of colorants], Leningrad, 756 p.
 10. Shhegrov, L.N. (1987), *Fosfaty dvuhvalentnyh metallov* [Phosphates of bivalent metals], Kiev, 212 p.
 11. Gorlovskij, I.A., Kozulin, N.A. (1980), *Oborudovanie zavodov lakokrasochnoj promyshlennosti* [Equipment of plants of paint and varnish industry], Leningrad, 200 p.

Статья поступила в редакцию 02. 11. 2015 г.

**ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ СТИМУЛИРОВАНИЯ СЕТЕВОГО
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СУБЪЕКТОВ ХОЛДИНГА**

Ю.Г. Вайлунова

УДК 334.764.47

РЕФЕРАТ

КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ, ТЕКСТИЛЬНОЕ И ШВЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ИНТЕГРАЦИЯ, ИНТЕГРАЦИОННЫЕ СТРУКТУРЫ, ХОЛДИНГ, КЛАСТЕР, СЕТЕВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ, СТЕЙКХОЛДЕРЫ

В статье проведен анализ зарубежного и отечественного опыта создания интеграционных структур, который позволил выявить закономерности их развития. Анализ институциональной среды позволил выявить предпосылки и факторы, содействующие интеграции в текстильном и швейном производстве Витебского региона. Разработаны и обоснованы методы сетевого взаимодействия в ключевых сферах формирования конкурентоспособности: образовании, инновациях и маркетинге.

ABSTRACT

COMPETITIVENESS, TEXTILE AND CLOTHING INDUSTRY, INTEGRATION, INTEGRATION STRUCTURES, HOLDING, CLUSTER, NETWORKING, STAKEHOLDERS

The analysis of foreign and domestic experience in the creation of integration structures, which allows to identify the patterns of development, is carried out in the article. Identification of the causes and factors contributing to the integration of the textile and clothing industry of the Vitebsk region has allowed to carry out the analysis of the institutional environment. Methods of networking in key areas of formation of competitiveness - education, innovation and marketing - are developed and validated.

ВВЕДЕНИЕ

Основным направлением устойчивого развития экономических систем является институционализм как упорядоченная совокупность институтов: норм, отношений, способов взаимодействия, интеграционных образований и т. д., среди которых особая роль принадлежит интеграционным связям и неформальным отношениям.

Значение развития интеграционных процессов на предприятиях в решении задач инновационного развития и модернизации национальной экономики признано в Республике Беларусь на государственном уровне. В частности, одним из приоритетов Программы развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 года определено создание структур кластерного типа (холдинги, совместные предприятия, другие производственные и научно-произ-

водственные объединения) [17].

Задача повышения эффективности и конкурентоспособности является особо актуальной для текстильного и швейного производства, которые теряют свою конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках по причинам негативного влияния внешних факторов и неэффективности менеджмента.

Негативной тенденцией в анализируемых видах экономической деятельности является ухудшение финансово-экономического положения предприятий: увеличение доли убыточных предприятий (за период 2010 – 2014 гг. количество убыточных предприятий увеличилось на 4,8 п.п.); в 2014 году прибыль от реализации продукции предприятий текстильного и швейного производства снизилась на 33,8 % по сравнению с предыдущим годом; рентабельность реализованной продукции и продаж тоже снизилась в

2014 г. на 2,2 п.п. и 2,8 п.п. соответственно [10].

Повысить эффективность и конкурентоспособность предприятий текстильного и швейного производства предлагается путем формирования интеграционных связей.

Республика Беларусь в мировом производстве льноволокна среди стран с самым высоким уровнем производства занимает третье место. В Республике Беларусь лидерство по производству льняных тканей принадлежит Витебской области (99 %). Таким образом, существует возможность сделать «Белорусский лён» белорусским брендом в повышении конкурентоспособности не только текстильного производства, но и национальной экономики и страны в целом через создание текстильного холдинга.

Признавая теоретическую и практическую значимость проводимых ранее исследований [1, 3], необходимо отметить, что вопросы сетевого взаимодействия предприятий текстильного и швейного производства в контексте их конкурентоспособности требуют дальнейшей разработки. В частности, недостаточно разработаны теоретические основы и правовые аспекты форм интеграции; институциональные методы стимулирования сетевого взаимодействия стейкхолдеров.

Проблемы, стоящие перед отраслью, а также недостаточная проработка методологических основ сетевого взаимодействия – все это подтверждает актуальность для белорусской экономики разработки институциональных методов стимулирования сетевого сотрудничества стейкхолдеров.

Целью статьи является разработка институциональных методов стимулирования сетевого взаимодействия субъектов холдинга.

В соответствии с поставленной целью определены задачи исследования:

- провести анализ зарубежного и отечественного опыта создания интеграционных структур;
- осуществить идентификацию предпосылок и факторов, способствующих интеграции субъектов в текстильном и швейном производстве в Витебском регионе;
- обосновать институциональные методы сетевого взаимодействия субъектов интеграционных структур.

ЗАРУБЕЖНЫЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ

СОЗДАНИЯ ИНТЕГРАЦИОННЫХ СТРУКТУР

В зарубежных странах широко создаются интеграционные структуры. На сегодняшний день в мире существует около 40 тыс. крупных производственно-хозяйственных объединений в 150 странах. На них приходится 50 % промышленного производства мира, более 50 % мировой торговли, 75 % прав на обладание интеллектуальной собственностью. Особый интерес представляют предпринимательские объединения США и ФРГ, «сюданы» и «кэйрэцу» Японии, «чеболи» Южной Кореи [18].

Наибольшее развитие в начале 90-х годов получили такие структуры, как кластеры. Кластер товаропроизводителей рассматривается как сетевая организация комплементарных, территориально взаимосвязанных отношениями сотрудничества предприятий и организаций (включая специализированных поставщиков, в том числе услуг, а также производителей и покупателей), объединенных вокруг научно-образовательного центра, которая связана отношениями партнерства с местными учреждениями и органами государственного управления с целью повышения конкурентоспособности предприятий, регионов и национальной экономики [21]. В ЕС насчитывается около 3 тыс. кластеров, в которых занято примерно 40 % рабочей силы [7].

Кластеры отличаются от холдингов. Анализ правового обеспечения холдинга показал, что он имеет достаточное количество преимуществ для участников: снижение затрат (транзакционных, логистических) благодаря кооперации и интеграции; повышение конкурентоспособности продукции по цене за счет снижения затрат и скидок посредникам; концентрация инженерного потенциала в холдинге, активизация научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ за счет объединения поставщиков и производителей, их технического опыта и научно-исследовательских разработок и другие.

Кластер – это демократическая, гибкая структура, не предполагающая централизации управления, а, наоборот, базирующаяся на конкуренции участников. В кластер могут входить как объединения предприятий, так и самостоятельные предприятия, научно-исследовательские и образовательные организации [20].

Крупные производственно-хозяйственные

объединения играют весьма значительную роль в экономиках развитых стран, в том числе в США, Японии, Германии и Швейцарии. Они контролируют более 1/3 промышленного производства своих стран, более 1/2 внешней торговли, более 3/4 патентов и лицензий на высокие технологии и «ноу-хау» [19].

В зарубежных странах активно развивается сетевое сотрудничество между бизнес-субъектами (таблица 1).

выплаты процентов (Швеция);

- целевые дотации на научно-исследовательские разработки (практически во всех развитых странах);
- создание фондов внедрения инноваций с учетом возможного коммерческого риска (Англия, Германия, Франция, Швейцария, Нидерланды, Россия);
- безвозмездные ссуды, достигающие 50 % затрат на внедрение новшеств (Германия);

Таблица 1 – Сетевые связи в технологических платформах отдельных европейских стран

Типы сетевых связей	Страны
Внутринаучные связи (продвижение совместных исследовательских центров и проектов, центров научного превосходства)	Бельгия, Испания, Норвегия, Франция, Швейцария
Связи «наука – промышленность» (продвижение государственно-частных партнерств)	Бельгия, Германия, Дания, Италия, Норвегия, Польша, Португалия, Франция, Финляндия
Внутрипромышленные связи (продвижение отраслевых сетей)	Бельгия, Дания, Испания, Польша, Португалия
«Умная» специализация кластеров (выбор на региональном уровне таких областей, в которых кластеры смогут внести наибольший вклад в экономическое развитие)	Австрия, Бельгия, Великобритания, Германия, Ирландия, Испания, Турция, Финляндия, Чехия, Эстония

Источник: на основе данных [23].

Для разработки институциональных методов стимулирования сетевого сотрудничества в текстильном производстве Республики Беларусь целесообразно изучить зарубежный опыт поддержки кластерных структур.

Так, проведенное исследование выявило следующие инструменты поддержки развития кластерных структур:

- прямое финансирование (субсидии, займы), которое достигают 50 % расходов на создание новой продукции и технологий (Франция, США, Россия и другие страны);
- облегчение налогообложения для предприятий, в том числе исключение из налогооблагаемых сумм затрат на НИОКР и списание инвестиций на НИОКР, льготное налогообложение университетов и НИИ (Япония);
- законодательное обеспечение защиты интеллектуальной собственности и авторских прав;
- предоставление ссуд, в том числе без

• снижение государственных пошлин для индивидуальных изобретателей и представление налоговых льгот (Австрия, Германия, США, Япония и др.), а также создание специальной инфраструктуры для их поддержки и экономического страхования (Япония);

- отсрочка уплаты пошлин или освобождение от них, если изобретение касается экономии энергии (Австрия);
- бесплатное ведение делопроизводства по заявкам индивидуальных изобретателей, бесплатные услуги патентных поверенных, освобождение от уплаты пошлин (Нидерланды, Германия);
- государственные программы по снижению рисков и возмещению рискованных убытков (Япония);
- программы поиска и привлечения иностранных талантливых специалистов, включающие ускоренное оформление им виз, предоставление стипендий для обучения и улучшение

условий проживания (Япония, США, Австралия) [6].

Изучение лучших зарубежных практик организации текстильного производства показало, что наиболее эффективными структурами являются кластеры [2, 22], инновационно-промышленные сети.

Проанализировав процесс формирования устойчивых интегрированных структур в текстильной и швейной промышленности зарубежных стран, можно выделить следующие закономерности их развития:

1) разнообразие видов интеграционных структур в зарубежных странах, причем в экономически развитых странах создаются преимущественно «мягкие» формы структур, а в менее развитых странах – «жесткие» структуры;

2) в зарубежных странах создаются технологические платформы, которые базируются на связях науки и производства;

3) в экономически развитых странах действуют различные инструменты, которые стимулируют развитие кластерных структур;

4) по опыту зарубежных стран, инновационная деятельность наиболее активна в рамках кластеров, чем вне кластеров.

Рассмотрим отечественный опыт интеграционных процессов в промышленности. Согласно Программе развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 года реализация промышленной политики будет осуществляться на базе холдингов [17].

Работа холдингов регламентируется Указом Президента Республики Беларусь № 660 «О некоторых вопросах создания и деятельности холдингов в Республике Беларусь», Указом Президента Республики Беларусь № 287 «О внесении дополнений и изменений в указы Президента Республики Беларусь по вопросам холдингов и иных объединений юридических лиц» [12, 13]. Исследование статей Указов выявило, что в Республике Беларусь регламентировано создание «жесткого» холдинга. Вместе с тем, зарубежный опыт свидетельствует, что наиболее эффективными формами интеграции являются кластеры и «мягкие» холдинги [2].

В Республике Беларусь институциональные условия создания кластеров не созданы – разработана только кластерная концепция [14].

Для создания реальных кластеров, по мнению М. Портера [16], а также по опыту построения кластеров в зарубежных странах требуется десять и более лет. Этот путь для Республики Беларусь является очень длинным, поэтому на государственном уровне принята промышленная политика, ориентированная на создание холдингов. Учитывая эти обстоятельства, предлагается в плане совершенствования сетевой работы холдинга создавать «гибридные» холдинги, то есть «жесткие» с механизмом сетевой работы [4].

ПРЕДПОСЫЛКИ И ФАКТОРЫ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ИНТЕГРАЦИИ СТЕЙКХОЛДЕРОВ В ТЕКСТИЛЬНОМ И ШВЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ В ВИТЕБСКОМ РЕГИОНЕ

Анализ институциональной среды льноводческой отрасли позволил выявить следующие предпосылки и факторы, содействующие интеграции в текстильном и швейном производстве Витебского региона.

Предпосылки, содействующие интеграции в текстильной и швейной отрасли Витебского региона, следующие:

1. Выгодное экономико-географическое положение и развитые транспортные коммуникации.

Выгодность экономико-географического положения Витебской области состоит в том, что на ее территории проходят транспортные артерии, связывающие наиболее крупные и развитые экономические регионы России (Санкт-Петербург и Ленинградская область, Москва и Московская область, северо-западные регионы) с Центральной и Западной Европой.

2. Функционирование на территории области свободной экономической зоны «Витебск», на которую распространяется особый режим хозяйствования, привлекательный для организаций – потенциальных участников текстильного холдинга.

3. Значимый индустриальный потенциал Витебского региона.

Основу сформированного на территории региона хозяйственного комплекса составляет промышленность, в которой в 2014 году было занято 24,1 % общей численности занятого населения, произведено 58,6 % валового выпуска,

33,6 % валовой добавленной стоимости [10]. Направлениями специализации промышленного комплекса региона в республиканском разделении труда является переработка нефти и нефтехимия, производство текстильной продукции (синтетические и льняные материалы, ковры и ковровые изделия), производство обуви, станкостроение, электроэнергетика, добыча и переработка глинистого сырья. На территории области расположены РУПТП «Оршанский льнокомбинат», производящий практически 100 % льняных тканей Республики Беларусь; ОАО «Витебские ковры», доля продукции которого в республиканских объемах более 90 %; комплекс обувных производств, производящих более 40 % республиканских объемов данной группы и др.

4. Размещение на территории Витебской области организаций: около 20 льносеющих и льноперерабатывающих предприятий, 13 льнозаводов, ОАО «Витебскобллён» и РУПТП «Оршанский льнокомбинат», которые формируют полный цикл, начиная от производства сырья и заканчивая производством конечного продукта.

По технологической цепи с предприятиями текстильного и швейного производства связана льняная отрасль, которая входит в состав текстильного производства.

Льняная отрасль в Республике Беларусь объединена в технологическую цепочку: льносеющие сельскохозяйственные организации – льнозаводы с экспортно-сортировочными льнобазами и льносемстанциями – предприятия концерна «Беллепром», в том числе РУПТП «Оршанский льнокомбинат».

В настоящее время в Республике Беларусь 148 сельскохозяйственных организаций занимаются производством льнотресты и льносемян, 36 льнозаводов – выращиванием льна и первичной переработкой льнотресты, 7 льносемстанций – заготовкой льносемян, 5 экспортно-сортировочных льнобаз – закупкой у льнозаводов льноволокна, его доработкой и реализацией за пределы страны [8].

В последние годы произошла концентрация посевных площадей льна, количество льносеющих хозяйств сократилось. Средний размер посевной площади на одно льносеющее хозяйство превышает 100 га. Республика Беларусь производит одну треть льноволокна СНГ, на европейском континенте – 16 %, или почти 9 % его мирового производства.

По объемам производства льноволокна Республика Беларусь входит в число первых пяти стран мира из 26 его производящих [11].

5. Предпосылка, способствующая интеграции, – лидерство Витебской области в производстве льняных тканей.

По производству льняных тканей Витебская область в Республике является лидером (таблица 2).

6. Наличие достаточно развитого научно-исследовательского потенциала и системы подготовки кадров, отвечающих структуре социально-экономического комплекса.

В Витебском регионе функционирует 4 учреждения НАН Беларуси, 11 исследовательских и конструкторских подразделений промышленных организаций, 5 государственных учре-

Таблица 2 – Производство льняных тканей по областям (тысяч погонных метров)

Страна / область	2012 год	2013 год	2014 год
Республика Беларусь	18 837	18 147	16 599
Брестская область	–	–	–
Витебская область	18 814	18 135	16 443
Гомельская область	10	6	–
Гродненская область	–	–	–
Минская область	13	6	7
Могилевская область	–	–	149

Источник: на основе данных [10].

ждений, обеспечивающих получение высшего образования и ведущих активную научно-исследовательскую деятельность. По достаточно широкому спектру направлений создана многоуровневая система подготовки от кадров рабочих специальностей до специалистов высшего звена: швейная, текстильная промышленность. На территории области осуществляют свою деятельность 2 научно-технологических парка – на базе УО «Витебский государственный технологический университет» и УО «Полоцкий государственный университет».

В процессе анализа выявлены негативные факторы, которые доказывают необходимость развития интеграции в текстильном и швейном производстве.

1. Снижение эффективности и конкурентоспособности субъектов текстильного и швейного производства.

Анализ состояния текстильного и швейного производства Республики Беларусь за период 2009–2014 гг. выявил следующие негативные моменты:

- снижение удельного веса производства в общем объеме промышленного производства с 3,4 % в 2009 г. до 3,0 % в 2014 г.;
- увеличение удельного веса убыточных организаций в общем числе организаций вида экономической деятельности с 18,5 % в 2009 г. до 26,8 % в 2014 г.;
- снижение рентабельности продаж с 8,1 % в 2009 г. до 5,9 % в 2014 г. [5, 10].

2. Снижение инновационной активности субъектов текстильного и швейного производства.

В комплексной программе развития легкой промышленности Республики Беларусь на 2011-2015 годы с перспективой до 2020 года утверждается, что государственная политика в области поддержки научно-технической деятельности позволит сохранить потенциал отраслевой науки. Однако показатели инновационного развития свидетельствуют о том, что данный потенциал практически не задействован:

- удельный вес отгруженной инновационной продукции организациями, основным видом деятельности которых является производство промышленной продукции, в общем объеме отгруженной продукции организаций концерна

«Беллепром» составляет в 2014 году около 5%;

- наукоемкость отрасли менее 0,1%, критическим уровнем считается показатель в размере 1;
- снижение числа организаций, осуществляющих инновационную деятельность. Если в 2011 году из 275 организаций текстильного и швейного производства 38 организаций осуществляли технологические инновации (13,8 %), то в 2014 году из 238 организаций лишь 25 осуществляли такие инновации (10,5% от общего количества). В структуре затрат на технологические инновации лишь 1,4% затрачено на проведение научных исследований и разработок, основная часть затраченных средств направлена на приобретение оборудования и производственное проектирование [9].

Таким образом, вышепредставленные предпосылки и факторы подтверждают актуальность создания в Витебской области холдинга с сетевым взаимодействием. Предлагается создать «гибридный» холдинг «Белорусский лён», то есть вертикально-интегрированную структуру с сетевым взаимодействием.

«Гибридный» холдинг включает преимущества:

а) «жесткого» холдинга: снижение затрат (транзакционных, логистических и др.) благодаря кооперации и интеграции; минимизация отрицательного воздействия конкуренции за счет объединения рисков дочерних структур, входящих в холдинг; оптимизация финансирования дочерних компаний за счет перераспределения средств из централизованного фонда управляющей компании холдинга на научно-техническое развитие и модернизацию производства; конкурентное преимущество по цене за счет снижения себестоимости в холдинге;

б) кластера: снижение транзакционных издержек; повышение конкурентоспособности за счет активизации внедрения инноваций; создание инновационных товаров с высокой потребительской ценностью за счет сетевого сотрудничества; получение синергетического эффекта за счет сетевого сотрудничества.

Проведенный анализ позволил спроектировать следующую структуру «гибридного» холдинга в Витебском регионе «Белорусский лён» (рисунок 1).

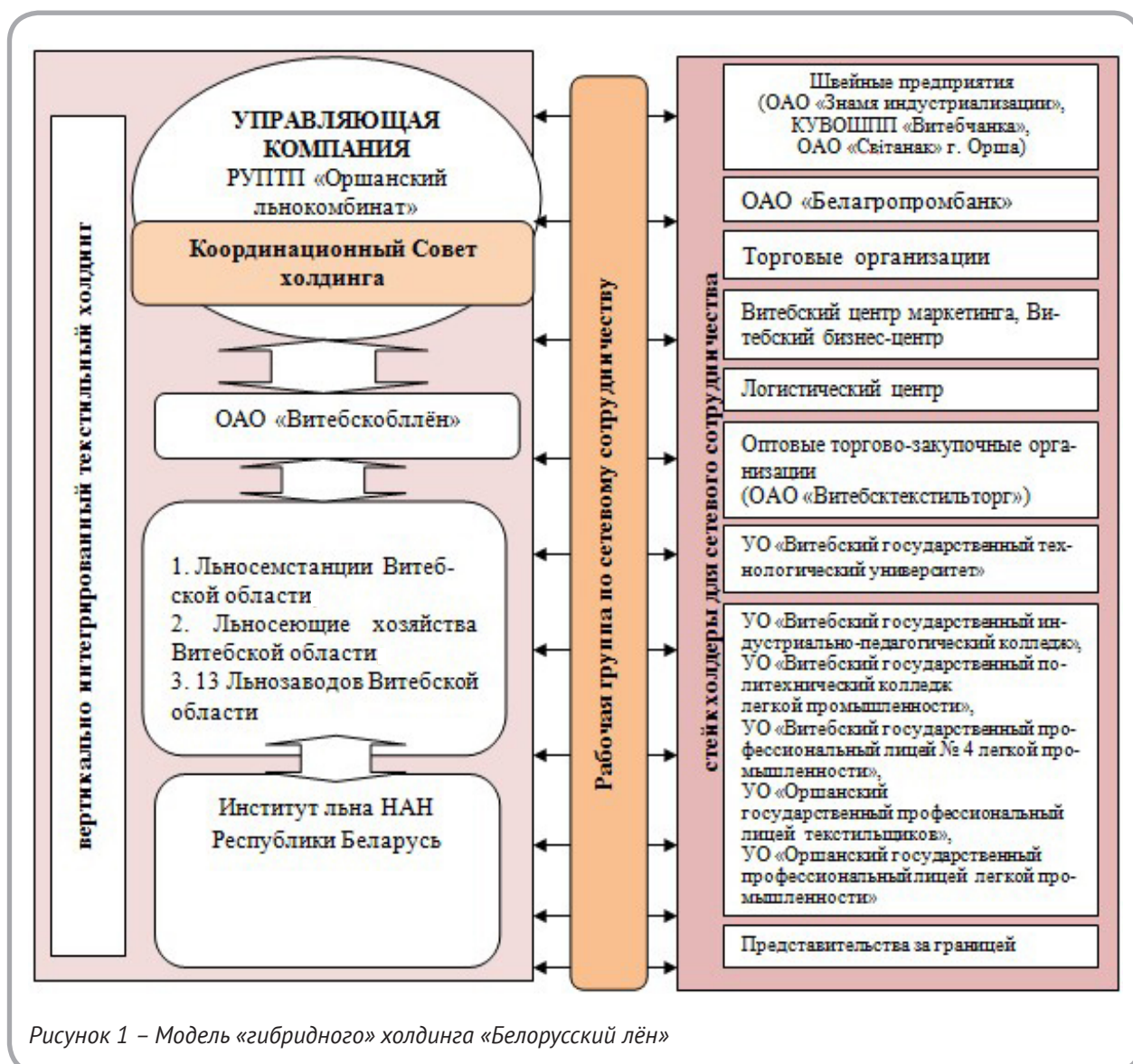


Рисунок 1 – Модель «гибридного» холдинга «Белорусский лён»

Источник: собственная разработка.

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ СТИМУЛИРОВАНИЯ СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СУБЪЕКТОВ ХОЛДИНГА «БЕЛОРУССКИЙ ЛЁН»

Методы сетевого взаимодействия разработаны в ключевых сферах формирования конкурентоспособности: образовании, инновациях и маркетинге – и предназначены для всех субъектов холдинга «Белорусский лён».

В сфере науки и образования предлагается создание совместных структур: представительств; корпоративного учебного центра; научно-технического спин-офф предприятия; образовательного кластера в Витебском регио-

не.

1. Создание представительств вертикально интегрированного холдинга в УО «Витебский государственный технологический университет», в РУП «Белорусский научно-исследовательский институт льна» НАН Республики Беларусь через:

- создание совместных кафедр;
- создание совместных научно-исследовательских лабораторий, в состав которых должны входить заведующий, сотрудники кафедры, студенты, работники холдинга;
- создание совместного Центра моды на базе РУПТП «Оршанский льнокомбинат».

Таким образом, совместные кафедры, сов-

местные научно-исследовательские лаборатории, совместный Центр моды позволят повысить конкурентоспособность товаров, производимых в технопарке.

2. В сфере образования предлагается создание корпоративного учебного центра на РУПТП «Оршанский льнокомбинат» с поддержкой УО «Витебский государственный технологический университет».

Корпоративный учебный центр – это форма обучения персонала, при которой оно ведется «в стенах» самой организации и, в основном, ее собственными силами. Отличия от академической формы обучения в университете:

- практическая, целевая направленность;
- основная форма обучения – электронная (в том числе дистанционная);
- использование в качестве преподавателей (бизнес-тренеров) своего персонала.

Корпоративный учебный центр является основным инструментом реализации стратегии обучения и развития персонала в компании. Этот инструмент нацелен на обеспечение потребности компании в квалифицированных кадрах в долгосрочной перспективе.

3. Рекомендуемым методом сетевого сотрудничества в сфере науки и образования является создание научно-технического спин-офф предприятия.

Формой инновационной деятельности, сегментом малых инновационных предприятий, являются научно-технические спин-офф предприятия, образующиеся путем ответвления (отпочкования) от научных организаций и вузов для внедрения результатов исследований и разработок [15].

Основные функции научно-технических спин-офф предприятий включают: создание добавленной стоимости путем разработки из научных результатов технологического продукта под индивидуальный профиль спроса; ускорение завершающих стадий инновационного процесса; обеспечение недорогого и бесконфликтного канала для коммерциализации результатов исследований и трансфера технологий из науки в производство; обеспечение не количества, но качества создаваемых рабочих мест: эффективной формы занятости высокообразованных кадров как альтернативы межотраслевой и между-

народной «утечке мозгов»; замещения простого человеческого труда сложным путем внедрения новых технологий [15].

Направления сетевой работы в рамках научно-технического спин-офф предприятия заключаются в производстве наукоемкой продукции:

- совместное (ученые Витебского государственного технологического университета и предпринимательских структур) выполнение исследовательских работ;
- совместное конструирование и разработка инновационных продуктов (нанотекстиль, электронный текстиль);
- совместная разработка инновационных товаров из продуктов переработки (строительные плиты, утеплители, медицинские материалы);
- совершенствование дизайна продукта;
- инновационное оборудование;
- совместная разработка и производство высокотехнологичных товаров.

4. Следующим методом сетевого взаимодействия в сфере образования является создание образовательного кластера в Витебском регионе, в который предлагается включить Республиканское научное дочернее унитарное предприятие «Институт льна», УО «Витебский государственный технологический университет», колледжи и училища Витебского региона (УО «Витебский государственный индустриально-педагогический колледж», УО «Витебский государственный политехнический колледж легкой промышленности», УО «Витебский государственный профессиональный лицей № 4 легкой промышленности», УО «Оршанский государственный профессиональный лицей текстильщиков», УО «Оршанский государственный профессиональный лицей легкой промышленности»).

Для обеспечения сетевого сотрудничества в научно-технической сфере предлагается создать технологическую платформу – форум «Инновационный текстиль». Технологическая платформа должна объединить усилия представителей холдинга, субъектов сетевого взаимодействия, науки и государства.

Технологическая платформа – площадка (on-line, off-line), на которой будут собираться представители холдинга, стейкхолдеры и чиновники регионального уровня для обсуждения вопросов развития и повышения эффективности тек-

стильного производства. Предлагается создать off-line технологическую платформу на базе УО «Витебский государственный технологический университет».

Форум будет представлять собой площадку, на которой будут собираться представители холдинга, стейкхолдеры и чиновники регионального уровня для обсуждения вопросов развития и повышения эффективности текстильного производства.

НАПРАВЛЕНИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА В МАРКЕТИНГЕ

Субъектами такого сетевого сотрудничества в маркетинге рекомендуются РУПТП «Оршанский льнокомбинат» – управляющая компания холдинга, дочерние предприятия, УО «Витебский государственный технологический университет», Витебский Центр маркетинга ЗАО «Витебский центр поддержки предпринимательства», Ассоциация нанимателей и предпринимателей Витебской области.

Сотрудничество в маркетинге предлагается осуществлять по следующим направлениям:

- разработка стратегии ребрендинга «Белорусский лен» для коллекции льняных швейных изделий;
- реализация программ коопетиции (сотрудничества и конкуренции);
- проведение совместных маркетинговых исследований зарубежных рынков;
- совместные программы продвижения товаров на внешнем рынке;
- создание единых информационных сетей между участниками сетевого взаимодействия с холдингом «Белорусский лен» на основе CRM-технологий.

Для реализации предложенных методов сетевого взаимодействия предлагаются меры государственной поддержки холдинга:

1. Просвещение и подготовка представителей государственного сектора и деловых кругов путем: проведения семинаров и тренингов, разработки методических материалов для предпринимателей и чиновников подбора и обучения специалистов, которые призваны распространять идеи сетевого сотрудничества и интеграции.

2. Создание некоммерческих организаций

для управления процессами интеграции в текстильной промышленности: Координационный Совет, Рабочая группа по сетевому сотрудничеству.

3. Создание базы данных по субъектам интеграционных структур в рамках регионального статистического офиса.

4. Меры экономического стимулирования сотрудничества: предоставление льгот при сотрудничестве в образовании и научных исследованиях; государственные гарантии банкам под инвестиционные проекты холдингов.

Проведенный автором анализ источников экономического эффекта сетевой интеграционной структуры [2, с. 40] показал, что экономический эффект от организации сетевого взаимодействия товаропроизводителей заключается в повышении конкурентоспособности предприятий благодаря таким источникам эффекта, как снижение транзакционных издержек, рост производительности труда, снижение себестоимости, повышение качества продукции и конкурентоспособности товаров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В «сетевой» экономике факторами конкурентоспособности становятся институты – связи, взаимодействие, сотрудничество, неформальные нормы и правила. Предложенные в статье институциональные методы стимулирования сетевого взаимодействия будут способствовать повышению конкурентоспособности текстильного и швейного производства. Новизна его состоит в разработке институциональных методов стимулирования сетевого взаимодействия стейкхолдеров.

Практическая значимость исследования заключается в разработке методов развития сетевых связей в холдинге, применение которых позволит повысить конкурентоспособность предприятий в Республике Беларусь.

Разработанные институциональные методы стимулирования сетевого взаимодействия стейкхолдеров могут быть использованы и в других видах экономической деятельности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вайлунова, Ю.Г. (2014), Сетевые структуры и их роль в повышении конкурентоспособности предприятий, *Экономика и банки*, 2014, № 2, С. 53–60.
2. Вайлунова, Ю.Г. (2014), Сетевые формы интеграции как направление повышения конкурентоспособности текстильной и швейной промышленности, *Вестник Полоцкого государственного университета*, 2014, № 5, С. 38–45.
3. Вайлунова, Ю.Г. (2015), Обоснование направлений повышения конкурентоспособности текстильного и швейного производства в Беларуси на основе развития концепции цепочки ценностей, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2015, № 28, С. 162–173.
4. Вайлунова, Ю.Г., Яшева, Г.А. (2015), Повышение эффективности текстильного производства Витебского региона на основе создания холдинга, Социально-экономическое развитие организаций и регионов Беларуси: эффективность и инновации, *Материалы докладов Международной научно-практической конференции*, Витебск, 2015, С. 367–370.
5. Зиновский, В.И., Костевич, И.А., Кангро, И.С., Кухаревич, Е.И., Молодцов, О.Е., Палковская, Е.М., Клавсуть, О.Н. (2014), *Статистический сборник Республики Беларусь. Статистический ежегодник Республики Беларусь*, Минск, Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 534 с.
6. Казанцев, А.К., Никитина, И.А. (2011), Инновационные кластеры в региональных стратегиях, *Вестник СПбГУ* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://reftrend.ru/1094590.html>. Дата доступа: 06.03.2016.
7. *Кластерная обсерватория в ЕС*, (2015), Режим доступа: www.clusterobservatory.eu. Дата до-

REFERENCES

1. Vailanova, J.G. (2014), Network structures and their role in enhancing the competitiveness of enterprises [Setevye struktury i ih rol v povyshenii konkurentosposobnosti predpriyatij], *Economy and Banking*, 2014, № 2, pp. 53–60.
2. Vailanova, J.G. (2014), Network forms of integration as a way to improve the competitiveness of the textile and clothing industry [Setevye formy integracii kak napravlenie povysheniya konkurentosposobnosti tekstilnoj i shvejnoj promyshlennosti], *Vestnik of Polotsk State University*, 2014, № 5, pp. 38–45.
3. Vailanova, J.G. (2015), Justification of the direction of increasing the competitiveness of the textile and clothing industry in Belarus on the basis of concept development value chain [Obosnovanie napravlenij povysheniya konkurentosposobnosti tekstilnogo i shvejnogo proizvodstva v Belarusi na osnove razvitiya koncepcii cepochki cennostej], *Vestnik of Vitebsk state technological University*, 2015, № 28, pp. 162–173.
4. Vailanova, J.G., Yaheva, G.A. (2015), Improving the efficiency of the textile industry of the Vitebsk region through the establishment of the holding company [Povyshenie ehffektivnosti tekstilnogo proizvodstva Vitebskogo regiona na osnove sozdaniya holdinga], *Social and economic development organizations and regions of Belarus: efficiency and innovation, Materials of the International scientific-practical conference*, Vitebsk, 2015, pp. 367–370.
5. Zinovskii, C.I., Kostevich, I.A., Kangro, I.S., Kucharewicz, E.I., Molodtsov, O.E., Polkowska, E.M., Clavate, O. N. (2014), *Statisticheskij sbornik Respubliki Belarus'. Statisticheskij ezhegodnik Respubliki Belarus'* [Statistical Yearbook of the Republic of Belarus], Minsk, National statistical Committee of the Republic of Belarus, 534 p.
6. Kazantsev, A.K., Nikitina, I.A. (2011), *Innovacionnyye*

ступа: 10.03.2016.

8. *Лён Беларуси – 2014* (2014) [Электронный ресурс], Республиканское унитарное предприятие «Белорусский научно-исследовательский институт льна», 2014, Режим доступа: <http://institut-lna.by/index.php/novosti/109-ljon-belarusi-2>. Дата доступа: 10.03.2016.
9. Медведева, И.В., Кангро, И.С., Василевская, Ж.Н., Кухаревич, Е.И., Довнар, О.А., Палковская, Е.М., Боричевский, А.И., Снетков, А.С. (2015), *Статистический сборник Республики Беларусь. Наука и инновационная деятельность в Республике Беларусь*, Минск, Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2015, 138 с.
10. Медведева, И.В., Кангро, И.С., Василевская, Ж.Н., Кухаревич, Е.И., Довнар, О.А., Палковская, Е.М., Боричевский, А.И., Снетков, А.С. (2015), *Статистический сборник Республики Беларусь. Промышленность Республики Беларусь*, Минск, Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2015, 268 с.
11. Медведева, И.В., Кангро, И.С., Василевская, Ж.Н., Кухаревич, Е.И., Довнар, О.А., Палковская, Е.М., Боричевский, А.И., Якубовская, З.В. (2015), *Статистический сборник Республики Беларусь. Сельское хозяйство Республики Беларусь*, Минск, Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2015, 318 с.
12. *О некоторых вопросах создания и деятельности холдингов в Республике Беларусь*, Указ Президента Республики Беларусь, 28 декабря 2009 г., № 660 (2009), Нац. правовой интернет портал Республики Беларусь [Электронный ресурс], Минск, 2009, Режим доступа: <http://www.pravo.by/main.aspx?guid=3871&rp0=P30900660>. Дата доступа: 29.02.2016.
13. *О внесении дополнений и изменений в указы Президента Республики Беларусь по вопросам холдингов и иных объединений юридических лиц*, Указ Президента Республики Беларусь, кластеры в региональных стратегиях [Innovation clusters in regional strategies], *Vestnik of St. Petersburg State University* [Electronic resource], available at: <http://reftrend.ru/1094590.html>, (accessed 6 March 2016).
7. *Cluster Observatory in the EU* [Klasternaya observatoriya v ES], (2015), available at: www.clusterobservatory.eu, (accessed 10 March 2016).
8. *Linen industry in the Republic of Belarus in 2014* [l'nyanaya otrasl v Respublike Belarus v 2014 godu], (2014), Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus, 2014, available at: <http://mshp.minsk.by/agriculture/crop/flax/>, (accessed 10 March 2016).
9. Medvedeva, I.V., Kangro, I.S., Wasilewskay, J.N., Kukharevich, E.I., Dovnar, O.A., Palkovskaya, E.M., Borichevskiy, A.I., Snetkov, A.S. (2015), *Statisticheskij sbornik Respubliki Belarus'. Nauka i innovacionnaya deyatel'nost' v Respublike Belarus* [Science and innovation activities in the Republic of Belarus], Minsk, National statistical Committee of the Republic of Belarus, 2015, 138 p.
10. Medvedeva, I.V., Kangro, I.S., Wasilewskay, J.N., Kukharevich, E.I., Dovnar, O.A., Palkovskaya, E.M., Borichevskiy, A.I., Snetkov, A.S. (2015), *Statisticheskij sbornik Respubliki Belarus'. Promyshlennost' Respubliki Belarus* [Belarusian Industry], Minsk, National statistical Committee of the Republic of Belarus, 2015, 268 p.
11. Medvedeva, I.V., Kangro, I.S., Wasilewskay, J.N., Kukharevich, E.I., Dovnar, O.A., Palkovskaya, E.M., Borichevskiy, A.I., Jakubovskaja, Z.V. (2015), *Statisticheskij sbornik Respubliki Belarus'. Sel'skoe hozjajstvo Respubliki Belarus'* [Agriculture of the Republic of Belarus], Minsk, National statistical Committee of the Republic of Belarus, 2015, 318 p.
12. *On some questions of creation and activity of holdings in the Republic of Belarus*, Decree of the President of December 28, 2009, № 660 (2009), The National Legal Internet Portal of the

- 20 июня 2014 г., № 287 (2014), Нац. правовой интернет портал Республики Беларусь [Электронный ресурс], Минск, 2014, Режим доступа: <http://naviny.org/2014/06/20/by2375.htm>. Дата доступа: 29.02.2016.
14. Обоснование необходимости принятия постановления Совета Министров Республики Беларусь, *Об утверждении Концепции формирования и развития инновационно-промышленных кластеров в Республике Беларусь и плана мероприятий по ее реализации* [Электронный ресурс]. Режим доступа: cluster.by/images/koncepciya.doc. Дата доступа: 10.03.2016.
15. Поболь, А.И. (2009), *Научно-техническое предпринимательство в национальной инновационной системе: закономерности функционирования и развития*, автореф. дис. ...канд. экон. наук: 08.00.01, Белорусский государственный университет, Минск, 2009, 30 с.
16. Портер, М. (2002), *Конкуренция*, Москва, Вильямс, 496 с.
17. *Программа развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 года* [Электронный ресурс], Режим доступа: http://www.economy.gov.by/nfiles/001146_12850_Programma.pdf. Дата доступа: 10.03.2016.
18. Сулакшин, С.С., Буянова, Е.Э. (2012), *Правовая модель холдинга для России*, Москва, Научный эксперт, 280 с.
19. Шепелев, С.Б. (2004), *Формирование и развитие корпоративных структур холдингового типа в условиях структурной перестройки промышленности* [Электронный ресурс]: автореф. дис. ...канд. экон. наук: 08.00.05, М., 2004, 26 с. Режим доступа: <http://www.iprgas.ru/authoref/aut-shep.pdf>. Дата доступа: 10.03.2016.
20. Яшева Г.А. (2012), Обоснование кластерного подхода к повышению эффективности регионального производства, *Вестник Витебского*
- Republic of Belarus [Electronic resource], Minsk, 2009, available at: <http://www.pravo.by/main.aspx?guid=3871&p0=P30900660> (accessed 29 February 2016).
13. *Amendments to the Decree of the President of the Republic of Belarus on holding companies and other associations of legal entities*, The Decree of the President of the Republic of Belarus, June 20, 2014 г., № 287 (2014), The National Legal Internet Portal of the Republic of Belarus [Electronic resource], Minsk, 2014, available at: <http://naviny.org/2014/06/20/by2375.htm>. (accessed 29 February 2016).
14. The rationale for the adoption of the Council of Ministers of the Republic of Belarus, *On Approval of the Concept of formation and development of innovative industrial clusters in the Republic of Belarus and the action plan for its implementation* [Electronic resource], available at: cluster.by/images/koncepciya.doc. (accessed 10 March 2016).
15. Pobol, A.I. (2009), *Scientific and technological enterprise in the national innovation system: laws of functioning and development* [Nauchno-tekhnicheskoe predprinimatelstvo v nacionalnoj innovacionnoj sisteme zakonmernosti funkcionirovaniya i razvitiya], cand. Dis. ... Cand. ehkon. Sciences: 08.00.01, Belarusian State University, Minsk, 2009, 30 p.
16. Porter, M. (2002), *Konkurencija* [Competition], Moscow, Williams, 496 p.
17. *The Republic of Belarus industrial complex development program for the period until 2020* [Programma razvitiya promyshlennogo kompleksa Respubliki Belarus na period do 2020 goda] [Electronic resource], available at: http://www.economy.gov.by/nfiles/001146_12850_Programma.pdf. (accessed 10 March 2016).
18. Sulakshin, S.S., Bubnov, E.E. (2012), *Pravovaya model holdinga dlya Rossii* [Legal holding a model for Russia], Moscow, Scientific expert, 280 p.

- государственного технологического университета, 2012, № 23, С. 171-181.
21. Яшева, Г.А. (2012), Кластеры в белорусской экономике: теоретические основы и практические механизмы формирования, *Наука и инновации*, 2012, Т. 9, № 115, С. 28-30.
22. Яшева Г.А., Кунин В.А. (2014), Теоретико-методологические основы кластеров и их роль в повышении устойчивости национальных экономик [Электронный ресурс], *Региональная экономика и управление*, 2014, № 1(37), Режим доступа: <http://region.mcnp.ru>. Дата доступа: 10.03.2016.
23. OECD Science, Technology and Industry Outlook, (2012), [Electronic resource], OECD, 2012, available at: http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-science-technology-and-industry-outlook-2012_sti_outlook-2012-en. (accessed 10 March 2016).
19. Shepelev, S.B. (2004) *Formation and development of corporate structures of holding type in the conditions of industrial restructuring* [Electronic resource]: Author. Dis. ... Cand. ekon. Sciences: 08.00.05, М., 2004, 26 с., available at: <http://www.ipr-ras.ru/authoref/aut-shep.pdf>. (accessed 10 March 2016).
20. Yaheva, G.A. (2012), Justification of the cluster approach to improve the effectiveness of regional production [Obosnovanie klasterного podhoda k povysheniyu ehffektivnosti regionalnogo proizvodstva], *Vestnik of Vitebsk state technological University*, 2012, № 23, pp. 171-181.
21. Yaheva, G.A. (2012), Clusters in the Belarusian economy: theoretical framework and practical mechanisms of formation [Klasterы v belorusskoj ehkonomie: teoreticheskie osnovы I prakticheskie mekhanizmy formirovaniya], *Science and Innovation*, 2012, b. 9, № 115, pp. 28-30.
22. Yaheva, G.A., Kunin, V.A. (2014), Theoretical and methodological bases of the clusters and their role in enhancing the sustainability of national economies [Teoretiko-metodologicheskie osnovы klasterov i ih rol v povyshenii ustojchivosti nacionalnyh ehkonomik] [Electronic resource], *Regional economics and management*, 2014, №1(37), available at: <http://region.mcnp.ru>. (accessed 10 March 2016).
23. OECD Science, Technology and Industry Outlook, (2012), [Electronic resource], OECD, 2012, available at: http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-science-technology-and-industry-outlook-2012_sti_outlook-2012-en. (accessed 10 March 2016).

Статья поступила в редакцию 17.03.2016 г.

ОПТИМИЗАЦИЯ МАРШРУТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ ГРАФОВ В ПАКЕТАХ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ

Е.Ю. Вардомацкая, В.Л. Шарстнев,
Я.А. Алексеева

УДК 004.9 : 658

РЕФЕРАТ

ТЕОРИЯ ГРАФОВ, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ, ТРАНСПОРТНЫЕ СЕТИ, ОПТИМИЗАЦИЯ МАРШРУТА, КРАТЧАЙШИЙ ПУТЬ, ТРАНСПОРТНЫЕ РАСХОДЫ, СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ

В статье приведен анализ методов решения задачи о кратчайшем пути с использованием теории графов в пакетах прикладных программ. Для возможности применения системы компьютерной алгебры данная проблема была представлена в виде математической модели на графе. Подробно рассмотрены несколько вариантов решения искомой задачи с помощью СКА Maple. Так, решение данной задачи реализовано методом Дейкстры, методом имитации отжига и методом муравьиного алгоритма. СКА Mathematica также обладает расширенной поддержкой графов, необходимой для решения задачи о кратчайшем пути.

ABSTRACT

GRAPH THEORY, MATHEMATICAL MODELS, FLOW NETWORKS, ROUTE OPTIMIZATION THE SHORTEST PATH, TRANSPORTATION EXPENSES, COMPUTER ALGEBRA SYSTEM

The analysis of methods for solving the using graph theory in application packages is represented in this article. For possibility of use of computer algebra system this problem was presented in the form of a mathematical model on the graph. Some versions of the solution of the problem by means of various CAS are in detail considered. Indisputable leaders in in this area are CAS Maple and CAS Mathematica. The solution of this problem by means of CAS Maple is realized by Dijkstra's algorithm, Simulated annealing and Ant colony optimization algorithms. CAS Mathematica has expanded support graphs necessary for solution of the shortest path problem.

В современных условиях развития рыночных отношений всё более актуальным становится всестороннее обеспечение конкурентоспособности как экономики Республики Беларусь в целом, так и её отдельных отраслей. В частности, легкой промышленности – одного из важнейших секторов экономики, который производит большое количество товаров народного потребления. В последние годы в сфере товарного обращения ряда стран произошли существенные преобразования. В хозяйственной практике стали использоваться новые методы и технологии доставки товаров, базирующиеся на концепции логистики. Важную роль в создании объективных возможностей для развития логистики сыграл технический прогресс в средствах связи и информатики. Он позволил на более высоком уровне проводить отслеживание всех основных и вспомогательных процессов товародвижения.

Так, постепенно на первый план выдвигается поиск возможностей сокращения производственных затрат, в том числе транспортных расходов.

Цель исследования – разработка средств компьютерного моделирования процесса управления цепями поставок.

Объект исследования – логистические системы предприятий легкой промышленности.

Актуальность темы исследования обуславливается необходимостью поиска оптимальных схем грузовых потоков для производимых товаров, позволяющих снизить транспортные издержки предприятий, обеспечивая, тем самым, их конкурентоспособность.

Методы исследования – абстрагирование, математическое моделирование, анализ.

Инструментарий исследования – система компьютерной математики (далее – СКМ) Maple.

Научная новизна исследования заключается

в синтезе использования различных моделей оптимизации, построенных на графах, в решении задач транспортной логистики.

Практическая значимость исследования заключается в возможности улучшения технико-экономических показателей работы предприятия, обусловленной экономией трудовых и финансовых ресурсов.

Задача оптимизации транспортных расходов заключается в отыскании оптимального плана перевозок грузов из пунктов отправления в пункты потребления, что означает необходимость поиска кратчайших расстояний с минимальными затратами. При густоразветвленной сети автомобильных дорог, когда между пунктами отправления и пунктами назначения имеется несколько вариантов сообщений, определить такой путь бывает сложно. Для нахождения оптимального варианта сообщения применяют математические модели, основанные на использовании в качестве исходной информации транспортной сети, отражающей транспортные связи между пунктами отправления и назначения грузов. Из всех математических объектов графы занимают одно из первых мест в качестве формальных моделей реальных систем. Граф представляет собой совокупность конечного числа точек, называемых вершинами графа, и попарно соединяющих некоторые из этих вершин линий, называемых ребрами или дугами графа. Использование графовых моделей в решении оптимизационных задач сохраняет наглядность и содержательность описываемых объектов и позволяет строить формальные алгоритмы обработки этих моделей, которые легко обрабатываются на ЭВМ.

Таким образом, транспортные сети удобно представить в виде графа.

Транспортная сеть учитывает только ту часть дорожной сети, по которой возможно организовать соответствующие перевозки, то есть учитываются ограничения по состоянию улиц (дорог), одностороннее движение, ограничения на движение грузового транспорта, на полную массу транспортного средства, нагрузка на ось и другие.

Транспортная сеть может быть представлена только связным графом.

Моделирование транспортной сети начинают

с размещения вершин. Вершины присваивают грузообразующим и грузопоглощающим пунктам, центрам крупных жилых кварталов, обособленных населенных пунктов. Вершины, имеющие между собой транспортное сообщение, связывают ребрами или (в случае односторонней связи) ориентированными дугами.

Каждому ребру сопоставляют критерий выгоды, определяемый не только затратами времени, а той целью, которую необходимо достигнуть при решении задачи оптимального варианта перевозок. Наиболее часто в качестве критерия принимается минимум суммарного пробега, так как при одинаковых условиях движения на всех участках маршрута план, оптимальный по пробегу, будет оптимальным по затратам времени и стоимости. Кроме того, в качестве критерия выгоды так же могут быть использованы такие показатели, как платность или загруженность дорог, частота пересечения данной дороги населенных пунктов и так далее.

При построении графа следует выбирать рациональное число вершин. С одной стороны, число вершин должно быть как можно больше. С другой стороны, чем больше число вершин, тем транспортная сеть будет сложнее, определение кратчайших расстояний потребует длительного времени.

Для снижения размерности задачи и ускорения расчетов для транспортных сетей больших городов или районов применяют микро- и макрорайонирование. При микрорайонировании транспортной сети в качестве вершин используют не пересечения улиц (дорог) и конкретные пункты отправления и назначения, а центры микрорайонов (районов получения или назначения грузов). Макрорайонирование транспортной сети заключается в разбиении ее на отдельные подсети, расчеты по которым выполняются раздельно, а затем объединяются для получения общего результата. При изменениях дорожной обстановки производится пересчет отдельной подсети, в которой произошли изменения, но не по всей транспортной сети [5, с. 171-172].

Задача о кратчайшем пути является одной из важнейших классических задач теории графов. Значимость данной задачи определяется ее различным практическим применением. Так, задача поиска кратчайшего пути на графе ши-

роко используется для нахождения путей между физическими объектами на картографических сервисах, в GPS-навигаторах, при определении наименьшего расстояния в сети дорог.

Выделяют несколько вариантов решения задачи о кратчайшем пути на графах с помощью различных пакетов прикладных программ. Бесспорным лидером в данной области является СКА Maple. Рассмотрим решение исходной проблемы на примере использования данного программного пакета, имеющего специализированную библиотеку `networks` для работы с графами.

Выделяют несколько способов решения данной задачи – это, прежде всего, метод Дейкстры, метод отыскивания всех гамильтоновых циклов, алгоритм ближайшего соседа (Nva), муравьиный алгоритм, метод имитации отжига и другие. Остановимся на некоторых из них более подробно.

Наиболее точным и при этом простым методом решения транспортной задачи в СКА Maple на графах является метод Дейкстры – пошаговый алгоритм определения кратчайшего расстояния от вершины А до В.

Реализацию метода Дейкстры в СКА Maple проиллюстрируем решением следующей практической задачи. Предприятие легкой промышленности города Витебска наладило поставки своей продукции в магазины регионов Респуб-

лики Беларусь. Необходимо найти кратчайший путь перевозок грузов от места производства к местам потребления, оптимизирующий транспортные издержки предприятия.

В программе, представленной на рисунке 2, реализован данный метод на примере орграфа с неотрицательными весами, смоделированного на основе путей сообщения между пятью городами Республики Беларусь (рисунок 1).

Ответ заносится в переменную `MinPath`. Алгоритм заканчивает свою работу, когда `flag` принимает значение `true`, то есть конечная вершина (`target`) приобретает постоянную метку. После завершения работы программы список постоянных меток можно посмотреть, раскрыв переменную `V: evalm(V)` [3, с. 111].

Также кратчайший путь в орграфе можно найти, используя стандартные процедуры СКА Maple. Рассмотрим заданный в алгоритме Дейкстры граф и вычислим кратчайший путь. В программе на рисунке 3 независимо используются два оператора, `shortpathtree` и `allpairs`.

В алгоритме ближайшего соседа (рисунок 4) выбор дальнейшего пути производится, исходя из минимального расстояния до очередной вершины. Обход графа начинается с произвольной вершины, от выбора которой часто зависит результат. Движение по графу происходит по исходящим (Out) дугам минимального веса с по-

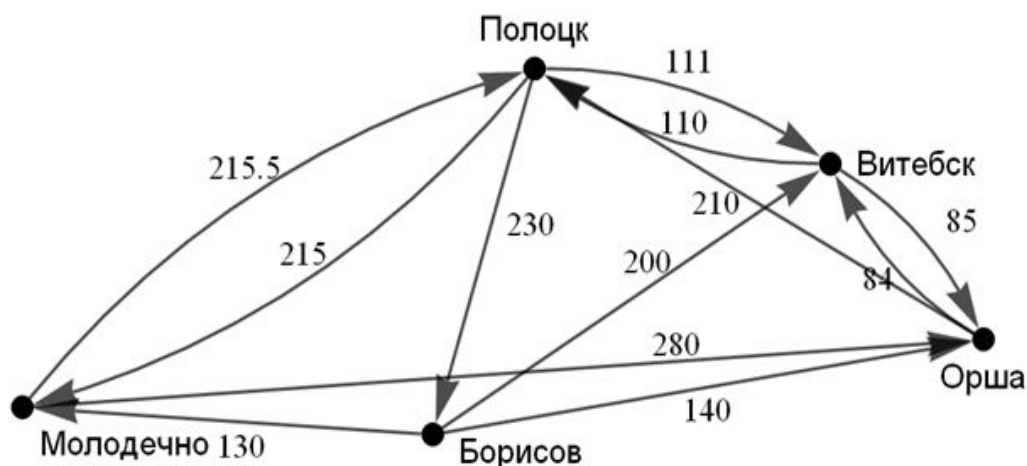


Рисунок 1 – Ориентированный взвешенный граф

```

> restart : with(networks) :
> new(G) : n := 5 :
> addvertex(i$1 = 1..n, G) :
> addedge([[1, 2], [2, 1], [1, 3], [3, 1], [3, 2], [5, 3], [4, 3], [5, 4], [4, 2], [2, 4], [2, 5], [5, 1]],
weights = [110, 111, 85, 84, 210, 140, 280, 130, 215.5, 215, 230, 200], G) :
> V := Vector(1..n) :
> for i to n do V[i] := infinity, od:
> s := 1 : target := 5 : k := s : V[k] := 0 : U := [0$3·n] :
> flag := false :
> for i while not flag do
  U[i] := k :
  d := outdegree(k, G) : z := departures(k, G) :
  for j to d do CW1 := eweight(op(edges([k, z[j]], G)), G) :
    if ((V[z[j]] = 0) or (V[z[j]] > CW1 + V[k]))
    then V[z[j]] := eweight(op(edges([k, z[j]], G)), G) + V[k] : fi, od,
  Next := n,
  for j from 2 to n do
    if not member(j, U) and V[j] < V[Next] then Next := j, fi, od:
  k := Next,
  flag := is(k = target);
od:
> evalm(V);
                                     [ 169 110 85 325 340 ]
> MinPath := V[4];
                                     MinPath := 325

```

Рисунок 2 – Программная реализация метода Дейкстры

```

> restart : with(networks) :
> new(G) : n := 5 :
> V := [1, 2, 3, 4, 5] : n := nops(V) :
> addvertex(V, G) :
> addedge([[1, 2], [2, 1], [1, 3], [3, 1], [3, 2], [5, 3], [4, 3], [5, 4], [4, 2], [2, 4], [2, 5], [5, 1]],
weights = [110, 111, 85, 84, 210, 140, 280, 130, 215.5, 215, 230, 200], G) :
> T := shortpathtree(G, 1) :
> W := vweight(T);
                                     W := table(sparse, [1 = 0, 2 = 110, 3 = 85, 5 = 340, 4 = 325])
> MinPath := W[4];
                                     MinPath := 325
> allpairs(G)[1, 4];
                                     325

```

Рисунок 3 – Программа нахождения кратчайшего пути с использованием операторов shortpathtree и allpairs

```

> restart : with(networks) :
> new(G) : n := 5 :
> addvertex(i%i = 1..n, G);
                                     1, 2, 3, 4, 5
> addedge([[1, 2], [2, 1], [1, 3], [3, 1], [3, 2], [5, 3], [4, 3], [5, 4], [4, 2], [2, 4], [2, 5], [5, 1]],
          weights = [110, 111, 85, 84, 210, 140, 280, 130, 215.5, 215, 230, 200], G) :
> G1 := duplicate(G) :
> a0 := 5 : # Начальная вершина
> a1 := a0 : sw := 0 :
> s := [a0] :
> for k to n-1 do
  for v in incident(a1, G1, Out) do
    if eweight(v, G1) = min(op(eweight([op(incident(a1, G1, Out))], G1)))
      then u := v, sw := sw + eweight(v, G1); break; fi, od;
    a2 := ends(u, G1)[2];
    delete(a1, G1) :
    a1 := a2 : s := [op(s), a2] :
  od;
> sw := sw + eweight(op(edges([a2, a0], G)), G); # Сумма
sw = 541.5 + table([e12 = 200, e9 = 215.5, e8 = 130, e4 = 84, e1 = 110, e7 = 280, e5 = 210, e3
= 85, e10 = 215, e11 = 230, e2 = 111, e6 = 140])
> s; # Контур
                                     [5, 4, 2, 1, 3]

```

Рисунок 4 – Программная реализация метода ближайшего соседа (*Nva*)

следующим удалением пройденной вершины. Поэтому перед началом процесса необходимо запастись дубликатом графа, из которого затем будем извлекать информацию о длине пройденного пути. Оператор `break` досрочного выхода из цикла введен для случая двух или более одинаковых дуг минимального веса, выходящих из текущей вершины [3, с. 145]. Если дать возможность алгоритму случайно выбирать решение, оптимальное на каждом шаге, то можно пропустить ход, не лучший локально, но дающий в результате более эффективное решение, что, несомненно, является существенным недостатком данного алгоритма. Однако несмотря на предельную простоту алгоритма, для небольших графов он дает достаточно близкие к точному решению ответы.

Еще один способ решения задачи о кратчайшем пути основан на использовании программы отыскивания всех гамильтоновых циклов, представлен в общем виде на рисунке 5. Для перемножения матриц используется операция некоммутативного умножения. Поэлементно

присваиваем $C[i,j]=P[i,j]$, так как простое присваивание $C:=P$, предусмотренное для работы с матрицами, работает ненадежно и часто является причиной ошибок [3, с. 143].

Для решения задачи о кратчайшем пути необходимо вычислить количество $n1:=nops(H)$ гамильтоновых циклов и найти минимальный из них. Для этого разработана процедура вычисления веса дуги $u-v$ в цикле k и использована стандартная функция отыскания минимума последовательности (рисунок 6) [3, с. 146].

Время вычисления при этом будет в несколько раз больше, и с увеличением порядка графа разность в быстродействии программ будет расти.

Несомненное достоинство алгоритма – его точность и простота.

Муравьиный алгоритм Марко Дориги является методом искусственного интеллекта. По форме этот алгоритм похож на *Nva* и в некоторой степени является его обобщением, однако здесь выбором управляет случайная функция, направляющая движение от текущего положения с

```

> restart : with(networks) : new(G) :
> V := [a, b, c, d, g] : n := nops(V) :
> addvertex(V, G) :
> addedge({{a, c}, {a, d}, {b, g}, {b, c}, {c, d}, {d, g}, [a, g], [a, b]}, G) :
> B := Matrix(n) :
> A := adjacency(G) :
> for i to n do
  for j to n do if A[i, j] = 1 then B[i, j] := V[j]; fi; od;
od;
> C := A :
> for k to n-1 do
  for i to n do
    for j to n do P[i, j] := expand(subs(V[i] = 0, V[j] = 0, add(B[i, m]&*C[m, j], m = 1..n)));
    od;
  od;
  for i to n do
    for j to n do C[i, j] := P[i, j]; od;
  od;
od;
> S := {};
> for i to n do if C[i, i] ≠ 0 then S := S union {expand(C[i, i]&*V[i])}; fi; od;
> F := {};
> for q in S do if whattype(q) = `+` then F := F union {op(q)} else F := F union {q}; fi; od;
> S := map(x → convert(x, list), F) :
> for q in S do if nops(q) ≠ n then S := S minus {q}; fi; od;
> k := nops(S) :
> H := {};
> for j to k do
  for i to n do if S[j][i] = V[1] then m := i; fi; od;
  for i to n do Z[i] := S[j][(i + m - 2 mod n) + 1]; od;
  H := H union {convert(Z, list)} :
od;
> H,
      [[a, b, c, g, d, f], [a, b, g, c, d, f], [a, f, d, c, b, g], [a, f, d, c, g, b]]

```

Рисунок 5 – Программа отыскания всех гамильтоновых циклов

```

> L := (u, v, k) → eweight(op(edges([H[k][u], H[k][v]], G)), G) :
> min(seq(add(L(i, i + 1, k), i = 1..n-1) + L(n, 1, k), k = 1..n1));

```

Рисунок 6 – Продолжение программы отыскания гамильтоновых циклов

большей вероятностью в вершину, в которой наибольшее значение некоторой функции $P_{ij,k}$ (где i – номер вершины, в которой производится выбор, k – номер муравья, движущегося по дугам графа). Как и в *Nva*, во время движения создается список пройденных вершин, что позволяет избежать преждевременного закливания.

Рассмотрим программу минимизации транс-

портных расходов для n городов, координаты $x[i]$ и $y[i]$ которых заданы (рисунки 7, 8). В начале программы вводятся константы задачи. Улучшение сходимости во многом зависит от их значений. Число $Lmin$ требуется для сравнения при выборе минимального маршрута, масштабная константа Q порядка длины маршрута выбирается пропорциональной порядку графа.

```

> P := proc (x)
  local n, sm, i, Beg, End, c, s, m, j;
  n := nops(x); sm := 0;
  for i to n do sm := sm + x[i] od;
  c := 0;
  for i to n do Beg[i] := c; End[i] := c + x[i]/sm; c := End[i] od;
  m := rand(0 .. 100); s := (1/101)*m();
  for i to n do if Beg[i] ≤ s and s ≤ End[i] then j := i end if end do;
  return j;
end proc;

```

Рисунок 7 – Фрагмент программы муравьиного алгоритма Марко Дориго

```

> for k0 to 100 do # Основной цикл
  for ant to n do # Цикл по муравьям
    s := { $ 1 .. n } : # Список непосвященных вершин
    j := ant : # Начальная вершина для муравья ant
    for j1 to n - 1 do s := s minus { j }; # Tabu list увеличился
      sp := [ ] : k1 := 0 :
      for i in s do # Каждой вершине - свой вес
        sp := [ op(sp), 1 / W[j, i]^b * Wt[j, i]^a ] :
        k1 := k1 + 1 : nm[k1] := i;
      od:
      j0 := nm[P(sp)]; # Выбор направления
      v[j1] := j0; r[j1] := W[j, j0];
      j := j0 : # Начало дуги - это конец предыдущей
    od: # Цикл j1 по всем вершинам для муравья ant
    L := add(r[i], i = 1 .. n-1) + W[op(s), ant];
    v[0] := ant; v[n] := ant; # Начало и конец дуги
    v1 := seq([v[m], v[m+1]], m = 0 .. n-1) : # Дуги
    for i to n do # Пометка дуг феромоном
      DWt[op(v1[i])] := DWt[op(v1[i])] + Q/L;
    od:
    if L < Lmin then Lmin := L : fi: # Выбор min
  od: # ant
  Wt := Wt + DWt * p : # Добавление новых следов
  Wt := Wt * (1 - p) : # Испарение феромона
od: # k0

```

Рисунок 8 – Основной фрагмент программы муравьиного алгоритма

Функция P вероятности перехода имеет в качестве аргумента список из чисел $x[i]$. Вычисля-

ется сумма $sm = \sum x[i]$. Отрезок прямой от 0 до 1 разбивается на n участков $[Beg[i], End[i]]$ с

длинами $x[i]/sm$, где $Beg[1]=0, End[n]=1$. Затем случайное число $0 \leq s \leq l$ указывает выигрышный номер – номер вершины для дальнейшего движения [3, с. 147].

Алгоритм отжига, как и муравьиный алгоритм, относится к вероятностным методам решения. Ключевым моментом в таких подходах является случайный выбор одного из нескольких возможных решений вместо анализа каждого. Это позволяет сократить время счета.

В методе отжига (рисунок 9) очередной порядок следования по маршруту между городами выбирается случайно, небольшим изменением предыдущего решения, предположительно оптимального. Самый простой вариант изменения – перестановка двух случайно выбранных городов в маршруте следования. Если полученный маршрут лучше всех существовавших ранее, то этот маршрут берется за очередной, если маршрут хуже, то самый простой вариант – не брать его. Следует отметить, что решение зависит от нескольких параметров. Меняя, например, число циклов, можно получать различные ответы [3, с. 89].

Таким образом, рассмотрев возможные решения задачи о кратчайшем пути на графах, нельзя однозначно выделить один из методов решения, каждый из них имеет как очевидные достоинства, так и недостатки, такие как, необходимость знания Maple-языка, являющегося функционально полным процедурным языком программирования четвертого поколения (4GL), ручной ввод исходных данных и другие. Однако согласно проведенному анализу, более предпочтительным методом решения исходной проблемы в СКМ Maple является метод Дейкстры.

Экономический эффект от внедрения средств

компьютерного моделирования процесса управления цепями поставок может быть лишь косвенным, так как внедренные средства автоматизации не являются прямым источником дохода, а представляют собой вспомогательное средство получения прибыли, делая процессы управления предприятием полностью прозрачными и контролируруемыми.

Главный экономический эффект от внедрения разрабатываемой методики заключается в улучшении экономических и хозяйственных показателей работы предприятия, в первую очередь за счет снижения транспортных издержек предприятия. Для большинства предприятий экономический эффект может также выступать в виде экономии трудовых и финансовых ресурсов, получаемой от снижения трудоемкости расчетов, снижения трудозатрат на поиск и подготовку документов, сокращения служащих предприятия.

Рассмотрим на конкретном примере возможный экономический эффект от внедрения разработанной методики оптимизации транспортных расходов по оценочным данным на примере предприятия легкой промышленности города Витебска, занимающегося производством трикотажных изделий, в котором автоматизируется поиск оптимального маршрута транспортировки произведенной продукции в фирменные магазины. Средняя стоимость пакета СКМ Maple составляет 10,25 млн. руб. Предполагаем, что внедрением, технической поддержкой и возможными доработками разработанной методики в данных СКМ будет заниматься дополнительно обученный штатный работник. Стоимость дополнительного обучения примем равной 1 млн. руб.

В итоге затраты на внедрение нового программного обеспечения составят:

```
> for i to 500 do i1 := m(): i2 := m(): Z := ZO: z := Z[i1]: Z[i1] := Z[i2]: Z[i2] := z:
  L1 := add(W[Z[i], Z[i+1]], i=1..n-1) + W[Z[n], Z[1]]:
  if L1 < LO then LO := L1: ZO := Z: k := k + 1: TT[k] := T: L[k] := L1: VO := map(*, Z, 1):
  else PO := p()/100.: P := exp(-(L1-LO)/T):
  if PO < P then ZO := Z: fi: fi:
  if (i mod 10) = 0 then T := alpha*T: fi: od:
```

Рисунок 9 – Фрагмент программы "Метод имитации отжига"

$$Z_{Maple} = 10,25 + 1 = 11,25 \text{ млн. руб.} \quad (1)$$

Для оценки экономии от разработанной методики в качестве критерия можно выбрать:

- значение коэффициента использования пробега;
- оптимизация маршрута (его протяженность, пропускная способность, скорость, загруженность);
- затраты топлива на 1 т перевезенного груза.

В нашем примере для простоты расчета будем считать, что основная экономия достигается за счет сокращения протяженности пройденного маршрута при транспортировке груза от производителя к потребителю. Таким образом, годовая экономия будет равна экономии, связанной с сокращением транспортных расходов на топливо, а также с сокращением величины износа грузового автомобиля и отчислений в амортизационный фонд.

Рассчитаем экономию за счет сокращения транспортных расходов на топливо. По оценочным данным, средняя величина сокращения протяженности пройденного за счет оптимизации маршрута на одну поездку составляет около 60 км, норма потребления грузовым автомобилем топлива на 100 км в загруженном состоянии может достигать 15 л. Проанализировав текущую ситуацию на рынке автомобильного топлива, можно сделать заключение, что средняя цена топлива составляет 11 000 руб. Экономия, связанная с сокращением транспортных расходов на топливо на одну грузоперевозку, составляет:

$$P = 15 \times \frac{60}{100} \times 11000 = 99000 \text{ руб.} \quad (2)$$

Предположим, что предприятие обновляет ассортимент два раза в месяц в десяти фирменных магазинах. Таким образом, величина годовой экономии составит:

$$P = 99000 \times (10 \times 4 \times 12) = 47,52 \text{ млн. руб.} \quad (3)$$

Тогда экономический эффект от внедрения нового программного обеспечения может быть

рассчитан по формуле

$$\mathcal{E}_{Maple} = \frac{\sum_{t=1}^k (P - Z_{Maple})}{k} \quad (4)$$

где \mathcal{E} – годовая суммарная экономия, млн.руб.; Z – годовые суммарные затраты, связанные с внедрением нового программного обеспечения, млн. руб.; k – количество лет реализации проекта плюс один год, лет.

$$\mathcal{E}_{Maple} = \frac{(47,52 - 11,25) + 47,52}{2} = 41,9 \text{ млн. руб.} \quad (5)$$

Данные величины экономического эффекта свидетельствует о том, что даже при приблизительном расчете с учетом только одного фактора экономии минимальный эффект от внедрения разработанной методики в расчете на один грузовой автомобиль получился значительным.

Также к числу экономических результатов относятся увеличение объема перевозок и улучшение качества работы транспортной системы, способствующие повышению конкурентоспособности предприятия, эффективности экономики и увеличению национального богатства. Кроме того, экономические результаты заключаются в более эффективном использовании хозяйственных ресурсов, их экономии или предотвращении потерь в производственной и непроизводственной сферах народного хозяйства, достигаемых благодаря совершенствованию транспортного процесса.

Кроме экономического эффекта очевидным является экологический эффект, заключающийся в уменьшении отрицательного воздействия грузового транспорта на окружающую среду в связи со снижением загрязнения её атмосферы вредными выбросами и шумом и достигаемый за счет уменьшения длины транспортных маршрутов, объемов используемого топлива и так далее.

Таким образом, по результатам расчета экономического эффекта от внедрения разработанной методики оптимизации транспортных расходов с использованием теории графов в пакетах прикладных программ можно заключить,

что это выгодно предприятиям. Хотя выгода и косвенная, но, как правило, заметна в средне- и долгосрочной перспективе за счет снижения себестоимости произведенной продукции. Все это обуславливает перспективность внедрения

предложенной методики на предприятиях промышленности и бытового обслуживания населения всех форм собственности Республики Беларусь.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аладьев, В.З., Бойко, В.К., Ровба, Е.А. (2011), *Программирование в пакетах Maple и Mathematica: Сравнительный аспект*, Гродно, 2011, 516 с.
2. Березина, Л.Ю. (1979), *Графы и их применение*, Москва, Просвещение, 1979, 143 с.
3. Кирсанов, М.Н. (2007), *Графы в Maple. Задачи, алгоритмы, программы*, Москва, 2007, 168 с.
4. Кристофидес, Н. (1978), *Теория графов. Алгоритмический подход*, Москва, Мир, 1978, 432 с.
5. Хлевной, И.И. (2006), *Грузовые перевозки*, СПб., 2006, 290 с.
6. *Расчет экономического эффекта от внедрения системы автоматизации* [Электронный ресурс] / Компания «Antegraconsulting». – Режим доступа: <http://www.antegra.ru>. – Дата доступа: 14.05.2014.
7. Sharstniou, U. L., Vardamatskaja, A. U. (2007) Computer information technology: software packages for modeling and analysis of problems in economics: a tutorial [Компьютерные информационные технологии: пакеты прикладных программ для моделирования и анализа задач экономики, Vitebsk EE «VSTU», 2007. 138str

REFERENCES

1. Alad'ev, V.Z., Vojko, V.K., Rovba, E.A. (2011), *Programmirovaniye v paketah Maple i Mathematica: Sravnitel'nyj aspekt* [Programming in the Maple and Mathematica packages: A comparative aspect], GGU, Grodno, 2011, 516 p.
2. Berezina, L. Ju. (1979), *Grafy i ih primeneniye* [Graphs and their application], Prosveshhenie, 1979, 143 p.
3. Kirsanov, M.N. (2007), *Grafy v Maple. Zadachi, algoritmy, programmy* [Graphs in Maple. Tasks, programs, algorithms], Moscow, 2007, 168 p.
4. Kristofides, N. (1978) *Teoriya grafov. Algoritmicheskij podhod* [Graph theory. An algorithmic approach], Moscow, Mir, 1978, 432 p.
5. Hlevnoj, I.I. (2006), *Gruzovye perevozki* [Freight transport], SPb., 2006, 290 p.
6. *The calculation of the economic effects of the introduction of automation systems* [electronic resource] [Raschet jekonomicheskogo jeffekta ot vnedrenija sistemy avtomatizacii] [Elektronnyj resurs] / Kompanija «Antegraconsulting». – Rezhim dostupa: <http://www.antegra.ru>. – Data dostupa: 14.05.2014.
7. Sharstniou, U. L., Vardomatskaja, A. U. (2007) Computer information technology: software packages for modeling and analysis of problems in economics: a tutorial [Kompjuternye informacionnye tehnologii: pakety prikladnyh programm dla modelirovanija i analiza zadach ekonomiki], Vitebsk EE «VSTU», 2007. 138 str.

Статья поступила в редакцию 18. 01. 2016 г.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПОРТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ КАБЕЛЬНО-ПРОВОДНИКОВОЙ ПРОДУКЦИИ: МЕТОДИКА И АПРОБАЦИЯ

В.В. Квасникова, В.А. Ермоленко

УДК 658.114

РЕФЕРАТ

ЭКСПОРТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ВНЕШНЕГО РЫНКА, ЭКСПОРТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ, КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПРОДУКЦИИ

На основе анализа существующих подходов разработана методика оценки эффективности экспортной деятельности организаций по производству кабельно-проводниковой продукции. Методика базируется на показателях, характеризующих эффективность использования экспортного потенциала, и отражающих привлекательность внешнего рынка сбыта. По предложенной авторами методике оценена эффективность экспортной деятельности ООО «ПО «Энергокомплект» на четырех внешних рынках сбыта.

ABSTRACT

EXPORT BUSINESS, EFFICIENCY, ATTRACTIVENESS OF THE FOREIGN MARKET, EXPORT POTENTIAL, COMPETITIVENESS OF THE PRODUCTS

Method for evaluation of the efficiency of export business in organizations manufacturing cabling and wiring products was based on an analysis of existing approaches. the methodology is based on indicators characterizing the efficiency of export potential and reflecting the attractiveness of foreign markets. According to the proposed methodology efficiency of export business of «ПО «Energokomplekt» in four foreign markets was evaluated.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Одной из наиболее актуальных задач в области экспортной деятельности является процесс выбора внешнего рынка. Исследования показывают, что организация в ходе планирования своей международной деятельности должна производить отбор наиболее перспективных внешних рынков с учетом возможной реализации стратегии их освоения и развития. Вместе с тем, из-за различий рынков и условий входа на них в большинстве случаев представляется невозможным или малоэффективным осваивать эти рынки с помощью одной и той же стратегии. В связи с этим разработка методики оценки эффективности экспортной деятельности организации может выступать инструментом как для выбора самого внешнего рынка, так и для определения стратегии работы на нем.

Теоретические и методические основы исследования эффективности экспортной деятельности организации и использования экспортного потенциала изложены в работах зарубежных

и отечественных ученых-экономистов: Азмина Ю. М., Александровича Я. М., Алехновича А. В., Андриановой В. Д., Бондаренко В., Воробьевой Л. В., Грачева Ю. Н., Дадалко С., Дубко С., Дружкиной М. А., Друцкой Е. О., Ивашиненко Е. О., Котлера Ф., Лебедевой М. В., Лифица И. М., Медведева П. М., Михайловского В. П., Михайлиной А. Н., Мосейко В. О., Окрепилова В. В., Попова Е. В., Попова С. Г., Портера М., Сейфуллаевой М. Э., Сидоренко А. В., Сычева С., Чирановой Р. А., Фатхутдинова Т. И., Фоменка Д., Шимова В. Н., Юданова А. Ю. и других.

Существующие на сегодня методики ориентированы, прежде всего, на определение показателей использования экспортного потенциала без учета специфических особенностей как различных рынков сбыта, так и отдельных видов деятельности. Проблемы оценки эффективности экспортной деятельности особенно актуальны для организаций по производству кабельно-проводниковой продукции, так как для них, в отличие от большинства отечественных субъектов

хозяйствования, ориентированных в основном на рынок Российской Федерации, характерна диверсификация экспортной деятельности.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель статьи заключается в разработке методики оценки эффективности экспортной деятельности организаций по производству кабельно-проводниковой продукции.

Задачами исследования являются:

- изучить и систематизировать существующие подходы к оценке эффективности экспортной деятельности организаций;
- обосновать систему показателей для оценки эффективности экспортной деятельности для организаций по производству кабельно-проводниковой продукции;
- апробировать разработанную методику по данным организации по производству кабельно-проводниковой продукции.

Анализ научной литературы по проблеме [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] позволил уточнить определение эффективности экспортной деятельности организации, под которой авторы понимают способность организации достигать своих целей на зарубежных рынках при условии экономичности использования всех видов ресурсов.

Теоретическое исследование показало, что в существующих методиках нет единого подхода к оценке эффективности экспортной деятельности промышленных организаций. Большинство методик содержат общие показатели, характеризующие эффективность сбыта на внешних рынках, такие как удельный вес экспорта в общем объеме производства (реализации) продукции организации-экспортера; удельный вес прибыли от экспорта продукции в общем объеме прибыли организации-экспортера; рентабельность экспортных продаж; доля инновационной продукции [3, 4, 5, 6]. Таким образом, показатели, предлагаемые в методиках, характеризуют внутреннюю среду организации и оценивают эффективность экспорта с точки зрения самой организации и не учитывают специфические особенности различных внешних рынков сбыта. Анализ показал, что наибольшей обоснованностью и полнотой обладает методика О. Р. Левшицкой и В. В. Квасниковой [8], которая предусматривает осуществление оценки эффективности экспортного потенциала

на основе частных, обобщающих и интегральных показателей, которые учитывают внешнюю и внутреннюю эффективность экспортной деятельности промышленной организации.

Вместе с тем, несмотря на ряд существенных преимуществ, эта методика обладает следующими недостатками:

- показатели внешней эффективности экспортной деятельности в большей степени характеризуют вклад вида деятельности в экономику страны и региона и не учитывают конъюнктуру внешнего рынка, что обусловлено ориентацией большинства отечественных организаций на один внешний рынок – Российской Федерации;
- отсутствует показатель, характеризующий входные барьеры на внешний рынок;
- не учитывается ёмкость рынка и интенсивность конкуренции на нем, экономическая и политическая ситуация в стране-импортере;
- методика оценки конкурентоспособности продукции ориентирована на организации по производству обуви и не может быть использована для организаций по производству кабельно-проводниковой продукции.

Таким образом, указанные недостатки не позволяют использовать эту методику для принятия обоснованных управленческих решений при осуществлении экспортной деятельности на различные внешние рынки организаций по производству кабельно-проводниковой продукции (КПП).

Исходя из вышеизложенного, разработана собственная методика оценки эффективности экспортной деятельности организации по производству кабельно-проводниковой продукции, которая предусматривает оценку не только использования экспортного потенциала организации, но и привлекательности внешнего рынка, и на этой основе определение интегрального показателя эффективности экспортной деятельности.

Экспортный потенциал организации характеризуется объемом и эффективностью использования ее совокупных ресурсов, которые могут быть мобилизованы для производства конкурентоспособной продукции, предназначенной для реализации на внешних рынках. Авторы разделяют точку зрения большинства ученых-экономистов, которые для оценки экспортного

потенциала организации предлагают использовать систему частных показателей, представленных в таблице 1.

Между тем, отдельного рассмотрения требует показатель «конкурентоспособность ка-бельно-

проводниковой продукции на внешнем рынке». Исходя из того, что кабельно-проводниковая продукция относится к технической продукции, ее основные качественные показатели имеют конкретные количественные значения. Поэтому

Таблица 1 – Система частных показателей для оценки экспортного потенциала организаций по производству кабельно-проводниковой продукции

Показатели	Алгоритм расчета	Характеристика показателя
1. Темп роста экспорта	$Tr = \frac{O_{Эn}}{O_{Эn-1}}$ где $O_{Эn}$ – объем продукции, реализованной на экспорт в n-ом периоде млн. руб. (тыс. долл. США, тыс. пар.); $O_{Эn-1}$ – объем продукции, реализованной на экспорт в предыдущем периоде, млн. руб.	Отражает динамику экспортной деятельности организации. Положительная динамика имеет место при значении показателя больше 1
2. Доля расходов на реализацию на внешних рынках в общих расходах на реализацию	$Дзобщ = \frac{Зр.вн}{Зр.общ}$ где $Зр.вн$ – сумма расходов на реализацию на внешних рынках, млрд. руб.; $Зобщ$ – общая сумма расходов на реализацию, млрд. руб.	Отражает долю расходов на реализацию на внешних рынках в общих расходах организации на реализацию, характеризует интенсивность маркетинговой и сбытовой деятельности организации на внешних рынках
3. Доля прибыли от реализации экспорта в общем объеме прибыли от реализации организации экспортера	$Дпэ = \frac{Пэ}{По}$ где $По$ – общая величина прибыли от реализации, млн. руб.	Показывает долю прибыли от реализации экспортируемой продукции в общей сумме прибыли от реализации продукции организации-экспортера; чем больше показатель, тем больше значимость экспорта для организации. Отражает влияние экспортной деятельности на формирование финансовых результатов организации
4. Рентабельность продукции, реализованной на экспорт	$Рэ = \frac{Пэ}{Сэ}$ где $Пэ$ – прибыль от реализации экспортируемой продукции, млн. руб.; $Сэ$ – себестоимость экспортируемой продукции, млн. руб.	Характеризует эффективность производства продукции, реализуемой на экспорт для организации-экспортера
5. Рентабельность продаж на внешнем рынке	$Рэпр = \frac{Пэ}{Вэ}$ где $Вэ$ – выручка от реализации экспортируемой продукции, млн. руб.	Показывает прибыльность экспорта продукции; чем выше данный показатель, тем выгоднее экспорт продукции для организации-экспортера
6. Конкурентоспособность кабельно-проводниковой продукции на внешнем рынке	$Кк = \frac{J_{квч}}{J_{см}}$ где $Кк$ – интегральный индекс конкурентоспособности оцениваемого товара по отношению к товару-образцу, доля ед.; $J_{квч}$ – групповой индекс конкурентоспособности по качественным показателям, доля ед.; $J_{см}$ – групповой индекс конкурентоспособности по стоимостным показателям, доля ед.	Отражает уровень конкурентоспособности товара. Если интегральный индекс конкурентоспособности больше 1, то конкурентоспособность оцениваемого товара выше по сравнению с товаром-образцом, если меньше 1, то ниже. Если этот показатель равен 1, то конкурентоспособность оцениваемого товара и товара-образца одинакова

Источник: собственная разработка на основе [3, 4, 5, 6, 8].

для оценки конкурентоспособности кабельно-проводниковой продукции предлагается использовать смешанный метод, этапы его проведения изложены в [9].

Отбор наиболее важных показателей конкурентоспособности кабельно-проводниковой продукции и оценка их значимости осуществлены путем опроса группы экспертов в составе 6 человек, сформированной из технических специалистов ООО «ПО «Энергокомплект» (групповой коэффициент компетентности составил 0,72). Таким образом, для оценки конкурентоспособности кабельно-проводниковой продукции были отобраны следующие качественные и стоимостные показатели: температура окружающей среды при монтаже проводов, радиус изгиба провода при монтаже, стойкость провода к воздействию температуры окружающей среды, температура нагрева токопроводящих жил при эксплуатации провода, срок службы, гарантийный срок эксплуатации, цена, доставка.

На основе частных показателей производится расчет обобщающего показателя эффективности использования экспортного потенциала организации по формуле

$$\mathcal{E}П_{об} = \sum_{i=1}^6 a_i^{эн} \mathcal{U}_i^{эн}, \quad (1)$$

где $\mathcal{E}П_{об}$ – обобщающий показатель эффективности использования экспортного потенциала организации, балл; $a_i^{эн}$ – коэффициент значимости i -го частного показателя экспортного потенциала организации, доля ед.; $\mathcal{U}_i^{эн}$ – значение i -го частного показателя экспортного потенциала организации, балл.

Приведение частных показателей эффективности использования экспортного потенциала организации к единой системе измерения осуществляется на основе оценочных шкал, представленных в таблице 2.

Привлекательность внешнего рынка характеризуется совокупностью факторов внешней среды, которые определяют общие условия осуществления экспортной деятельности организации как в настоящий момент, так и в перспективе. Эти факторы имеют различную природу, от их состояния и взаимодействия будет зависеть результат

экспортной деятельности организации, а именно рост объемов экспорта продукции, усиление конкурентной позиции организации на внешнем рынке, расширение географической направленности экспорта и другие.

Для оценки привлекательности внешнего рынка организаций по производству кабельно-проводниковой продукции предложена система частных показателей, включающая: емкость внешнего рынка; интенсивность конкуренции на внешнем рынке; расходы на реализацию минимального объема поставки на внешнем рынке (20 т КПП); оценку стабильности политической и экономической ситуации в стране-импортере (таблица 3).

В связи с тем, что предложенная система частных показателей для оценки привлекательности внешнего рынка имеет разные единицы измерения, для приведения их к единой системе разработаны оценочные шкалы. Для разработки оценочной шкалы для показателя «расходы на реализацию минимального объема поставки на внешнем рынке» были привлечены ведущие сотрудники отдела маркетинга и внешнеэкономических связей ООО «ПО «Энергокомплект», значения остальных показателей были установлены на основе опроса ученых-экономистов в составе 5 человек (групповой коэффициент компетентности составил 0,78).

В таблице 4 представлены оценочные шкалы частных показателей привлекательности внешнего рынка.

После приведения частных показателей к единой системе измерения производится расчет обобщающего показателя привлекательности внешнего рынка кабельно-проводниковой продукции по формуле

$$\mathcal{P}P_{об}^{вн} = \sum_{i=1}^4 a_i^{вн} \mathcal{U}_i^{вн}, \quad (2)$$

где $\mathcal{P}P_{об}^{вн}$ – обобщающий показатель привлекательности внешнего рынка, балл; $a_i^{вн}$ – коэффициент значимости i -го частного показателя привлекательности внешнего рынка кабельно-проводниковой продукции, доля ед.; $\mathcal{U}_i^{вн}$ – значение i -го частного показателя привлекательности внешнего рынка кабельно-проводниковой

Таблица 2 – Оценочные шкалы частных показателей эффективности использования экспортного потенциала организации

Наименование показателя	Состояние показателя	Оценка, балл
1. Темп роста экспорта	Более 120 % 110 – 120 % 100 – 110 % 85 – 110 % Менее 85 %	5 (очень высокий) 4 (высокий) 3 (средний) 2 (ниже среднего) 1 (низкий)
2. Доля расходов на реализацию на внешних рынках в общих расходах на реализацию	Более 60 % 45 – 60 % 30 – 45 % 15 – 30 % Менее 15 %	5 (очень высокая) 4 (высокая) 3 (средняя) 2 (ниже среднего) 1 (низкая)
3. Доля прибыли от реализации экспорта в общем объеме прибыли от реализации организации экспортера	Более 20 % 15 – 20 % 10 – 15 % 5 – 10 % 1 – 5 %	5 (очень высокая) 4 (высокая) 3 (средняя) 2 (ниже среднего) 1 (низкая)
4. Рентабельность продукции, реализованной на экспорт	Более 50 % 25 – 50 % 10 – 25 % 5 – 10 % Менее 5 %	5 (очень высокая) 4 (высокая) 3 (средняя) 2 (ниже среднего) 1 (низкая)
5. Рентабельность продаж на внешнем рынке	Более 30 % 15 – 30 % 5 – 15 % 1 – 5 % Менее 1 %	5 (очень высокая) 4 (высокая) 3 (средняя) 2 (ниже среднего) 1 (низкая)
6. Конкурентоспособность кабельно-проводниковой продукции на внешнем рынке	4 – 5 балл 3 – 4 балл 2 – 3 балл 1 – 2 балл	высокая средняя ниже среднего низкая

Источник: собственная разработка на основе [8].

продукции, балл.

На основе обобщающих показателей эффективности использования экспортного потенциала организации и привлекательности внешнего рынка рассчитывается интегральный показатель эффективности экспортной деятельности на конкретном рынке по формуле 3

$$I_{эд} = K_{з}^{эн} \times ЭП_{об} + K_{з}^{нр} \times ПР_{об}^{вн}, \quad (3)$$

где $K_{з}^{эн}$ – коэффициент значимости обобщающего показателя эффективности использования экспортного потенциала организации; $K_{з}^{нр}$ – коэффициент значимости обобщающего показателя привлекательности внешнего рынка.

Коэффициенты значимости обобщающих показателей эффективности использования экспортного потенциала организации и привлекательности внешнего рынка установлены на основе опроса экспертов.

Качественная оценка эффективности экспортной деятельности организации на основе интегрального показателя дается по оценочной шкале (таблица 5).

Таким образом, предложенная методика оценки эффективности экспортной деятельности позволяет учесть особенности организаций по производству кабельно-проводниковой продукции и характеристики внешних рынков сбыта, что повысит обоснованность управленческих решений в области экспортной деятельности.

Апробация разработанной методики была

Таблица 3 – Система частных показателей для оценки привлекательности внешнего рынка организаций по производству кабельно-проводниковой продукции

Показатели	Алгоритм расчета	Характеристика показателя
1. Емкость внешнего рынка	определяется на основе экспертной оценки и маркетинговых исследований рынка	Отражает привлекательность внешнего рынка с точки зрения возможностей сбыта продукции
2. Интенсивность конкуренции на внешнем рынке (Индекс Херфиндаля-Хиршмана)	$IHH = \sum_{i=1}^k D_i^2,$ где D_i – рыночная доля i -ой организации, доля ед.; k – количество организаций на рынке	Характеризует силу конкурентной борьбы на внешнем рынке с учетом количества организаций – конкурентов и распределения их рыночных долей
3. Расходы на реализацию минимального объёма поставки на внешнем рынке (20 т КПП)	$P_{аб} = T_{пошл} + P_{серт} + T_p,$ где $T_{пошл}$ – сумма таможенной пошлины у.е.; $P_{серт}$ – расходы на сертификацию у.е.; T_p – транспортные расходы, у.е.	Позволяет учитывать входные барьеры на внешний рынок. Так, значительные таможенные пошлины на внешнем рынке могут сделать продукцию неконкурентоспособной по цене, так же как и значительная удаленность рынка приводит к росту транспортных расходов.
4. Оценка стабильности политической и экономической ситуации в стране-импортере	определяется на основе экспертной оценки	В определенной степени позволяет учитывать степень риска, связанного с осуществлением экспортной деятельности на конкретном внешнем рынке

Источник: собственная разработка.

Таблица 4 – Оценочные шкалы частных показателей привлекательности внешнего рынка

Наименование показателя	Состояние показателя	Оценка, балл
1. Емкость внешнего рынка	Более 30 млн у.е. 20 – 30 млн у.е. 10 – 15 млн у.е. 5 – 10 млн у.е. Менее 5 млн у.е.	5 (очень высокая) 4 (высокая) 3 (средняя) 2 (ниже среднего) 1 (низкая)
2. Интенсивность конкуренции на внешнем рынке (Индекс Херфиндаля-Хиршмана)	0,8 – 1 0,4 – 0,8 0,18 – 0,4 0,1 – 0,18 0 – 0,1	5 (низкая) 4 (ниже среднего) 3 (средняя) 2 (высокая) 1 (очень высокая)
3. Расходы на реализацию минимального объёма поставки на внешнем рынке в полной себестоимости продукции (20 т КПП)	Более 30 % 20 – 30 % 15 – 20 % 5 – 10 % Менее 5 %	5 (очень высокая) 4 (высокая) 3 (средняя) 2 (ниже среднего) 1 (низкая)
4. Оценка стабильности политической и экономической ситуации в стране-импортере	Более 100 % 80 – 100 % 60 – 80 % 40 – 60 % Менее 40 %	5 (очень высокий) 4 (высокий) 3 (средний) 2 (ниже среднего) 1 (низкий)

Источник: собственная разработка.

Таблица 5 – Оценочная шкала эффективности экспортной деятельности промышленной организации

Значение интегрального показателя эффективности экспортной деятельности, балл	Эффективность использования экспортного потенциала
0 – 1	низкая
1 – 2	ниже среднего
2 – 3	средняя
3 – 4	высокая
4 – 5	очень высокая

Источник: собственная разработка.

проведена по фактическим данным организации по производству кабельно-проводниковой продукции ООО «ПО «Энергокомплект», которая поставляет продукцию на рынки Латвии, Литвы, Эстонии, Чешской Республики.

Особую сложность в определении эффективности использования экспортного потенциала организации представляет оценка конкурентоспособности кабельно-проводниковой продукции, так как ее ассортимент достаточно широк. В

Таблица 6 – Оценка конкурентоспособности кабеля АХМК 4*16 RE 0,6/1 kV на рынке Латвии

Показатели	Коэффициент значимости	ООО «ПО «Энергокомплект»	«TELE- FONIKA Kable»	«Draka Cables»*
1. Качественные показатели				
1.1 Температура окружающей среды при монтаже проводов, °С	0,1	-15	-10	-15
1.2 Радиус изгиба провода при монтаже, D	0,1	12	10	15
1.3 Стойкость провода к воздействию температуры окружающей среды, °С	0,2	от -50 до +50	от -40 до +40	от -50 до +50
1.4 Температура нагрева токопроводящих жил при эксплуатации, °С	0,05	90	80	90
1.5 Срок службы, лет	0,25	25	25	30
1.6 Гарантийный срок эксплуатации, лет	0,3	4	4	5
2. Стоимостные показатели				
2.1 Цена, у.е.	0,8	0,74	0,74	0,75
2.2 Доставка, у.е.	0,2	0,01	0,02	0,01
Интегральный индекс конкурентоспособности	X	0,89	0,66	1
Оценка конкурентоспособности, балл		4,45	3,3	5

Источник: собственная разработка.

таблице 6 представлен фрагмент оценки конкурентоспособности продукции на рынке Латвии на примере кабеля АХМК 4*16 RE 0,6/1 kV.

В связи с тем, что кабель АХМК 4*16 RE 0,6/1 kV производства «Draka Cables» по большинству показателей превосходит кабели ООО «ПО «Энергокомплект» и «TELE-FONIKA Kable», он был выбран в качестве образца. Как видно из таблицы 6, у кабеля производства ООО «ПО «Энергокомплект» значения трех качественных показателей хуже значений показателей кабеля-образца, а именно срок службы меньше на 5

лет, гарантийный срок эксплуатации меньше на 1 год, радиус изгиба при монтаже меньше на 3 D. В то же время цена кабеля производства ООО «ПО «Энергокомплект» ниже по сравнению с «Draka Cables». Таким образом, интегральный индекс конкурентоспособности кабеля ООО «ПО «Энергокомплект» составил 0,89, то есть его конкурентоспособность ниже по сравнению с кабелем «Draka Cables». Однако конкурентоспособность кабеля ООО «ПО «Энергокомплект» выше по сравнению с кабелем «TELE-FONIKA Kable», у которого интегральный индекс конкуренто-

Таблица 7 – Оценка конкурентоспособности наиболее значимой продукции ООО «ПО «Энергокомплект» по рынкам сбыта

Показатели	Латвия		Латвия			Эстония		Чехия	
	АМКА 3*70+95	АХМК 4*16	АМКА 3*16+25	АХМК 4*240	АНХСМ КЗ*120/16 - 10	АМКА 3*50+70	АХМК 4*120	1-AES 4*120	АУКУ-Ј 4*35
1.1 Температура окружающей среды при монтаже проводов, °С	-20	-15	-20	-15	-20	-20	-15	-20	-15
1.2 Радиус изгиба провода при монтаже, D	20	12	20	12	15	20	12	20	12
1.3 Стойкость провода к воздействию температуры окружающей среды, °С	от -40 до +90	от -50 до +50	от -40 до +90	от -50 до +50	от -60 до +50	от -40 до +90	от -50 до +50	от -40 до +90	от -50 до +50
1.4 Температура нагрева токопроводящих жил при эксплуатации, °С	90	90	90	90	90	90	90	90	90
1.5 Срок службы, лет	40	25	40	25	30	40	25	40	25
1.6 Гарантийный срок эксплуатации, лет	3	4	3	4	5	3	4	3	4
2.1 Цена, у.е.	2,91	0,74	0,7	8,74	7,91	2,01	4,83	4,75	1,88
2.2 Доставка, у.е.	0,04	0,01	0,01	0,13	0,97	0,04	0,1	0,12	0,04
Интегральный индекс конкурентоспособности	1,12	0,89	1,2	1	1	1,07	0,88	0,57	0,55
Оценка конкурентоспособности, балл	5	4,45	5	5	5	5	4,4	3,3	3,1

Источник: собственная разработка.

способности составил 0,66.

В таблице 7 представлена оценка конкурентоспособности наиболее значимых видов продукции ООО «ПО «Энергокомплект» по рынкам сбыта.

С учетом долей реализации кабельно-проводниковой продукции в общем объеме реализации определены средневзвешенные оценки ее конкурентоспособности отдельно для каждого внешнего рынка (таблица 8).

Таблица 8 – Оценка эффективности экспортной деятельности ООО «ПО «Энергокомплект» по внешним рынкам сбыта

Наименование показателя	Коэффициент значимости	Рынки сбыта ООО «ПО «Энергокомплект»			
		Латвия	Литва	Эстония	Чешская Республика
1 Обобщающий показатель привлекательности рынка	0,65	3,6	3,3	3,3	4
1.1 Емкость внешнего рынка	0,3	4	3	3	5
1.2 Интенсивность конкуренции на внешнем рынке	0,2	3	3	3	2
1.3 Расходы на реализацию минимального объёма поставки на внешнем рынке в полной себестоимости продукции (20 т КПП)	0,1	2	2	2	1
1.4 Оценка стабильности политической и экономической ситуации в стране-импортере	0,4	4	4	4	5
2 Обобщающий показатель экспортного потенциала организации	0,35	4,12	3,50	2,25	3,44
2.1 Темп роста экспорта	0,25	5	5	1	4
2.2 Доля расходов на реализацию на внешних рынках в общих расходах на реализацию	0,1	3	1	1	3
2.3 Доля прибыли от реализации экспорта в общем объеме прибыли от реализации организации экспортера	0,15	4	1	1	4
2.4 Рентабельность продукции, реализованной на экспорт	0,2	4	4	3	3
2.5 Рентабельность продаж на внешнем рынке	0,15	3	3	3	3
2.6 Конкурентоспособность кабельно-проводниковой продукции на внешнем рынке	0,15	4,82	5	4,65	3,28
Интегральный показатель эффективности экспортной деятельности на конкретном рынке	x	3,78	3,37	2,93	3,80

Источник: собственная разработка на основе данных организации.

В таблице 8 также представлены значения частных, обобщающих и интегральных показателей эффективности экспортной деятельности ООО «ПО «Энергокомплект» на внешних рынках.

Данные таблицы свидетельствуют, что показатель емкость рынка КПП отличается по странам. Так, наибольшую емкость имеет рынок Чешской Республики (5 баллов), что обусловлено большими размерами страны и наличием развитой энергосистемы. На втором месте с емкостью 21 млн. у.е. находится рынок Латвии, эта страна также имеет большую площадь. В настоящее время емкость рынка Литвы составляет 18 млн. у.е., но в перспективе емкость этого рынка существенно увеличится за счет реализации двух крупных энергетических проектов. В целом можно заключить, что рост емкости рынка характерен для всех стран за счет реализации энергетических проектов и проектов по электрификации железных дорог.

На основе значений индекса Херфиндаля-Хиршмана можно сделать вывод, что на внешних рынках сбыта ООО «ПО «Энергокомплект» наблюдается высокая и средняя интенсивность конкуренции. Наиболее высокий уровень интенсивности конкуренции характерен для рынка Чешской Республики – 2 балла. Это связано с наличием крупных производств кабельно-проводниковой продукции внутри страны, а также присутствием на рынке крупных производителей из Германии. Интенсивность конкуренции на рынках стран Балтии является средней – 3 балла.

Наименьшие расходы на реализацию минимального объема поставки характерны для стран Балтии (2 балла). Такое положение дел обусловлено меньшими транспортными расходами в связи с территориальной близостью этих стран к территории Республики Беларусь. Самые большие расходы на поставку минимальной партии продукции организация несет на рынке Чешской Республики (1 балл), эти расходы на 60 – 70 % выше по сравнению со странами Балтии.

В связи с тем, что все страны являются участниками Европейского экономического союза, экономическую и политическую стабильность в них эксперты оценили достаточно высоко. В настоящее время, несмотря на проблемы с беженцами, в связи со значительным падением цен на нефть в странах ЕС наблюдается экономический

рост, который в 2015 году составил 1,4 %, а в 2016 году рост ВВП составит 1,9 %.

Исходя из обобщающих оценок привлекательности внешних рынков сбыта ООО «ПО «Энергокомплект» можно заключить, что наиболее привлекательным с точки зрения осуществления экспорта является рынок Чешской Республики (4 балла). На втором месте с оценкой в 3,6 балла находится рынок Латвии, а рынки Литвы и Эстонии получили одинаковые оценки, по 3,3 балла.

Наиболее высокие темпы роста экспорта, превышающие 200 %, наблюдаются по рынкам Латвии и Литвы. Для рынка Чешской Республики также характерен рост, однако темпы роста значительно ниже и составляют 110 %. Только по одному рынку происходит снижение экспорта на 36,6 % – это рынок Эстонии. Такая ситуация обусловлена усилением конкуренции со стороны европейских производителей и отсутствием у организации торгового представительства в этой стране.

Наибольший вклад в формирование прибыли от осуществления экспортной деятельности вносит реализация продукции на рынке Латвии и Чешской Республики (4 балла), на рынках Литвы и Эстонии организация получает не более 3 % прибыли от реализации.

Как положительное следует отметить, что в сложившихся экономических условиях рентабельность реализации продукции на экспорт ООО «ПО «Энергокомплект» имеет достаточно высокие значения. Тем не менее, более высокий уровень рентабельности реализованной продукции характерен для рынков Литвы и Латвии (4 балла), на рынках Эстонии и Чешской Республики рентабельность реализованной продукции получила оценки 3 балла, что обусловлено более высокими транспортными расходами.

Оценка конкурентоспособности продукции ООО «ПО «Энергокомплект» по рынкам сбыта показала, что на рынках стран Балтии продукция организации имеет более высокий уровень конкурентоспособности по сравнению с рынком Чешской Республики, что обусловлено стоимостными показателями.

В целом можно заключить, что с точки зрения использования экспортного потенциала наиболее эффективно экспортная деятельность орга-

низации осуществляется на рынке Латвии – 4,12 балла, с существенным отставанием в 0,62 балла и 0,68 балла за ним следуют рынки Литвы и Чешской Республики, наиболее низкое значение показателя получил рынок Эстонии (2,25 балла).

В целом на основе значений интегральных показателей эффективности экспортной деятельности можно сделать вывод, что ООО «ПО «Энергокомплект» наиболее целесообразно осуществлять сбыт продукции на рынки Чешской Республики и Латвии. В соответствии с оценочной шкалой экспортная деятельность на рынках этих стран является высокоэффективной. Экспортная деятельность и на рынке Литвы также является высокоэффективной, хотя значение интегрального показателя составляет 3,37 балла, что на 0,43 балла ниже по сравнению с лидерами. Значение интегрального показателя

2,93 балла свидетельствует о том, что экспортная деятельность на рынке Эстонии имеет среднюю эффективность. Для повышения эффективности экспортной деятельности на рынке Эстонии ООО «ПО «Энергокомплект» должен создать свое представительство, как это сделано в Чешской Республике.

ВЫВОДЫ

Таким образом, апробация разработанной методики показала, что она может быть использована для оценки эффективности экспортной деятельности организаций по производству кабельно-проводниковой продукции. На практике использование методики позволит обеспечить повышение качества и обоснованности управленческих решений в области экспортной деятельности организаций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Швыдкий, В.В. (2010), Теория и практика формирования и реализации экспортного потенциала предприятий, *Известия КГТУ* (19), С. 67-73.
2. Круглов, В.С. (2006), *Формирование и использование экспортного потенциала промышленных предприятий*, Саратов, 19 с.
3. Дубков, С. (2013), Роль экспортного потенциала в социально-экономической системе, *Банковский вестник* (47), С. 40-43.
4. Сычев, М.С. (2012), *Развитие методического обеспечения анализа и оценки экспортного потенциала предприятия*, Йошкар-Ола, 20 с.
5. Дубков, С., Дадалко, С., Фоменок, Д. (2011), Формирование и оценка экспортного потенциала промышленных предприятий, *Банковский вестник* (28), С. 29-35.
6. Мосейко, В.О., Азмина, Ю.М. (2012), Многофак-

REFERENCES

1. Shwidkiy, V.V. (2010), Theory and practice of formation and realization of the export potential of enterprises [Teorija i praktika formirovaniya i realizacii jeksportnogo potenciala predpriyatij], *Izvestija KGTU – Proceedings of KSTU*, 2010, № 19, pp. 67 – 73.
2. Kruglov, V.S. (2006), *Formirovanie i ispol'zovanie jeksportnogo potenciala promyshlennyh predpriyatij* [Formation and use of the export potential of industrial enterprises], Saratov, 19 p.
3. Dubkov, S. (2013), The role of the export capacity in the socio-economic system. *Banking Gazette* [Rol' jeksportnogo potenciala v social'no-jekonomicheskoj sisteme], *Bankovskij vestnik – Bank Bulletin*, 2013, № 47, pp. 40 – 43.
4. Sychev, M. S. (2012). *Razvitie metodicheskogo obespechenija analiza i ocenki jeksportnogo potenciala predpriyatija* [Development of methodical support of the analysis and evaluation of the export potential of the enterprise], Yoshkar-Ola, 20 p.

- торная оценка экспортного потенциала малых и средних предприятий региона, *Вестник Волгоградского государственного университета* (21), С. 63-71.
7. Сидоренко, А.В., (2010), *Развитие экспортного потенциала как фактор повышения эффективности деятельности промышленных предприятий*, Самара, 2010, 30 с.
 8. Квасникова, В.В., Левшицкая О.Р. (2014), Оценка эффективности использования экспортного потенциала по производству обуви: методика и апробация, *Вестник Витебского государственного технологического университета* (27), С.185-199.
 9. Квасникова, В.В., Жучкевич, О.Н. (2013), *Конкурентоспособность товаров и организаций*, Москва, Инфра-М, 184 с.
 5. Dubkov, S., Dadalko, S., Fomenok, D. (2011), Formation and an evaluation of the export potential of industrial enterprises [Formirovanie i ocenka jeksportnogo potencijala promyshlennyh predpriyatij], *Bankovskij vestnik – Bank Bulletin*, 2011, № 28, pp. 29 – 35.
 6. Moseyko, V.O., Azmina, Y.M. (2012), Multifactor assessment of the export potential of small and medium-sized enterprises in the region [Mnogofaktornaja ocenka jeksportnogo potencijala malyh i srednih predpriyatij regiona], *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta – Bulletin of Volgograd State University*, 2012, № 21, pp. 63 – 71.
 7. Sidorenko, A.V. (2010), *Razvitie jeksportnogo potencijala kak faktor povysheniya jeffektivnosti dejatel'nosti promyshlennyh predpriyatij* [Development of export potential as the factor of increase of the efficiency of industrial enterprises activity], Samara, 2010, 30 p.
 8. Kvasnikova, V.V., Levshitskaya, O.R. (2014), Evaluation of the efficiency of use of the export potential for the production of footwear: methodology and validation [Ocenka jeffektivnosti ispol'zovaniya jeksportnogo potencijala po proizvodstvu obuvi: metodika i aprobacija], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta – Bulletin of the Vitebsk State Technological University*, 2014, № 27, pp. 185 – 199.
 9. Kvasnikova, V.V., Zhuchkevich, O.N. (2013), *The competitiveness of the goods and organizations* [Konkurentosposobnost' tovarov i organizacij], Moscow, Infra – M, 184 p.

Статья поступила в редакцию 10. 03. 2016 г.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕНЕЖНЫХ ПОТОКОВ В ТОВАРИЩЕСТВАХ СОБСТВЕННИКОВ

А.А. Мартусевич, А.В. Бугаев

УДК 658.15: 336.64

РЕФЕРАТ

ТОВАРИЩЕСТВО СОБСТВЕННИКОВ, ДЕНЕЖНЫЕ ПОТОКИ, ПЛАТЕЖЕСПОСОБНОСТЬ ТОВАРИЩЕСТВ СОБСТВЕННИКОВ ПО ДЕНЕЖНЫМ ПОТОКАМ, ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕНЕЖНЫХ ПОТОКОВ, СЕЗОННОСТЬ

В статье предложена авторская методика оценки эффективности денежных потоков в товариществах собственников. Предложен комплексный подход к определению и оценке эффективности денежных потоков товариществ собственников с учетом специфики данных организаций, в рамках которого раскрыты понятия «денежные потоки товариществ собственников», «эффективность денежных потоков товариществ собственников» и «показатели эффективности денежных потоков товариществ собственников». Построена схема движения денежных потоков и участников денежного обращения товариществ собственников.

Предлагаемая методика позволяет дать более полную оценку эффективности использования денежных потоков в товариществах собственников с учетом выявленных особенностей их функционирования, оказывающих влияние на формирование денежных потоков. Апробация методики оценки эффективности денежных потоков ТС показала, что разработанные показатели позволяют не только определить платежеспособность ТС в анализируемом периоде, но и проанализировать, за счет чего были получены данные результаты. Помимо этого методика позволяет осуществлять планирование платежеспособности товариществ собственников по денежным потокам с учетом фактора сезонности отдельных притоков/оттоков денежных средств, что позволит спрогнозировать сбалансированность и синхронизацию притока и оттока денежных средств по объему и времени для обеспечения текущей и перспективной платежеспособности предприятия.

ABSTRACT

CONDOMINIUM, CASH FLOW, EFFICIENCY, EFFICIENCY ASSESSMENT, SEASONALITY, SOLVENCY

The article describes the approbation of the developed methodology of assessment of the efficiency of cash flows in the condominiums. The aim of the research is to develop a theoretical and methodological framework for assessment of the efficiency of cash flows in the condominiums in view of specificity of these organizations. The proposed method provides a more complete assessment of the efficiency of the use of cash flows in condominiums based on identified characteristics of their functioning.

Approbation of the methodology of assessment of the effectiveness of cash flows condominiums showed that the designed indicators can not only determine the solvency of condominiums in the analyzed period, but also to analyze, due to which factors these results were obtained. In addition to this, technique allows you to plan solvency of the condominiums on cash flows, taking into account the seasonality factor of individual inflows / outflows. This makes it possible to predict the balance and synchronization of inflows and outflows by cash volume and time for the current and future solvency of the enterprise.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В соответствии с новой редакцией Жилищного кодекса Республики Беларусь от 29 августа 2012 г. № 2/1980 граждане имеют возможность выбора способа управления частным жилищным фондом через создание товарищества собственников (далее – ТС) [3]. Генерируемые в товариществах собственников денежные потоки привлекают повышенное внимание различных пользователей с позиций возможностей обеспечивать приток денежных средств в объеме, необходимом для покрытия денежных затрат [9].

Раскрытие сущности оценки эффективности денежных потоков в товариществах собственников требует учета всех факторов, которые обуславливают их объемы в данной сфере деятельности, обладающей повышенным потенциалом социальной напряженности. Особенность заключается в том, что объектом управления товарищества собственников являются денежные средства плательщиков коммунальных услуг. Отсюда вытекает необходимость максимально разносторонней комплексной оценки денежных потоков в товариществах собственников. Социально-экономическая значимость сферы жилищно-коммунального хозяйства в экономике страны наряду с недостаточной степенью изученности особенностей функционирования товариществ собственников и оценки эффективности их денежных потоков определили выбор темы исследования.

Совершенствование методик оценки эффективности денежных потоков создаст предпосылки повышения эффективности хозяйственной деятельности и улучшения экономического состояния данных организаций. В макроэкономическом аспекте это окажет положительное влияние на экономическое развитие страны в целом, так как положение дел в данной сфере во многом определяет качество трудовых ресурсов и уровень жизни населения.

Проблемой оценки эффективности денежных потоков занимались такие экономисты, как Ковалев В. В., Бланк И. А., Акулич В. В., Селезнева Н. Н., Балащенко В. Ф., Савицкая Г. В., Бочаров В. В., Лапуста М. Г., Мазурина Т. Ю., Скамай Л. Г., Мазур У. У., Левкович А. О. и др. Проблемы определения, оценки и анализа денежных потоков рассматриваются в работах таких зарубежных

авторов, как Е. Бригхем, Дж. Ф. Маршалл, В. К. Бансал, Ж. Ришар, Дж. К. Ван Хорн, Т. Райса и Б. Койли, Р. Брейли, С. Майерс, Т. Коупленд, Т. Коллер и Дж. Муррин. и др. Однако при всем многообразии научных разработок в области оценки эффективности денежных потоков до сих пор отсутствуют общепринятые стандарты в терминологии, многие вопросы методического характера нуждаются в уточнении и корректировке. До сих пор не разработана единая система показателей, позволяющая оценить эффективность управления денежными потоками исходя из специфики деятельности организации (в частности, в товариществах собственников). Отметим, что в экономической литературе не встречается работ, посвященных оценке эффективности денежных потоков в товариществах собственников, что еще раз доказывает актуальность выбранной темы исследования.

В связи с вышеизложенным сформулирована цель настоящей статьи: разработка теоретических и методических основ оценки эффективности денежных потоков в товариществах собственников с учетом специфики данных организаций.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕНЕЖНЫХ ПОТОКОВ В ТОВАРИЩЕСТВАХ СОБСТВЕННИКОВ

В соответствии с новой редакцией Жилищного кодекса РБ (вступил в силу 2 марта 2013 года), товарищество собственников (далее – ТС) – организация, создаваемая собственниками жилых и (или) нежилых помещений в целях сохранения и содержания общего имущества, владения и пользования им, и в иных целях, предусмотренных жилищным кодексом и уставом ТС [3]. В Программе развития жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь до 2015 года отмечено, что самоуправление общим имуществом совместного домовладения в существующем жилищном фонде не получило достаточного развития и поддержки у населения, хотя в правовом отношении созданы все предпосылки. Так, на долю ТС приходится около 6 % технического обслуживания жилищного фонда в целом по республике [9].

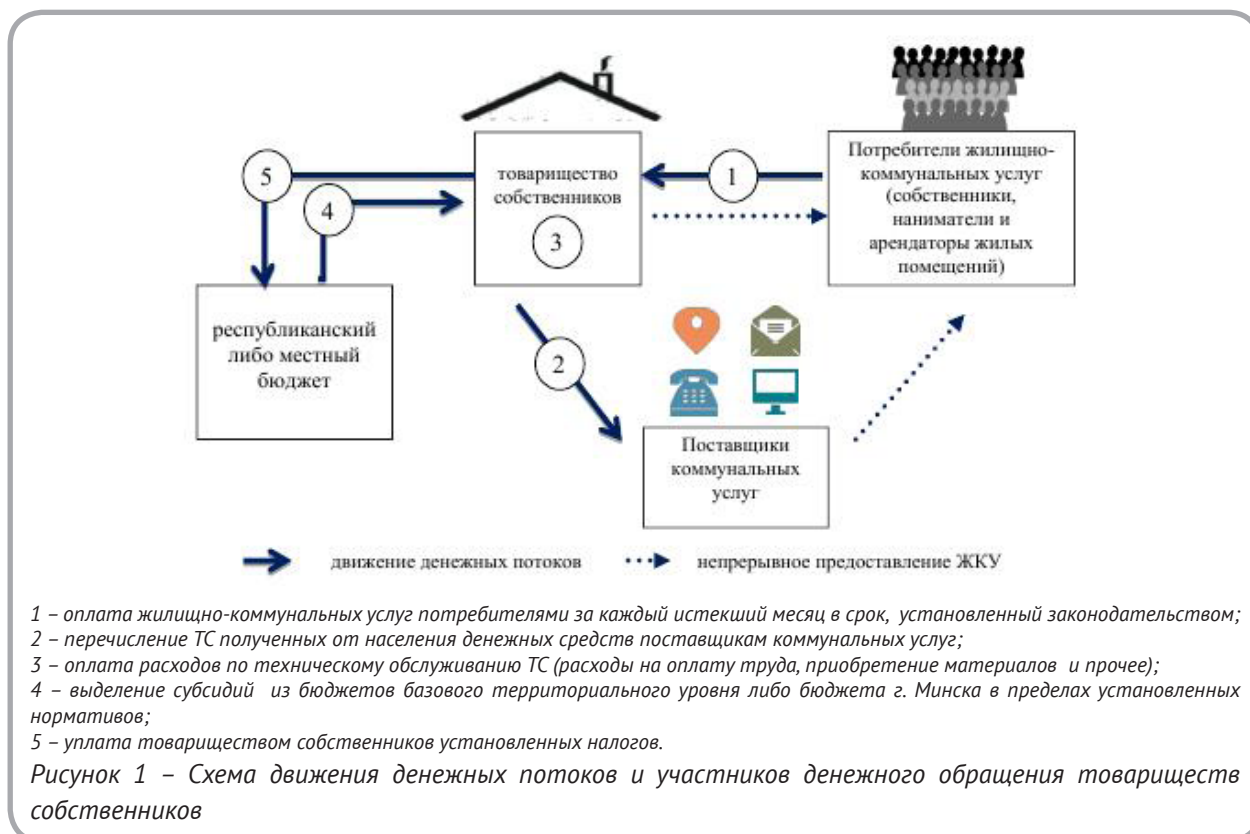
Авторами представлена схема движения денежных потоков и участников денежного об-

ращения товариществ собственников (рисунок 1), в соответствии с которой участниками денежного обращения товариществ собственников являются: непосредственно товарищество собственников, потребители жилищно-коммунальных услуг (собственники, наниматели и арендаторы жилых помещений), поставщики коммунальных услуг, республиканский либо местный бюджеты.

ду участниками денежного обращения ТС.

Под эффективностью денежных потоков товариществ собственников предлагается понимать платежеспособность товарищества собственников и сбалансированность притоков и оттоков между участниками денежного обращения ТС.

Под показателями эффективности денежных потоков товариществ собственников предлагается



Источник: составлено автором.

Представленный подход положен в основу разработки методики оценки эффективности денежных потоков товариществ собственников. Для обеспечения комплексного подхода к оценке эффективности денежных потоков с учетом специфики их формирования в ТС уточнены понятия «денежные потоки товариществ собственников», «эффективность денежных потоков товариществ собственников» и «показатели эффективности денежных потоков товариществ собственников».

Денежные потоки товариществ собственников представляют собой непрерывный процесс движения денежных средств в форме их поступления (притоков) и расходования (оттоков) меж-

дается понимать совокупность абсолютных и относительных показателей, характеризующих достижение основной цели его деятельности и позволяющих определить текущую платежеспособность и сбалансированность притоков и оттоков между участниками денежного обращения ТС.

Проведенный анализ теоретических аспектов оценки эффективности денежных потоков организации показал, что авторы всех рассматриваемых методик [1, 2, 4, 5, 10] в качестве одной из основных целей анализа денежных потоков определяют выявление уровня достаточности формирования денежных средств, эффективности их использования, а также сбалансированно-

сти притоков и оттоков предприятия по объему и во времени. В процессе анализа рассматривается динамика объема и структуры формирования денежных потоков предприятия, определяется сбалансированность данных потоков, а также равномерность их формирования по отдельным интервалам рассматриваемого периода времени. Анализ может быть дополнен коэффициентным анализом эффективности использования денежных потоков на предприятии, факторным анализом чистого денежного потока.

Рассмотрение существующих методик оценки эффективности денежных потоков организаций позволило выявить как положительные, так и отрицательные моменты. К отрицательным моментам можно отнести:

- существующие методики предполагают общий подход к оценке эффективности денежных потоков организации без учета отраслевых особенностей;
- в экономической литературе не встречается работ, посвященных оценке эффективности денежных потоков в товариществах собственников;
- изученные методы определения сбалансированности денежных потоков организаций практически не учитывают влияния на сбалансированность денежных потоков организаций различных сфер деятельности фактора сезонности платежей – методики Бланка И. А., Савицкой Г. В., Ковалева В. В., Акулич В. В.;
- авторы всех рассматриваемых методик выделяют схожие этапы анализа, однако наиболее полно все этапы представлены в методике отечественного экономиста Акулич В. В., поэтому именно она была использована в качестве базовой.

На ее основе была разработана методика оценки эффективности денежных потоков в товариществах собственников, учитывающая выявленные недостатки рассмотренных методик, а также с учетом выявленных особенностей финансово-хозяйственной деятельности товариществ собственников, оказывающих влияние на формирование денежных потоков. В основу методики положена построенная схема движения денежных потоков и участников денежного обращения ТС. Авторский подход к оценке эффективности денежных потоков товариществ

собственников заключается в дополнении базовой методики (методика Акулич В. В.) [1] такими направлениями анализа эффективности денежных потоков, как анализ сезонности формирования денежных потоков и анализ платежеспособности товариществ собственников по денежным потокам.

Предлагаемая методика оценки эффективности денежных потоков в товариществах собственников содержит следующие основные этапы оценки:

1. Анализ динамики, структуры и сбалансированности денежных потоков. Рассматривается динамика объема формирования положительного и отрицательного денежного потока организации, а также их структура в разрезе отдельных источников / направлений расходования денежных средств. Рассматривается сбалансированность положительного и отрицательного денежных потоков по общему объему, изучается динамика показателя чистого денежного потока.

2. Определение влияния фактора сезонности на формирование денежных потоков товариществ собственников на основе моделирования сезонной волны.

3. Анализ платежеспособности товариществ собственников по денежным потокам с учетом особенностей финансово-хозяйственной деятельности товариществ собственников.

Первый этап предлагаемой методики общеизвестен и аналогичен рассмотренным при исследовании методикам: проведение горизонтального и вертикального анализа чистого денежного потока, анализ сбалансированности положительного и отрицательного денежных потоков. Остальные этапы разработаны на основании анализируемых методик, но с учетом выявленных недостатков, а также с учетом отраслевых особенностей формирования денежных потоков на примере товариществ собственников.

Второй этап позволяет определить влияние фактора сезонности на формирование денежных потоков товариществ собственников на основе моделирования сезонной волны

В ходе исследования был отмечен сезонный характер некоторых коммунальных услуг (газо-, электро- и теплоснабжение), которые предоставляются специализированными организациями, однако оказывают влияние на объем и сбалан-

сированность денежных потоков товариществ собственников. Данный фактор способствует неравномерности распределения поступлений и выплат денежных средств внутри анализируемого периода. Значительное внимание в процессе анализа денежных потоков должно быть уделено анализу равномерности распределения объемов притока и оттока денежных средств по отдельным временным промежуткам при проведении анализа денежных потоков в организациях, подверженных сезонным колебаниям. Это позволит выявить характер колебаний абсолютных и относительных величин под воздействием различных факторов, в частности сезонности деятельности, разработать предложения по сглаживанию возникающих колебаний.

Для учета указанного фактора предложим определение влияния фактора сезонности на формирование денежных потоков товариществ собственников на основе моделирования сезонной волны. Для наиболее эффективного способа выявления основной тенденции сезонной волны воспользуемся аналитическим выравниванием исследуемого ряда динамики с применением индексов сезонности. Метод построения «сезонной волны» заключается в расчете специальных показателей, которые называются индексами сезонности денежных потоков. Совокупность индексов сезонности отражают сезонную волну. Для выявления устойчивой сезонной волны, на которой не отражаются случайные условия одного года, индексы сезонности денежных потоков рассчитываются за период не менее чем 3 года, распределенный по месяцам или кварталам. Расчет индексов сезонности денежных потоков выполняют двумя методами в зависимости от характера динамики.

1. Если тренд неявно выражен, то есть годовой уровень явления из года в год остается относительно неизменным, то индексы сезонности денежных потоков рассчитываются методом постоянной средней. Индексы сезонности денежных потоков рассчитываются в такой последовательности: 1) рассчитываются средние уровни для каждого одноименного периода по данным за все годы наблюдения; 2) определяется общая средняя y за весь период наблюдения; 3) вычисляется индекс сезонности денежных потоков как отношение средней из фактических уровней од-

ноименных периодов (месяцев или кварталов) к среднему уровню ряда за исследуемый период.

2. Если тренд явно выражен, то для исчисления индексов сезонности денежных потоков используется метод переменной средней. Совокупность средних индексов сезонности денежных потоков одноименных периодов составляет модель сезонной волны. Если при построении модели сезонной волны случайные колебания гасятся полностью, то сумма средних индексов сезонности одноименных периодов = 1200 %, если уровни брались за месяц, и 400 %, если уровни были квартальными. Если это условие не выполняется, то проводится корректировка модели.

Предложенный метод определения влияния фактора сезонности на формирование денежных потоков товариществ собственников на основе моделирования сезонной волны учитывает влияние на сбалансированность денежных потоков данных организаций такого внешнего фактора, как сезонность платежей. Это позволит выявить характер колебаний абсолютных и относительных величин под воздействием сезонности деятельности, а также разработать предложения по сглаживанию возникающих колебаний.

Также полученные индексы сезонности денежных потоков учитываются в дальнейшем при планировании платежеспособности товариществ собственников. При этом прогноз строится с учетом корректировок тренда и сезонности, которые отображаются в форме индексов, что позволяет достичь высокой точности прогноза.

На третьем этапе проводится анализ платежеспособности товариществ собственников по денежным потокам с учетом выявленных особенностей финансово-хозяйственной деятельности товариществ собственников

Анализ существующих методик оценки эффективности денежных потоков показал, что рассмотренные методики предполагают общий подход к оценке эффективности денежных потоков организации без учета отраслевых особенностей. При этом в ходе исследования был выявлен ряд факторов, оказывающих значительное влияние на формирование потоков денежных средств товариществ собственников [6].

Поэтому считаем целесообразным включить отдельным направлением анализа эффективно-

сти денежных потоков анализ платежеспособности товариществ собственников по денежным потокам с учетом выявленных особенностей финансово-хозяйственной деятельности товариществ собственников. Авторами разработаны показатели платежеспособности товариществ собственников с учетом выявленных факторов, оказывающих влияние на формирование денежных потоков данных организаций, при этом показатели сгруппированы в четыре блока по участникам денежного обращения товарищества собственников. Предложенные показатели учитывают эффективность денежных потоков товариществ собственников с точки зрения каждого из названных участников. В таблице 1 представлены формулы расчета разработанных показателей эффективности денежных потоков товариществ собственников.

Товарищество собственников можно считать платежеспособным по денежным потокам в анализируемом периоде в том случае, если все налоги и прочие обязательные платежи в бюджет, платежи поставщикам коммунальных услуг, расходы по оплате труда персонала и прочие платежи, выплачиваемые в течение года, были обеспечены денежными средствами (а именно, платежами потребителей жилищно-коммунальных услуг, поступлениями по инвестиционной деятельности в форме аренды, бюджетными ассигнованиями) с учетом остатка денежных средств на начало периода.

Тогда обобщающий коэффициент платежеспособности товариществ собственников по денежным потокам можно определить по формуле

$$K_{\text{ПДП}} = \frac{K_{\text{О}}^n \text{ начало} + K_{\text{коммун. платежи}}^n + K_{\text{аренда}}^n + K_{\text{субсидия}}^n + K_{\text{прочие}}^n}{D_{\text{оплата труда ОТТОК}} + D_{\text{поставщики ОТТОК}} + D_{\text{бюджет ОТТОК}} + D_{\text{прочие ОТТОК}}}, \quad (1)$$

где $K_{\text{О}}^n \text{ начало}$, $K_{\text{коммун. платежи}}^n$, $K_{\text{аренда}}^n$, $K_{\text{субсидия}}^n$, $K_{\text{прочие}}^n$ – коэффициент покрытия отрицательного денежного потока за счет остатка денежных средств на начало периода, платежей потребителей жилищно-коммунальных услуг, поступлений по инвестиционной деятельности в форме аренды, бюджетных ассигнований и прочих поступлений соответственно;

$D_{\text{оплата труда ОТТОК}} + D_{\text{поставщики ОТТОК}} + D_{\text{бюджет ОТТОК}} + D_{\text{прочие ОТТОК}}$ – доля платежей, связанных с оплатой труда, платежей поставщи-

кам коммунальных услуг, уплаченных налогов и иных обязательных платежей в бюджет и прочих платежей в структуре отрицательного денежного потока соответственно.

Значение коэффициента платежеспособности товарищества собственников по денежным потокам позволяет нам судить о том, в какой степени все налоги, платежи поставщикам коммунальных услуг, расходы по оплате труда персонала и прочие платежи, выплачиваемые в течение года, были обеспечены денежными средствами (таблица 2).

Нормативное значение коэффициента платежеспособности ТС по денежным потокам равно 1. Если рассчитанный коэффициент имеет значение меньше нормативного, значит товарищество собственников не имеет достаточно денежных средств для покрытия расходов по оплате труда персонала, своевременного расчета с бюджетом и поставщиками коммунальных услуг. Если рассчитанный коэффициент имеет значение больше нормативного, значит необходимо проанализировать эффективность использования излишка денежных средств (своевременно ли осуществлялись перечисления денежных средств на депозитный счет).

При этом в работе было отмечено, что фактор сезонности оказывает наиболее сильное воздействие на денежные потоки в форме поступления платежей потребителей жилищно-коммунальных услуг и платежей поставщикам коммунальных услуг по причине того, что сезонным колебаниям подвержены некоторые коммунальные услуги (газо-, электро- и тепло-

снабжение), которые предоставляются специализированными организациями, однако оказывают влияние на объем и сбалансированность денежных потоков товариществ собственников. Кроме того, отмечено неравномерное поступление бюджетных ассигнований в течение года, что объясняется несвоевременным выходом законодательных актов, а также долгим периодом времени от момента подачи расчета требуемого объема финансирования за каждый месяц то-

Таблица 1 – Показатели эффективности денежных потоков в ТС, разработанные с учетом выявленных факторов, оказывающих влияние на формирование денежных потоков ТС

Участник	Показатель	Формула расчета
товарищество собственников	Коэффициент самофинансирования товарищества собственников	$K_{\text{самофинансирования}} = K_{O \text{ начало}}^n + K_{\text{коммун. платежи}}^n + K_{\text{аренда}}^n$
	Доля остатка денежных средств на начало периода в формировании положительного денежного потока	$D_{O \text{ начало} \text{ ПРИТОК}} = \frac{O_{\text{начало}}}{П}$
	Коэффициент покрытия отрицательного денежного потока за счет остатка денежных средств на начало периода	$K_{O \text{ начало}}^n = \frac{O_{\text{начало}}}{B}$
	Доля платежей, связанных с оплатой труда, в структуре отрицательного денежного потока	$D_{\text{оплата труда} \text{ ОТТОК}} = \frac{ЗП + O_{\text{на соц. нужды}} + H_{\text{подоходный}}}{B}$
	Доля перечисленных денежных средств на депозит в структуре отрицательного денежного потока	$D_{\text{депозит} \text{ ОТТОК}} = \frac{B_{\text{депозит}}}{B}$
	Доля поступивших процентов по депозиту в структуре положительного денежного потока	$D_{\text{депозит} \text{ ПРИТОК}} = \frac{П_{\text{депозит}}}{П}$
	Коэффициент покрытия отрицательного денежного потока за счет прочих поступлений	$K_{\text{прочие}}^n = \frac{П_{\text{прочие}}}{B}$
	Доля прочих платежей в структуре отрицательного денежного потока	$D_{\text{прочие} \text{ ОТТОК}} = \frac{B_{\text{прочие}}}{B}$
потребители жилищно-коммунальных услуг (собственники, наниматели и арендаторы жилых помещений)	Уровень участия платежей потребителей ЖКУ в формировании положительного денежного потока	$у_{\text{коммун. платежи} \text{ ПРИТОК}} = \frac{П_{\text{коммун. платежи}}}{П}$
	Коэффициент покрытия отрицательного денежного потока за счет платежей потребителей ЖКУ	$K_{\text{коммун. платежи}}^n = \frac{П_{\text{коммун. платежи}}}{B}$
	Уровень участия поступлений по инвестиционной деятельности в форме аренды в формировании положительного денежного потока	$D_{\text{аренда} \text{ ПРИТОК}} = \frac{П_{\text{аренда}}}{П}$
	Коэффициент покрытия отрицательного денежного потока за счет поступлений по инвестиционной деятельности в форме аренды	$K_{\text{аренда}}^n = \frac{П_{\text{аренда}}}{B}$
	Доля оплаченных потребителями пеней за несвоевременную оплату ЖКУ в общей сумме оплаты за коммунальные услуги	$D_{\text{пени} \text{ потребителей ЖКУ}} = \frac{Пеня_{\text{потребителей ЖКУ}}}{П_{\text{коммун. платежи}}}$
республиканский и местные бюджеты	Уровень участия бюджетных ассигнований в формировании положительного денежного потока	$D_{\text{субсидия} \text{ ПРИТОК}} = \frac{П_{\text{субсидия}}}{П}$
	Коэффициент покрытия отрицательного денежного потока за счет бюджетных ассигнований	$K_{\text{субсидия}}^n = \frac{П_{\text{субсидия}}}{B}$
	Доля оплаченных пеней, штрафов за нарушение действующего законодательства (несвоевременную оплату налогов) в общей сумме платежей в бюджет	$D_{\text{штрафы, пени} \text{ бюджету}} = \frac{B_{\text{штрафы, пени} \text{ бюджету}}}{B_{\text{бюджет}}}$
	Доля уплаченных налогов и иных обязательных платежей в бюджет в отрицательном денежном потоке	$D_{\text{бюджет} \text{ ОТТОК}} = \frac{B_{\text{бюджет}}}{B}$
поставщики коммунальных услуг	Доля платежей поставщикам коммунальных услуг в отрицательном денежном потоке	$D_{\text{поставщики ЖКУ} \text{ ОТТОК}} = \frac{B_{\text{поставщикам ЖКУ}}}{B}$
	Доля оплаченных поставщикам штрафов, пеней, неустоек за нарушение условий договоров (несвоевременную оплату услуг) в общей сумме оплаты поставщикам коммунальных услуг	$D_{\text{пени} \text{ поставщикам ЖКУ}} = \frac{Пеня_{\text{поставщикам ЖКУ}}}{B_{\text{поставщикам ЖКУ}}}$

Окончание таблицы 1

P, B – соответственно положительный и отрицательный денежный поток ТС в анализируемом периоде

$P_{\text{ком.мун. платежи}}$ – поступления платежей потребители жилищно-коммунальных услуг в анализируемом периоде

$P_{\text{субсидия}}$ – поступления бюджетных ассигнований в анализируемом периоде

$ЗП, O_{\text{на соц. нужды}}, H_{\text{подходный}}$ – платежи, связанные с оплатой труда персонала в анализируемом периоде (выплаченная заработная плата работникам, отчисления на социальные нужды (в том числе платежи в пенсионный фонд), перечисленные суммы подоходного налога соответственно)

$O_{\text{начало}}$ – остаток денежных средств на начало периода

$B_{\text{депозит}}, P_{\text{депозит}}$ – перечисление денежных средств на пополнение депозитного счета и поступление процентов по депозитному счету на текущий счет ТС соответственно

$B_{\text{прочие}}$ – прочие платежи ТС, не учтенные при расчете иных показателей (такие как платежи за услуги вычислительных центров, центра информационных технологий, банков и других расчетных (платежных) агентов и т.д.)

$P_{\text{прочие}}$ – прочие поступления ТС, не учтенные при расчете иных показателей (такие как возмещение электроэнергии ОАО ВОТТЦ «ГАРАНТ»)

$P_{\text{аренда}}$ – поступления по инвестиционной деятельности в форме арендной платы в анализируемом периоде

$B_{\text{бюджет}}$ – сумма уплаченных налогов и иных обязательных платежей в бюджет в анализируемом периоде (за исключением уплаченных сумм подоходного налога)

$B_{\text{штрафы, пени бюджету}}$ – сумма уплаченных пеней, штрафов за нарушение действующего законодательства (несвоевременную оплату налогов)

$B_{\text{поставщики ЖКУ}}$ – платежи поставщикам коммунальных услуг в анализируемом периоде

$Пеня_{\text{поставщикам ЖКУ}}$ – сумма оплаченных поставщикам штрафов, пеней, неустоек за нарушение условий договоров (несвоевременную оплату услуг)

Источник: собственная разработка автора.

Таблица 2 – Значения обобщающего коэффициента платежеспособности товариществ собственников по денежным потокам

Значение коэффициента платежеспособности ТС по денежным потокам	Значение результата
<1	Товарищество собственников не имеет достаточно денежных средств для покрытия расходов по оплате труда персонала, своевременного расчета с бюджетом и поставщиками коммунальных услуг
=1	Нормативное значение
>1	Необходимо проанализировать эффективность использования излишка денежных средств (своевременно ли осуществлялись перечисления денежных средств на депозитный счет)

Источник: собственная разработка автора.

вариществом собственников до момента получения требуемых средств из соответствующего бюджета. Основные объемы поступления бюджетных ассигнований ожидаются товариществами собственников во второй половине года (после официального опубликования требуемых нормативно-правовых актов), а также в первом квартале года (поступление бюджетных ассигнований за истекший отчетный период) [7]. На основе вышесказанного рекомендован расчет индексов сезонности только для таких потоков денежных средств, как поступления платежей потребителей жилищно-коммунальных услуг, платежи поставщикам коммунальных услуг и бюджетные ассигнования.

На основе разработанного коэффициента платежеспособности товариществ собственников по денежным потокам, а также с учетом рассчитанных индексов сезонности, полученных в результате определения влияния фактора сезонности на формирование денежных потоков товариществ собственников на основе моделирования сезонной волны, рекомендовано прогнозирование платежеспособности товариществ собственников по денежным потокам по формуле

$D_{\text{ОТТОК}}^{\text{оплата труда}}, D_{\text{ОТТОК}}^{\text{поставщики}}, D_{\text{ОТТОК}}^{\text{бюджет}}, D_{\text{ОТТОК}}^{\text{прочие}}$ – скорректированные на темп роста такие показатели, как доля платежей, связанных с оплатой труда, в структуре отрицательного денежного потока, доля платежей поставщикам коммунальных услуг в отрицательном денежном потоке, доля уплаченных налогов и иных обязательных платежей в бюджет в отрицательном денежном потоке и доля прочих платежей в структуре отрицательного денежного потока соответственно.

Применение разработанной методики прогнозирования платежеспособности товариществ собственников по денежным потокам с учетом фактора сезонности отдельных притоков/оттоков денежных средств позволит спрогнозировать сбалансированность и синхронизацию притока и оттока денежных средств по объему и времени для обеспечения текущей и перспективной платежеспособности предприятия.

АПРОБАЦИЯ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕНЕЖНЫХ ПОТОКОВ В ТОВАРИЩЕСТВАХ СОБСТВЕННИКОВ

Апробация авторской методики оценки эффективности денежных потоков товариществ собственников проводилась в четырех товари-

$$K_{\text{ИДШ}}^{\text{тан}} = \frac{K_{\text{О}}^{\text{начало}} + K_{\text{коммун. платежи}}^{\text{н}} \times I_i^{\text{с}_{\text{коммун. платежи}}} + K_{\text{аренда}}^{\text{н}} + K_{\text{субсидия}}^{\text{н}} \times I_i^{\text{с}_{\text{субсидия}}} + K_{\text{прочие}}^{\text{н}}}{D_{\text{ОТТОК}}^{\text{оплата труда}} + D_{\text{ОТТОК}}^{\text{поставщики}} \times I_i^{\text{с}_{\text{поставщики}}} + D_{\text{ОТТОК}}^{\text{бюджет}} + D_{\text{ОТТОК}}^{\text{прочие}}}, \quad (2)$$

где $I_i^{\text{с}_{\text{коммун. платежи}}}$, $I_i^{\text{с}_{\text{субсидия}}}$, $I_i^{\text{с}_{\text{поставщики}}}$ – индексы сезонности для планируемого периода, рассчитанные на основе денежного потока в форме поступления платежей потребителей жилищно-коммунальных услуг, бюджетных ассигнований, платежей поставщикам коммунальных услуг соответственно;

$K_{\text{О}}^{\text{начало}}, K_{\text{коммун. платежи}}^{\text{н}}, K_{\text{аренда}}^{\text{н}}, K_{\text{субсидия}}^{\text{н}}, K_{\text{прочие}}^{\text{н}}$ – скорректированные на темп роста такие показатели, как коэффициент покрытия отрицательного денежного потока за счет остатка денежных средств на начало периода, коэффициент покрытия отрицательного денежного потока за счет платежей потребителей ЖКУ, коэффициент покрытия отрицательного денежного потока за счет бюджетных ассигнований и коэффициент покрытия отрицательного денежного потока за счет прочих поступлений соответственно;

ществах собственников, расположенных в городе Витебске: ТС «Клубника г. Витебск» (2-подъездный дом на 79 квартир по пр. Фрунзе 98-А), ТС «Содружество г. Витебск» (3-подъездный дом на 119 квартир по пр. Фрунзе 100), ТС «Фемиды г. Витебск» (2-подъездный дом на 79 квартир по пр. Фрунзе 92-Б), ТС «Юнона г. Витебск» (1-подъездный дом на 39 квартир по ул. Лазо 133-1). В таблице 3 приведен расчет обобщающего показателя платежеспособности товариществ собственников по денежным потокам за 2013–2014 гг.

Анализ данных таблицы 3 свидетельствует о том, что все анализируемые товарищества собственников в 2013–2014 гг. являлись платежеспособными (значение обобщающего коэффициента платежеспособности ТС по денежным потокам больше 1). При этом по данным 2014

Таблица 3 – Анализ платежеспособности товариществ собственников по денежным потокам за 2013–2014 гг.

Расчет коэффициента платежеспособности товариществ собственников по денежным потокам	Значение показателя		Изменение абсолютное	Темп роста %	
	2013 г.	2014 г.			
ТС «Юнона г. Витебск»					
$K_{\text{пдп}} = \frac{0,146+0,553+0,287}{0,328+0,525+0,001+0,024}$	$K_{\text{пдп}} = \frac{0,105+0,576+0,288}{0,300+0,550+0,001+0,023}$	1,133	1,109	-0,025	97,809
ТС «Клубника г. Витебск»					
$K_{\text{пдп}} = \frac{0,114+0,650+0,260}{0,228+0,621+0,002+0,019}$	$K_{\text{пдп}} = \frac{0,071+0,679+0,231+0,018}{0,203+0,612+0,004+0,019}$	1,177	1,193	+0,015	101,288
ТС «Фемида г. Витебск»					
$K_{\text{пдп}} = \frac{0,078+0,564+0,229+0,136}{0,228+0,586+0,008+0,018}$	$K_{\text{пдп}} = \frac{0,063+0,593+0,177+0,173}{0,224+0,596+0,001+0,018}$	1,199	1,141	-0,058	95,132
ТС «Содружество г. Витебск»					
$K_{\text{пдп}} = \frac{0,077+0,672+0,251+0,027}{0,317+0,581+0,006+0,001}$	$K_{\text{пдп}} = \frac{0,087+0,702+0,277+0,001}{0,285+0,606+0,002+0,001}$	1,137	1,193	0,056	104,903

Источник: собственная разработка автора.

года наиболее платежеспособными оказались ТС «Клубника г. Витебск» (коэффициент платежеспособности равен 1,193), ТС «Содружество г. Витебск» (коэффициент платежеспособности равен 1,193) и ТС «Фемида г. Витебск» (коэффициент платежеспособности равен 1,141). При этом максимальный темп роста данного показателя был отмечен у ТС «Содружество г. Витебск» (темп роста 104,903 % за 2013-2014 гг.). ТС «Юнона г. Витебск» оказалось в меньшей степени обеспечены денежными средствами (коэффициент платежеспособности равен 1,109 по итогу 2014 года). Анализ позволил установить взаимосвязь уровня платежеспособности от размеров ТС (а именно, количество квартир в товариществе собственников). Так, наиболее платежеспособным явилось ТС «Содружество г. Витебск» (3-хподъездный дом на 119 квартир), в то время как наименее платежеспособным явилось ТС «Юнона г. Витебск» (1-подъездный дом на 39 квартир).

На основе разработанного коэффициента платежеспособности товариществ собственников по денежным потокам, а также с учетом рассчитанных индексов сезонности, полученных в результате определения влияния фактора сезонности на формирование денежных потоков товариществ собственников на основе

моделирования сезонной волны, были найдены прогнозные значения показателя платежеспособности товариществ собственников по денежным потокам по формуле 2. Расчет проведен на примере одной из рассматриваемых организаций (ТС «Юнона г. Витебск»).

На рисунке 2 представлено графическое отображение прогнозных и фактических значений коэффициента платежеспособности ТС «Юнона г. Витебск» по денежным потокам на 2015 год.

Таким образом, прогнозные значения коэффициента платежеспособности ТС «Юнона г. Витебск» на 2015 г. оказались довольно близки к фактическим данным, а следовательно, применение разработанной методики прогнозирования на основе представленного коэффициента платежеспособности товариществ собственников по денежным потокам с учетом применения индексов сезонности к таким потокам денежных средств, как поступления платежей потребителей жилищно-коммунальных услуг, платежи поставщикам коммунальных услуг и бюджетные ассигнования, можно рекомендовать к использованию товариществам собственников для планирования и прогнозирования потоков денежных средств.

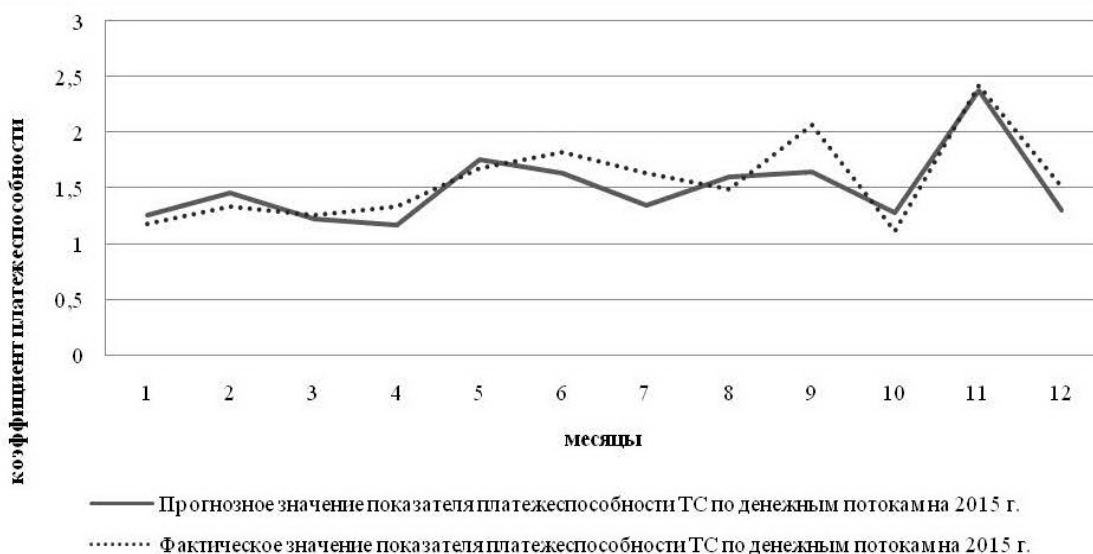


Рисунок 2 – Прогнозные и фактические значения коэффициента платежеспособности ТС «Юнона г. Витебск» по денежным потокам на 2015 год

Источник: составлено автором.

Апробация методики оценки эффективности денежных потоков ТС показала, что разработанные показатели позволяют не только определить платежеспособность ТС в анализируемом периоде, но и проанализировать, за счет чего были получены данные результаты. Помимо этого методика позволяет прогнозировать платежеспособность ТС на основе предложенного коэффициента платежеспособности товариществ собственников по денежным потокам и с учетом применения индексов сезонности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, анализ существующих методик оценки эффективности управления денежными потоками показал, что существующие методики предполагают общий подход к оценке эффективности денежных потоков организации без учета отраслевых особенностей, а также практически не учитывают влияния на сбалансированность денежных потоков организаций различных сфер деятельности такого внешнего фактора, как сезонность платежей. Поэтому для устранения выявленных недостатков рассмотренных методик, а также с учетом выявленных особенностей финансово-хозяйственной дея-

тельности товариществ собственников, оказывающих влияние на формирование денежных потоков, была разработана методика анализа эффективности управления денежными потоками в товариществах собственников. В основу методики положена построенная авторами схема движения денежных потоков и участников денежного обращения товариществ собственников, в соответствии с которой участниками денежного обращения товариществ собственников являются: непосредственно товарищество собственников, потребители жилищно-коммунальных услуг (собственники, наниматели и арендаторы жилых помещений), поставщики коммунальных услуг, а также республиканский либо местный бюджеты. Использование предложенной методики анализа платежеспособности товариществ собственников с учетом разработанных показателей, характеризующих эффективность денежных потоков в товариществах собственников, даст более полную оценку эффективности использования денежных потоков в товариществах собственников с учетом выявленных особенностей их функционирования, оказывающих влияние на формирование денежных потоков. Применение разработанной методики планирования плате-

жеспособности товариществ собственников по денежным потокам с учетом фактора сезонности отдельных притоков/оттоков денежных средств позволит спрогнозировать сбалансированность

и синхронизацию притока и оттока денежных средств по объему и времени для обеспечения текущей и перспективной платежеспособности предприятия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Акулич, В.В. (2009), Оценка эффективности использования денежных потоков, *Планово-экономический отдел*, № 3, С. 12-16.
2. Бланк, И.А. (2004), *Финансовый менеджмент*, Киев, Эльга, Ника-центр, 656 с.
3. *Жилищный кодекс Республики Беларусь*, принят Палатой представителей 31 мая 2012г., одобрен Советом Республики 22 июня 2012г. [Электронный ресурс] / Национальный центр правовой информации Республики Беларусь, Режим доступа http://www.pravo.by/world_of_law/text.asp?RN=Hk1200428. Дата доступа 11.01.2016.
4. Карпова, Т.П. (2013), *Учет, анализ и бюджетирование денежных потоков*, Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 302 с.
5. Ковалев, В.В. (2013), *Управление денежными потоками, прибылью и рентабельностью*, Москва, Проспект, 336 с.
6. Мартусевич, А.А. (2015), *Определение влияния фактора сезонности на формирование денежных потоков в сфере ЖКХ на основе моделирования сезонной волны*, Брест, УО «БрГТУ», С. 139-142.
7. Мартусевич, А.А. (2013), *Проблемы функционирования товариществ собственников и пути их решения*, Минск, Белорусская наука, С. 121-125.
8. Указ Президента Республики Беларусь О внесении изменений в Указ Президента Республики

REFERENCES

1. Akulich, V.V. (2009), Assessment of the efficiency of the cash flow use [Ocenka jeffektivnosti ispol'zovanija denezhnyh potokov], *Planovo-jekonomicheskij otdel*, № 3, pp. 12-16.
2. Blank, I.A. (2004), *Finansovij menedzhment* [Financial management], Kiev, Jel'ga, Nika-centr, 656 p.
3. *Zhilishhnyj kodeks Respubliki Belarus'*, prinjat Palatoj predstavitelej 31 maja 2012 g., odobren Sovetom Respubliki 22 ijunja 2012 g. [Housing Code of the Republic of Belarus adopted by the House of Representatives on May 31, 2012, approved by the Council in 22 June 2012], available at: http://www.pravo.by/world_of_law/text.asp?RN=Hk1200428 (accessed 2 February 2016).
4. Karpova, T.P. (2013), *Uchet, analiz i bjudzhetirovanie denezhnyh potokov* [Accounting, analysis and budgeting of the cash flows], Vuzovskij учебник, NIC INFRA-M, 302 p.
5. Kovalev, V.V. (2013), *Upravlenie denezhnymi potokami, pribyl'ju i rentabel'nost'ju* [Cash flow, profit and profitability management: teaching practical manual], Moscow, Prospekt, 336 p.
6. Martusevich, A.A. (2015), *Opredelenie vlijaniya faktora sezonnosti na formirovanie denezhnyh potokov v sfere ZhKH na osnove modelirovanija sezonnoj volny* [Determination of the impact of seasonal factors on the formation of cash flows in the housing and communal services sector, based on seasonal wave simulation], Brest, UO «BrGTU», pp. 139-142.

- Беларусь от 14 октября 2010 года № 5380 некоторых вопросах деятельности товариществ собственников и организаций застройщиков № 461 от 09.10.2013, [Электронный ресурс] / Национальный центр правовой информации Республики Беларусь, Режим доступа <https://normativka.by/lib/document/500183614/rev/20131012>. Дата доступа 11.01.2016.
9. *Постановление Совета министров Республики Беларусь О Программе развития жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь до 2015 года от 8 февраля 2013 г.*, № 97, [Электронный ресурс] / Национальный центр правовой информации Республики Беларусь, Режим доступа <http://www.government.by/ru/solutions/1968>. Дата доступа 11.01.2016.
10. Савицкая, Г.В. (2005), *Экономический анализ*, Москва, Новое знание, 651 с.
7. Martusevich, A.A. (2013), *Problemy funkcionirovanija tovarishhestv sobstvennikov i puti ih reshenija* [Problems of the condominiums functioning and their solutions], Minsk, Belorusskaja nauka, pp. 121-125.
8. Ukaz Prezidenta Respubliki Belarus' O nekotoryh voprosah dejatel'nosti tovarishhestv sobstvennikov i organizacij zastrojshhikov № 461 ot 09.10.2013 o vnesenii izmenenij v Ukaz Prezidenta RB ot 14 oktjabrja 2010 goda № 538 [Presidential Decree On Amendments to the Presidential Decree dated October 14, 2010 № 538 On some issues of condominiums and developers organizations number 461 of 10/09/2013], available at: <https://normativka.by/lib/document/500183614/rev/20131012> (accessed 2 February 2016).
9. *Postanovlenie Soveta ministrov Respubliki Belarus' O Programme razvitija zhilishhno-kommunal'nogo hozjajstva Respubliki Belarus' do 2015 goda ot 8 fevralja 2013 g.*, № 97 [Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus On the Program of development of housing and communal services of the Republic of Belarus until 2015 on February 8, 2013, number 97], available at: <http://www.government.by/ru/solutions/1968> (accessed 2 February 2016).
10. Savickaja, G.V. (2005), *Jekonomicheskij analiz* [Economic analysis], Moscow, Novoe znanie, 651 p.

Статья поступила в редакцию 01. 02. 2016 г.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИКА: ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Е.А. Минюкович, Б.А. Железко, О.А. Синявская

УДК 330.47

РЕФЕРАТ

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИКА, ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, НАУЧНЫЕ ЖУРНАЛЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, АССОЦИАЦИЯ ПО ИНФОРМАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ

В статье проведен ретроспективный анализ становления экономической информатики как науки и направления высшего образования. Представлена классификация ресурсов и сервисов международного академического и научного сообщества по экономической информатике. Особое внимание также уделено анализу зарубежного и отечественного опыта развития образования в области экономической информатики. При этом рассмотрен опыт вузов Российской Федерации, Украины, Польши, Республики Беларусь. Как результат проведенного анализа, обоснована необходимость создания в Республике Беларусь академического сообщества по экономической информатике, предложены направления сотрудничества белорусских вузов с зарубежными вузами в сфере экономической информатики.

ABSTRACT

ECONOMIC INFORMATICS, HIGHER EDUCATION, MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS, SCIENTIFIC JOURNALS, CONFERENCES, ASSOCIATION FOR INFORMATION SYSTEMS

The retrospective analysis of formation of economic informatics as science and the directions of the higher education is carried out in the article. Classification of resources and services of international academic and scientific community in the economic informatics is presented. The emphasis is made to the analysis of foreign and national experience of education development in the field of economic informatics. Experience of higher education establishments of Russian Federation, Ukraine, Poland, Republic of Belarus is considered. As the result of the carried-out analysis, need of creation in Republic of Belarus of the academic community on economic informatics is proved, directions for cooperation of the Belarusian higher education establishments with foreign ones in the sphere of economic informatics are offered.

ВВЕДЕНИЕ

Подготовка специалистов по экономической информатике в Беларуси началась в 1998 г. [16]. Сейчас эта специальность является одной из самых востребованных на отечественном рынке труда, что обуславливает открытие в белорусских вузах новых кафедр экономической информатики и увеличение количества обучающихся по этой специальности на первой и второй ступенях высшего образования. Для того, чтобы уровень подготовки соответствовал мировым стандартам качества, нам необходимо учитывать опыт США, Германии и других стран, где первые кафедры экономической информатики появились в университетах и бизнес-школах 40 годами ранее. Важными инструментами для обмена знаниями

и опытом по экономической информатике между академическими сообществами разных стран является всемирная профессиональная ассоциацию Association for Information Systems (AIS), а также международные специализированные конференции и научные журналы. Данная статья посвящена знакомству с краткой историей экономической информатики, а также ресурсами и сервисами международного научного сообщества в этой предметной области.

ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАТИКИ

Технологическое развитие 1950–60 годов явилось предпосылкой внедрения информационных технологий в бизнес, а также появления

академических сообществ, исследующих данную проблематику. Одно из первых академических сообществ по «информационным системам управления» (Management Information Systems) было основано учеными из США и Канады. В Германии и Австрии в это же время начало формироваться сообщество по «экономической информатике» (WIRTSCHAFTSINFORMATIK). Несмотря на терминологические различия предмет исследования был общий – информационные системы в экономике и управлении [5, 6, 10]. Понимая термины «информационные системы управления» и «экономическая информатика» как синонимы применительно к рассматриваемой области научных исследований, в статье будем использовать принятое в Беларуси название «экономическая информатика» (ЭИ).

Началом формирования Североамериканского сообщества по ЭИ послужило создание в 1968 году исследовательского центра Management Information Systems (MISRC) при школе менеджмента университета Миннесоты. Центр был организован при финансовой поддержке и непосредственном участии более 20 американских компаний, которые имели международную известность и инвестировали в информационные системы. Четырьмя годами позже ассоциация по вычислительной технике ACM опубликовала модель учебного плана для специальности ЭИ на первой ступени высшего образования, а также для одноименной магистерской и докторской программ. В 1974 году Гордон Девис – основатель MISRC – издал первый и впоследствии широко используемый учебник «Management Information Systems». Чтобы ЭИ в США и Канаде признали отдельной областью научных исследований, ученым необходимо было разработать теоретические основы ЭИ и создать авторитетные научные журналы для опубликования результатов своих исследований. Первый такой журнал появился в 1977 году. Для организации сотрудничества с коллегами со всего мира Североамериканское сообщество по ЭИ в 1980 году организовало первую международную конференцию «International Conference on Information Systems» (ICIS).

Немецкоговорящее сообщество по ЭИ, которое начало формироваться примерно в те же годы, что и в Северной Америке, прошло

схожие этапы. Первая докторская диссертация по ЭИ была защищена немецким ученым Питером Мертенсом в 1966 году. В конце 1960 в университетах Германии и Австрии были основаны кафедры ЭИ. В 1975 году немецкоговорящие профессора по ЭИ создали научное объединение «Wissenschaftliche Kommission für Wirtschaftsinformatik» (WKWI). В 1984 году Петер Мертенс опубликовал первые рекомендации по подготовке студентов по специальности ЭИ. Научный журнал «Wirtschaftsinformatik» был основан в 1990 году, а через три года WKWI учредила ежегодную конференцию по ЭИ.

К 1990-м годам международная конференция ICIS стала центром сотрудничества академических сообществ по ЭИ со всего мира. В 1994 году по инициативе участников конференции была создана международная профессиональная организация ученых по ЭИ Association for Information Systems (AIS).

РЕСУРСЫ И СЕРВИСЫ СОВРЕМЕННОГО МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНОГО СООБЩЕСТВА ПО ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАТИКЕ

В настоящее время AIS насчитывает порядка 4 тыс. членов из 99 стран, то есть является поистине международной организацией [1]. Членом AIS может стать как организация, например, университет, так и профессионал в области ЭИ (ученый, преподаватель, аспирант, представитель бизнеса). Размер ежегодного взноса различается для разных стран. Например, белорусскому вузу членство в AIS обойдется порядка \$ 1000, для отечественного преподавателя или ученого эта сумма составит \$ 70, для аспиранта – \$ 48, а представителю бизнеса из нашей страны необходимо будет заплатить \$ 175 [3].

Члены организации получают эксклюзивное право участия в конференциях AIS, льготы на участие в конференциях партнерских организаций, а также бесплатный доступ к ресурсам электронной библиотеки. Это создает широкие возможности для организации сотрудничества и построения карьеры в мировом профессиональном сообществе по ЭИ.

С целью увеличения количества сервисов, предоставляемых членам ассоциации AIS в 2001 г. начала создание тематических групп (Special

Таблица 1 – Региональные группы AIS (по состоянию на 01.09.2015 г.)

Страна/Регион	Аббревиатура подразделения	Веб-адрес
Австралия-Азия	AAIS	http://www.aaisnet.org/
Бангладеш	AISB	http://www.aisbd.org/
Бенилюкс	Benais	http://www.benais.nl
Болгария	BuLAIS	http://bulais.fmi.uni-sofia.bg/
Вьетнам	VAIS	
Гонконг	HK AIS	http://www.hkais.org/web_main/index.htm
Греция	HeAIS	http://www.heais.gr/
Египет	EAIS	http://is.guc.edu.eg/EAIS/EAIS.htm
Израиль	IL-AIS	http://ilais.openu.ac.il/
Индонезия	AISINDO	http://aisindo.org/
Ирландия	IAIS	http://www.iais.ul.ie/
Испания	SPAIS	http://www.cc.uah.es/ie/org/spais/
Италия	IT AIS	http://www.itaais.org/
Катар	QRAIS	
Кипр	CY-AIS	http://www.cyais.org.cy/index.php/about-cais.html
Китай	CNAIS	http://cnaais.sem.tsinghua.edu.cn/home.jhtml
Китайскоговорящее сообщество	Chinese Speaking Chapter	
Корея	KrAIS	http://www.kmais.or.kr/
Латинская Америка и Карибский бассейн	LACAIS	http://lacais.aisnet.org/
Ливан	LAIS	http://www.lebaneseais.com/
Лихтенштейн	LCAIS	http://www.ais.uni.li/lcais/
Малайзия	MyAIS	
Марокко	AIS Maroc	
Пакистан	AIS Pakistan	
Перу	PeruAIS	
Польша	PLAIS	http://plais.org/
Португалия	PTAIS	http://www.ptais.org/pt/
Румыния	RAIS	http://www.roais.org/
Скандинавия	IRIS	http://iris.cs.aau.dk/
Словения	AIS Slovenia	http://ecenter.fov.uni-mb.si/ais/
Средний Запад США	MWAIS	http://www.mwais.org/
Тайвань	TWAIS	http://www.twais.org/
Швейцария	CH AIS	http://aisnet.org/members/group_content_view.asp?group=117293&id=308994
Эфиопия	EthAIS	
Юг США	SAIS	http://sais.aisnet.org/
Южная Африка	AISSAC	http://www.aissac.org/
Япония	JPAIS	https://sites.google.com/site/jpaisnet/
Япония	NAIS	http://nais.kcg.jp/

Источник: разработка Минюкович Е.А. на основе [2].

Interest Groups - SIGs). Первыми стали 6 групп по следующим темам: человеко-компьютерное взаимодействие; автоматизация процессов и управления; агентно-ориентированные информационные системы; когнитивные исследования; электронный бизнес; Интернет и сетевая безопасность. За последующие 14 лет на основании заявок от членов AIS была организована еще 31 группа [4]. В рамках тематических групп проводятся исследования, разрабатываются учебные материалы, публикуются бюллетени.

В 2009 г. в Темплском университете (США) была создана первая студенческая группа AIS (student charter). В настоящее время на базе кафедр и факультетов ЭИ в университетах разных стран функционируют порядка 70 таких подразделений [9]. Начиная с 2010 года ежегодно проводится конференция студенческих групп AIS (Students Chapter Leadership Conference), где студенты докладывают о своих достижениях, встречаются с представителями мирового бизнеса и ИТ-компаний, а также участвуют в соревнованиях.

Для членов своей организации AIS ежегодно организует 3 конференции: «International Conference on Information Systems» (ICIS), «Americas Conference on Information Systems» (AMCIS) и «Pacific Asia Conference on Information Systems» (PACIS). ICIS проводится в разных странах по всему миру и является самым масштабным международным мероприятием для специалистов по ЭИ. Местом проведения AMCIS выступают страны Северной и Южной Америки, но в качестве гостей на конференцию приезжают также члены AIS с других континентов. PACIS позиционируется как наиболее значимая конференция по ЭИ в Азиатско-Тихоокеанском регионе. AIS также поддерживает и анонсирует на своем сайте конференции, проводимые региональными, тематическими и студенческими группами, а также партнерскими организациями. Доступ к материалам конференций организован через электронную библиотеку AIS [14].

AIS публикует (самостоятельно или принимает участие в издании) более 10 научных журналов. Несколько изданий имеют статус аффилированных журналов AIS. Тематические рамки журналов AIS представляют ученым и специалистам со всего мира возможность опубликовать результа-

ты исследований теоретической и практической направленности по самому широкому спектру вопросов ЭИ. Многие из журналов AIS имеют высокий научный авторитет, что подтверждается значениями индексов цитирования и позициями в мировых рейтингах. Наличие достаточного количества рейтинговых журналов по ЭИ очень важно, так как во многих странах мира главными аргументами при решении вопросов о заключении с ученым (преподавателем) контракта или выделении ему финансирования являются показатели опубликованности результатов исследований (например, H-индекс).

Как профессиональное сообщество AIS видела одну из своих главных функций в создании условий для эффективных коммуникаций между членами ассоциации. Для реализации этой функции в 1999 году был создан журнал «Communications of the Association for Information Systems» (CAIS) [8]. CAIS публикует статьи по широкому спектру вопросов, включая историю ЭИ как области научных исследований, подходы к преподаванию ЭИ и родственных дисциплин в различных странах мира.

В 2000 году AIS начала издание «Journal of the Association for Information Systems» (JAIS) [15], который стал главным журналом ассоциации для опубликования результатов научных исследований теоретического характера. Редакция JAIS очень тщательно отбирает статьи, отдавая предпочтение инновационным и междисциплинарным исследованиям. В 2014 г. импакт-фактор этого журнала составил 1,8, а по рейтингу SCImago JAIS вошел в группу Q1 с наилучшими значениями индикатора среди всех журналов тематической группы «Информационные системы» [11].

Среди аффилированных журналов AIS одним из наиболее авторитетных является «Business & Information Systems Engineering» (BISE) [7]. Это англоязычная копия журнала «WIRTSCHAFTSINFORMATIK», который более 55 лет является главным журналом научного сообщества по ЭИ Австрии, Германии и Швейцарии.

ЗАРУБЕЖНЫЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ
РАЗВИТИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
В ОБЛАСТИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАТИКИ

Повсеместное внедрение информационных технологий в управление социально-экономическими процессами, а также выделение IT-индустрии в отдельную отрасль обусловило потребность организаций-работодателей в специалистах, на высоком уровне владеющих знаниями в области информатики в сочетании с экономическими [16]. Ниже проведен анализ и обобщение опыта подготовки таких кадров для IT-индустрии в Беларуси, Российской Федерации, Украине и Польше.

В Белорусском государственном экономическом университете (далее – БГЭУ) в 2005 г. была открыта специальность «Экономическая информатика». Выпускники специальности получают квалификацию «экономист-информатик». Учебные планы специальности несколько раз пересматривались, в них вносились изменения. Был разработан образовательный стандарт, по данной специальности стала проводиться подготовка и в других вузах [16]. Так, в 2012 году «экономистов-информатиков» начали готовить на экономическом факультете Белорусского государственного университета (далее – БГУ).

С течением времени в учебных планах увеличилось количество информационно-технологических дисциплин в общем и дисциплин, посвященных информационным технологиям в экономике, в частности. Значительное изменение структуры учебных связано с поэтапной реформой высшего образования, в связи с которой практически все экономические специальности, в том числе и «Экономическая информатика», перешли на 4-летний срок обучения.

В Республике Беларусь, помимо специальности «Экономическая информатика», к экономико-информационному профилю можно отнести следующие специальности: информационные системы и технологии (в экономике); маркетинг в электронной коммерции; экономическая кибернетика (математические методы в экономике, информационные технологии в экономике), актуарная математика.

В Российской Федерации специальностями, наиболее близкими к специальности 1-25 01 12 «Экономическая информатика», согласно информации Министерства образования и науки РФ (Общероссийский классификатор специальностей по образованию (ОКСО), 2005 год), яв-

ляются [16]:

- 080508 Информационный менеджмент (квалификация 65 «Менеджер»), срок обучения – 5 лет.
- 080700 Бизнес-информатика (квалификации 62 «Бакалавр бизнес-информатики», 68 «Магистр бизнес-информатики»), срок обучения в бакалавриате – 4 года, в магистратуре – 2 года, итого – 6 лет.

Важной положительной особенностью подготовки специалистов информационно-экономического профиля в Российской Федерации является наличие в экономических вузах отдельных факультетов информационных технологий. Такая же практика организации учебного процесса внедрена и на Украине.

Например, в Харьковском национальном экономическом университете имеется факультет экономической информатики, который обеспечивает обучение по широкому спектру экономико-информационных специальностей и сфер деятельности.

На факультете имеются кафедры информационных систем, экономической кибернетики, статистики и экономического прогнозирования, компьютерных систем и технологий, информатики и компьютерной техники, компьютерного эколого-экономического мониторинга и природных наук.

В ХНЭУ имеется опыт двухступенчатого обучения (бакалавр – 4 года, магистр или специалист – 5–5,5 лет). Имеется также практика выдачи после 2-й ступени по специальности «Прикладная статистика» наряду с государственным дипломом Украины (специалиста по специальности «Прикладная статистика») также диплома государственного образца Франции (магистра по специальности «Информатика принятия решений и статистика»).

В Польше во Вроцлавском экономическом университете ведется подготовка по специальности «Бизнес-информатика» [16]. Образование имеет двухступенчатую структуру. После обучения на первой ступени высшего образования выпускники могут работать в качестве системных аналитиков, проектировщиков, технологов баз данных, аналитиков электронного бизнеса. После завершения второй ступени им присваивается академическая степень маги-

стра бизнес-информатики и они могут работать менеджерами информационных систем (ИС) и технологий, менеджерами знаний, экспертами по информационным технологиям в финансах. Сравнительный анализ подготовки специалистов экономико-информационного профиля в Беларуси, а также в странах ближнего и дальнего зарубежья, показал следующее:

1. Исключительную важность магистерских программ при подготовке профессиональных руководителей высшего уровня. Наличие у руководителя организации такого диплома свидетельствует о его компетенции вести бизнес в международном масштабе, а это является важной предпосылкой для установления тесных деловых отношений с зарубежными партнерами.

2. Спрос на получение образования в рамках магистратуры достаточно высок как за рубежом, так и в нашей стране. Например, конкурс на обучение по программам MBA в западных странах достигает 10 человек на место, несмотря на высокую стоимость обучения (в США получение диплома MBA стоит более 100 тыс. \$). При этом обучение проходят не только резиденты стран, но и иностранные граждане.

3. В нашей стране также высок спрос на обучение в магистратуре в её широком понимании, в том числе со стороны иностранных граждан тех стран, где подобные магистерские программы не практикуются и для которых обучение, например, в США, является недоступным по стоимости.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАТИКИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ, НАУЧНОЙ И ИННОВАЦИОННОЙ СФЕРЕ

Совершенствование законодательства, связанное с синтезом экономики и информатики в высшем образовании, затронуло не только учебные планы вузов. Постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 15.12.2009 № 148 были внесены дополнения и изменения в квалификационный справочник «Должности служащих, общие для всех отраслей экономики», а именно: добавлены должности «менеджер по информационным технологиям», «бизнес-аналитик», «системный аналитик», «системный архитектор», «специалист по сопровождению программного обеспечения»,

«специалист по тестированию программного обеспечения», «тестировщик программного обеспечения», «технический писатель».

Учитывая все вышесказанное, закономерным стало открытие практико-ориентированной магистерской программы по специальности 1-25 81 10 «Экономическая информатика» в БГЭУ и БГУ. В разработке магистерской программы принимали активное участие администрация Парка высоких технологий и руководители крупнейших ИТ-компаний, например, генеральный директор ИООО «ЭПАМ Системз» С.Ф. Дивин.

Данная магистерская программа призвана обеспечить профессиональное и интеллектуальное развитие специалистов в сфере экономической информатики, подготовку квалифицированных менеджеров по информационным технологиям, обладающих высокой компетентностью, способных обеспечить прогресс и развитие информационно-технологической сферы путем интеграции образовательной, научной и инновационной деятельности. Программа разработана на основе анализа потребностей ИТ-предприятий в области управления и обслуживания процессов проектирования, внедрения, сопровождения программного обеспечения, а также мировых тенденций развития ИТ-сферы.

Одной из особенностей данной программы является то, что образовательный процесс направлен на изучение перспективных направлений развития информационных технологий в экономике, что реализуется путем привлечения к преподаванию крупнейших специалистов-практиков в области экономической информатики и проведения ряда занятий базе филиалов кафедр, расположенных в компаниях Парка высоких технологий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в статье впервые проведен комплексный анализ становления и развития экономической информатики в мире в целом и в Республике Беларусь в частности. Новизна результатов данного анализа заключается в выявлении общих тенденций и специфики развития экономической информатики в отдельных странах и регионах. Полученные результаты могут быть использованы Министерством образования, органами государственного управления для

обоснования структурных мер по интеграции образовательной, научной и инновационной деятельности в сфере экономической информатики.

Учитывая опыт зарубежных вузов по подготовке специалистов экономико-информационного профиля, а также вступление Республики Беларусь в Болонский процесс, можно предложить следующие направления развития сотрудничества между белорусскими и зарубежными вузами в области экономической информатики [16]:

- обмен опытом и совместная разработка учебных программ по спецкурсам;
- организация совместных образовательных программ, по результатам которых будут выдаваться дипломы, свидетельствующие о прохождении обучения в обоих вузах;

- организация двухступенчатого обучения в области экономической информатики, математических и инструментальных методов в экономике, прикладной информатики в экономике: высшее образование в Беларуси, магистратура – в зарубежном вузе, и наоборот;

- создание на базе данной специальности в экономических вузах Республики Беларусь отдельных факультетов информационных технологий.

Для обеспечения координации дальнейшего развития в Республике Беларусь образовательной, научной и инновационной деятельности в области экономической информатики было бы целесообразно создать ассоциацию (академическое сообщество) по экономической информатике.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. AIS 20 Year Legacy (2015), History for the Information Systems Field, available at: http://history.aisnet.org/images/ISHistory/PDF/AIS_Legacy%20Book_05.pdf (accessed 25 August 2015).
2. AIS Chapters (2015), Association for Information Systems, available at: <http://aisnet.org/?AISChapters> (accessed 22 August 2015).
3. AIS Membership Rates (2015), Association for Information Systems, available at: <http://c.ymcdn.com/sites/aisnet.org/resource/resmgr/files/jan13.membrates.pdf> (accessed 25 August 2015).
4. AIS Special Interest Groups (2015), Association for Information Systems, available at: <http://aisnet.org/?AISSIGs> (accessed 22 August 2015).
5. Buhl, H. U. Müller, G., Fridgen, G., Röglinger, M. (2012) Business and Information Systems Engineering: A Complementary Approach to Information Systems – What We Can Learn from the Past and May Conclude from Present Reflection on the Future, Journal of the Association for Information Systems, 2012, Vol. 13, pp. 236-253.

REFERENCES

1. AIS 20 Year Legacy (2015), History for the Information Systems Field, available at: http://history.aisnet.org/images/ISHistory/PDF/AIS_Legacy%20Book_05.pdf (accessed 25 August 2015).
2. AIS Chapters (2015), Association for Information Systems, available at: <http://aisnet.org/?AISChapters> (accessed 22 August 2015).
3. AIS Membership Rates (2015), Association for Information Systems, available at: <http://c.ymcdn.com/sites/aisnet.org/resource/resmgr/files/jan13.membrates.pdf> (accessed 25 August 2015).
4. AIS Special Interest Groups (2015), Association for Information Systems, available at: <http://aisnet.org/?AISSIGs> (accessed 22 August 2015).
5. Buhl, H. U. Müller, G., Fridgen, G., Röglinger, M. (2012) Business and Information Systems Engineering: A Complementary Approach to Information Systems – What We Can Learn from the Past and May Conclude from Present Reflection on the Future, Journal of the Association for Information Systems, 2012, Vol. 13, pp. 236-253.

6. Buhl, H. U. Müller, G., Fridgen, G., Röglinger, M. (2012) On Dinosaurs, Measurement Ideologists, Separatists, and Happy Souls – Proposing and Justifying a Way to Make the Global IS/BISE Community Happy, *Business & Information Systems Engineering*, 2012, #4(6), pp. 307-315.
7. *Business & Information Systems Engineering* (2015), *Business & Information Systems Engineering*, available at: <http://www.bise-journal.com/> (accessed 1 September 2015).
8. *Communications of the Association for Information Systems* (2015), Association for Information Systems, available at: <http://aisel.laisnet.org/cais/> (accessed 26 August 2015).
9. *Current AIS Student Charters* (2015), AIS Student Charters, available at: <http://sc.aisnet.org/about/chapters/> (accessed 25 August 2015).
10. Frank, U., Schauer, C., Wigand, R.T. (2008) Different Paths of Developing of Two Information Systems Communities: A Comparative Study Based on Peer Interviews, *Communications of the Association for Information Systems*, 2008, Vol. 22, pp. 391-412.
11. *Journal Rankings* (2015), SCImago Journal & Country Rank, available at: <http://www.scimagojr.com/journalrank.php> (accessed 26 August 2015).
12. *MIS Quarterly* (2015), available at: <http://www.misq.org/> (accessed 26 August 2015).
13. *MIS Quarterly Executive*, (2015), available at: <http://misqe.org> (accessed 26 August 2015).
14. *The AIS eLibrary* (2015), Association for Information Systems, available at: <http://aisnet.org/?AISelLibrary> (accessed 22 August 2015).
15. *The Journal of the Association for Information Systems* (2015), Association for Information Systems, available at: <http://aisel.laisnet.org/jais/> (accessed 26 August 2015).
16. Железко, Б.А., Синявская, О.А. (2010), Синтез экономики и информатики в высшем образовании, *Информатизация образования*, 2010, № 4, с. 16-42.
6. Buhl, H. U. Müller, G., Fridgen, G., Röglinger, M. (2012) On Dinosaurs, Measurement Ideologists, Separatists, and Happy Souls – Proposing and Justifying a Way to Make the Global IS/BISE Community Happy, *Business & Information Systems Engineering*, 2012, #4(6), pp. 307-315.
7. *Business & Information Systems Engineering* (2015), *Business & Information Systems Engineering*, available at: <http://www.bise-journal.com/> (accessed 1 September 2015).
8. *Communications of the Association for Information Systems* (2015), Association for Information Systems, available at: <http://aisel.laisnet.org/cais/> (accessed 26 August 2015).
9. *Current AIS Student Charters* (2015), AIS Student Charters, available at: <http://sc.aisnet.org/about/chapters/> (accessed 25 August 2015).
10. Frank, U., Schauer, C., Wigand, R.T. (2008) Different Paths of Developing of Two Information Systems Communities: A Comparative Study Based on Peer Interviews, *Communications of the Association for Information Systems*, 2008, Vol. 22, pp. 391-412.
11. *Journal Rankings* (2015), SCImago Journal & Country Rank, available at: <http://www.scimagojr.com/journalrank.php> (accessed 26 August 2015).
12. *MIS Quarterly* (2015), available at: <http://www.misq.org/> (accessed 26 August 2015).
13. *MIS Quarterly Executive*, (2015), available at: <http://misqe.org> (accessed 26 August 2015).
14. *The AIS eLibrary* (2015), Association for Information Systems, available at: <http://aisnet.org/?AISelLibrary> (accessed 22 August 2015).
15. *The Journal of the Association for Information Systems* (2015), Association for Information Systems, available at: <http://aisel.laisnet.org/jais/> (accessed 26 August 2015).
16. Zhelezko, B.A., Siniauskaya V.A. (2010), Synthesis of economics and informatics in higher education [Синтез экономики и информатики в высшем образовании], *Informatizacia obrazovania – Informatization of Education*, 2010, № 4, pp. 16-42.

Статья поступила в редакцию 20. 11. 2015 г.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕТОДИКА АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УРОВНЯ РАЗВИТИЯ КОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Л.В. Прудникова, Т.В. Жиганова

УДК 005.591.6:334.012.42

РЕФЕРАТ

ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ, ИННОВАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ, РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ИННОВАЦИОННЫЙ УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ, ИННОВАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ

В работе обоснована необходимость анализа и оценки инновационно-технологического уровня развития коммерческой организации. Дана авторская характеристика таких категорий, как инновационный уровень развития, технологический уровень развития, инновационно-технологический уровень развития. На основе комплексного подхода разработана методика анализа и оценки инновационно-технологического уровня развития коммерческой организации, включающая частные, обобщающие и динамические показатели. В результате апробации методики на ОАО «Завод ЭТОН» и филиале «Кобинат ЖБИК» ОАО «Оршанского строительного треста № 18» определены ключевые проблемы инновационно-технологического уровня развития и обоснована необходимость активизации инновационной деятельности и повышения технологического уровня исследуемых организаций.

ABSTRACT

INNOVATIVE ACTIVITY, INNOVATIVE POTENTIAL, INNOVATIVE ACTIVITY, PRODUCTIVITY OF INNOVATIVE ACTIVITY, INNOVATIVE LEVEL OF DEVELOPMENT, TECHNOLOGICAL LEVEL OF DEVELOPMENT, ECOLOGICAL INDICATORS, TECHNICAL INDICATORS, ECONOMIC INDICATORS, INNOVATIVE AND TECHNOLOGICAL LEVEL OF DEVELOPMENT

In work need of the analysis and an assessment of an innovative and technological level of development of the commercial organization is proved. The author's characteristic of such categories as is given: innovative level of development, technological level of development, innovative and technological level of development. On the basis of an integrated approach the technique of the analysis and an assessment of an innovative and technological level of development of the commercial organization including the private, generalizing and dynamic indicators is developed. As a result of approbation of a technique in JSC ETON Plant and Kobinat ZhBIK branch of JSC Orshanskogo stroitel'nogo tresta № 18, key problems of an innovative and technological level of development are defined and need of activization of innovative activity and increase of technological level of the studied organizations is proved.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

Инновации и новые технологии, начиная со второй половины XX века, постепенно превратились в основные факторы экономического роста. Разнообразие инноваций и масштаб использования новых технологий повышают качество экономического роста, конкурентоспособность национальной экономики, качество жизни населения, рациональность хозяйствования в целом,

уровень инновационного и технологического развития страны. Опора на инновации и новые технологии всегда была основой не только стабильного развития, но и преодоления кризисных явлений в промышленно развитых странах.

Необходимость технологического и инновационного развития предприятий в системе промышленной политики Республики Беларусь неоднократно подчеркивается во многих госу-

дарственных и межгосударственных программах и документах, утвержденных на самом высоком уровне: Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года, Концепция Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 2016–2020 годы, Концепция «Беларусь 2020: наука и экономика», Научный прогноз «Беларусь 2030: экономика знаний», Программа развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 года и др.

Стратегия инновационного развития республики, предусмотренная Государственной программой инновационного развития Республики Беларусь на 2016–2020 годы, заключается в комбинировании внедрения прорывных технологий с «индустриально-инновационным» развитием традиционных секторов экономики. При этом в одних секторах предстоит реализовывать стратегии лидерства на основе собственных разработок и инноваций, а в других – «догоняющее» развитие при активном заимствовании передовых зарубежных технологий и институтов [8].

В Программе развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 года отмечено, что необходимо добиваться изменения технологической и отраслевой структуры промышленного комплекса, достижения нового качества технологического развития промышленности и др. [11].

На микроэкономическом уровне для формирования эффективной стратегии и ее дальнейшего воплощения необходимо разработать соответствующий механизм управления, способный учитывать развитие внешней среды, оценивать возможности конструктивного использования ресурсного потенциала организации и необходимость его наращивания и развития. Таким образом, перевод национальной экономики на новую технологическую базу постиндустриального развития требует наличия достоверной информации о состоянии инновационного и технологического развития социально-экономических систем разных уровней на основе их анализа и оценки. Однако дать комплексную оценку во взаимосвязи инновационной и технологической составляющей является сложной задачей, недостаточно методически проработанной. Об

этом свидетельствует небольшое количество системных публикаций, рассматривающих инновационное и технологическое развитие во взаимосвязи.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель статьи состоит в разработке комплексной методики анализа и оценки инновационно-технологического уровня развития коммерческой организации.

Для реализации поставленной цели в ходе исследования решены следующие задачи:

- развитие теоретико-методологических основ инновационного и технологического развития промышленности на микроуровне;
- изучение отечественного и зарубежного опыта анализа и оценки инновационно-технологического уровня развития и таких его составляющих, как инновационная деятельность и технологический уровень;
- определение частных показателей, характеризующих технические, экологические и экономические составляющие технологического уровня развития;
- определение частных показателей, характеризующих инновационный потенциал, управление, активность и результативность инновационной деятельности как составляющих инновационного уровня развития;
- разработка интегрального показателя технологического уровня развития и показателя интенсивности технологического уровня развития, позволяющих дать обобщающую количественную оценку технологического развития и выявить резервы роста;
- разработка интегрального показателя инновационного уровня развития и показателя интенсивности инновационного уровня развития, позволяющих дать обобщающую количественную оценку инновационных процессов, протекающих в организации и определить направления их активизации;
- оценка наличия и тесноты связи между технологическим и инновационным уровнями развития;
- разработка интегрального показателя инновационно-технологического уровня развития, позволяющего дать как обобщающую оценку, так и оценить вклад каждого из составляющих в

развитие организации.

СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

В настоящее время понятию «инновационно-технологический уровень» стало уделяться все больше внимания. Проблемы инновационного и технологического развития достаточно широко освещены в зарубежной литературе. В частности, концепция несовершенной конкуренции на рынках технологии, разработанная Р. Кейвзом, П. Киллингом, Г. Крукеллом, Э. Мэнсфилдами другими экономистами, во многом опиралась на работы Й. Шумпетера. Большой вклад в выявление закономерностей технологического развития внесли такие зарубежные ученые, как Дж. Гелбрейт, П. Друкер, Т. Кун, Б. Санто, Д. Сахал, О. Тофлер и др. [14, 17].

Значительный вклад в исследование закономерностей технико-экономического и инновационного развития внесли такие ученые, как А. Авдулов, Н. Гапоненко, С. Глазьев, Л. Гохберг, Г. Еременко, В. Зубчанинов, В. Иноземцев, В. Иванченко, Н. Иванова, А. Карлик, В. Клинов, Т. Койчуев, Н. Комков, Н. Кондратьев, А. Кулькин, В. Кушлин, Е. Ленчук, В. Логинов, Д. Львов, В. Ма-

евский, С. Меньшиков, А. Некипелов, Н. Новицкий, С. Пирогов, В. Платонов, А. Расулев, И. Рудакова, Б. Салтыков, В. Соловьев, А. Титов, А. Фонов, Е. Шелюбская, Ю. Яковец и др.

Терминологический анализ категории «инновационно-технологический уровень» свидетельствует о том, что в настоящее время нет единства среди ученых и практиков в отношении понятия и содержания данной категории. В связи с этим возникает необходимость дать авторское определение категории «инновационно-технологический уровень развития». Опираясь на цели и задачи проводимого исследования и сущность таких категорий, как инновационная деятельность, технология, технологический уровень, уровень и развитие, была дана авторская характеристика технологического, инновационного и инновационно-технологического уровней развития (рисунок 1).

Несмотря на особое внимание ученых к вопросам оценки инновационно-технологического уровня развития, научные разработки в этой области далеки от завершения, так как не обоснованы критерии и показатели для оценки, отсутствует единое мнение по вопросу о его содер-

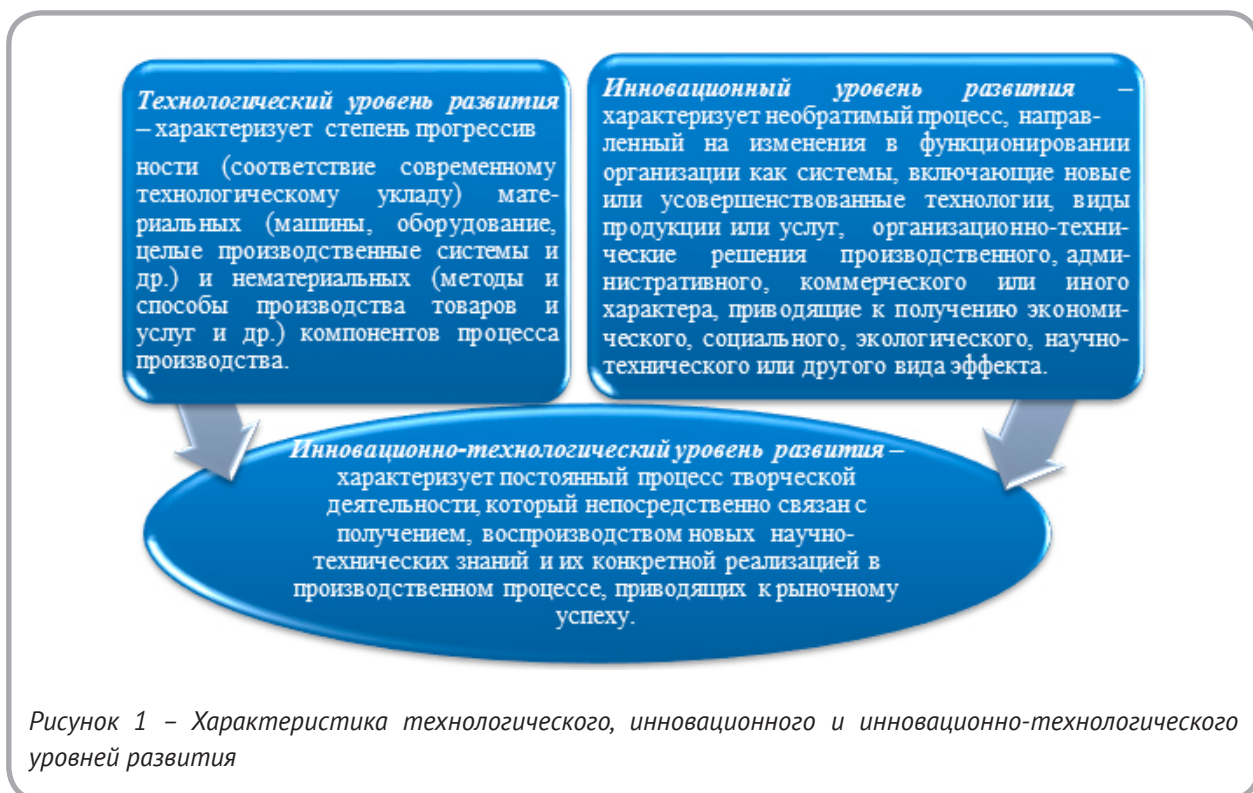


Рисунок 1 – Характеристика технологического, инновационного и инновационно-технологического уровней развития

Источник: составлено автором.

жании и структуре. В связи с этим встает вопрос о выборе наиболее эффективного инструментария оценки инновационно-технологического уровня развития организации.

Проведенный анализ показал, что на сегодняшний момент нашла свое отражение оценка инновационно-технологического уровня развития в методических рекомендациях по осуществлению инновационно-технологического аудита и мониторинга, разработанных ГКНТ. Сравнительная характеристика данных методических рекомендаций позволила выделить следующие недостатки с позиции осуществления оценки инновационно-технологического уровня развития: не выделяется система показателей, а лишь рекомендуемый перечень вопросов; при рассмотрении некоторых составляющих инновационной деятельности предлагается прибегать к экспертной оценке, что в свою очередь не гарантирует объективность и достоверность полученной информации и др.

Учитывая вышеперечисленные недостатки, цели и задачи исследования, необходимо рассмотреть методики оценки инновационной деятельности и технологического уровня.

В рамках оценки технологического уровня был проведен сравнительный анализ методик, в результате которого было выделено два подхода: методики оценки технологического уровня (Шеремет А., Корнеева И, Арсенова Е., Балыков Я. и др.) и методики, в которых оценка технологического уровня рассматривалась как один из этапов или элементов (Белякова Г., Демидова Е., Гулин К., Сафронова Н., Лысенко Д., Фатхутдинов Р. и др.).

Рассмотренные подходы к оценке технологического уровня дают возможность сделать вывод об определенных недостатках следующего характера: проблемы с получением необходимой информации (возникает необходимость проведения дополнительных трудоемких исследований); затрагиваются лишь отдельные аспекты состояния технологического уровня; система показателей не отражает современного уровня развития техники и технологии; представленный перечень показателей не дает возможности оценить используемые технологии производства с точки зрения соответствия определенному технологическому укладу и уровню

их прогрессивности (таблица 1). Таким образом, перечень используемых показателей для оценки технологического уровня развития организации должен удовлетворять следующим требованиям: оценивать ресурсоемкость используемой технологии, например, рациональность применяемой технологии с энергетической точки зрения (удельная энергоемкость продукции); оценивать прогрессивность используемой технологии (ее соответствие современному (приходящему) технологическому укладу); оценивать эффективность используемой технологии (приращение производительности труда, материалоотдачи, фондоотдачи, прибыли и др.); оценивать необходимость обновления используемой технологии (снижение отдачи от единицы дополнительных затрат в условиях данного технологического базиса).

Достаточно емкий методический инструментарий оценки инновационной деятельности на микроуровне и многочисленные его классификации, отражающие лишь отдельные аспекты этой деятельности, привели к необходимости группировки исследуемых методик. Соответственно, была предложена «III Д классификация», включающая три подхода: детализированный, диагностический и дифференцированный. Детализированный подход включает методики, позволяющие оценить состояние инновационной деятельности как в целом, так и по отдельным ее аспектам. Диагностический подход включает методики, позволяющие на основе проведенной оценки диагностировать состояние организации и отнести ее к определенной группе, согласно выделенным критериям. Дифференцированный подход включает методики, позволяющие оценить одну из составляющих инновационной деятельности.

Для проведения сравнительного анализа исследуемых методик с целью выявления наиболее оптимальных, с точки зрения практической применимости, были условно выделены две весомые составляющие – доступность и объективность исходных данных и используемые показатели (таблица 2).

Анализируя доступность и объективность исходных данных, можно сделать следующие выводы: источниками информации для расчета показателей являются данные бухгалтерской

Таблица 1 – Сравнительная характеристика методических подходов оценки технологического уровня, технического уровня, организационно-технологического уровня

Показатели	Методика оценки технологического уровня Сафроновой Н.А.	Методика оценки технологического уровня Шеремет А.Д.	Методика оценки технологического уровня Арсеновой Е.В., Корнеева И.В.	Методика оценки технологического уровня согласно статистическому сборнику РБ	Методика оценки организационно-технологического уровня Фатфутдинова Р.А.	Методика оценки технического уровня Лысенко Д.В.	Методика оценки технического уровня Сафроновой Н.А.	Методика оценки технологического аудита Спиридонова О.В., Пшеничный М.В.
Показатели автоматизации и механизации	X				X	X		X
Показатели технической вооруженности труда				X		X	X	X
Уровень технологической интенсивности	X		X		X			
Уровень технологической управляемости	X		X					
Уровень адаптации технологического процесса	X		X					
Средний возраст технологии/оборудования			X		X			X
Уровень прогрессивности технологических процессов					X			X
Коэффициент поточности		X						
Показатели унификации и стандартизации		X						
Показатели уровня эффективности технологических процессов и ресурсоемкости производства						X		
Технологическая безопасность, безотходность и экологичность			X					
Производительность труда				X		X	X	
Показатели фондоотдачи				X		X	X	
Коэффициент обновления основных средств				X				X
Степень износа				X				X
Доля инвестиций на реконструкцию и модернизацию				X				
Удельный расход ТЭР на производство отдельных видов продукции				X				

Источник: составлено автором.

Таблица 2 – Сравнительный анализ методик оценки составляющих инновационной деятельности по различным критериям

Критерии	Детализированный подход					Дифференцированный подход							Диагностический подход					
	Методика Баранчева В.	Методика Заусаева В., Быстрицкого С., Криворучко Н.	Методика Завлина П. и Васильевой А.	Методика Никитиной О.	Методика Дедкова С.	Методика Трифиловой А. (инновационный потенциал)	Методика Титовой В.	Методика Стрекалова О., Егорова М.	Методика Косолапова О., Гиренко-Коцуба О.	Методика Фридлянова В., Лисина Б., Остапюк С.	Методика Котова С.	Методика Самочкина В., Тимофеева О.	Методика Полякова С.	Методика ЮНИДО	Методика Трифиловой А.	Методика Ахметганеевой И.	Методика Герасимова А.	Методика Прудниковой Л., Петрашиной И.
1. Доступность и объективность исходных данных																		
данные бухгалтерской и статистической отчетности	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
внутренняя отчетность организации		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
данные результатов анкетирования	X	X		X		X	X		X	X		X	X		X	X		X
2. Показатели																		
абсолютные показатели		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
относительные показатели		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
индексные показатели						X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
бальные оценки	X	X		X		X	X		X	X		X	X		X	X		X
булевы переменные				X		X	X		X	X		X	X		X	X		X

Источник: составлено автором.

и статистической отчетности, однако методики, предложенные Стрекаловым О., Егоровой М., Крыловым Э., Титовой В., Завлина П. и Васильевой А. нуждаются в дополнительной информации, которая предполагает формирование внутренней отчетности организации; одной из особенностей методик, предложенных Баранчевой В., Титовой В., Никитиной О. является необходимость привлечения для исследования инновационной деятельности экспертов и др.

Характеризуя в целом рассмотренные подходы, можно отметить, что практически все они охватывают различное число показателей с различной степенью их детализации. Причем, показатели, объединенные в группы для характеристики той или иной составляющей инновационной деятельности, не всегда соответствуют

их содержанию.

Таким образом, рассмотренные методики обладают следующими недостатками. Во-первых, в основной массе они относятся к дифференцированному подходу, то есть оценивается только одна из составляющих инновационной деятельности. Во-вторых, в методиках, отнесенных к детализированному подходу, содержатся показатели, расчет которых связан с высокой трудоемкостью процесса сбора информации либо показатели оцениваются не количественно, а прибегая к анкетному опросу.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что в настоящий момент наличие методики оценки инновационно-технологического уровня развития организации, удовлетворяющей цели и задачам исследования, не выявлено.

Рассмотренные подходы содержат показатели, которые либо оцениваются экспертным путем, либо вызывают трудности сбора информации для их расчета, либо рассчитанные показатели затрагивают лишь отдельные аспекты исследуемых уровней. Это вызывает необходимость разработки комплексной методики анализа и оценки инновационно-технологического уровня развития коммерческой организации, учитывающей выделенные недостатки и требования «новой экономики».

МЕТОДИКА АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УРОВНЯ РАЗВИТИЯ КОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Залогом успешного функционирования организации в современных рыночных условиях является инновационный путь развития, получающий свое воплощение в техническом перевооружении и модернизации производства, освоении высокопроизводительного оборудования, внедрении передовых технологий и методов выполнения работ. Для того чтобы эти процессы

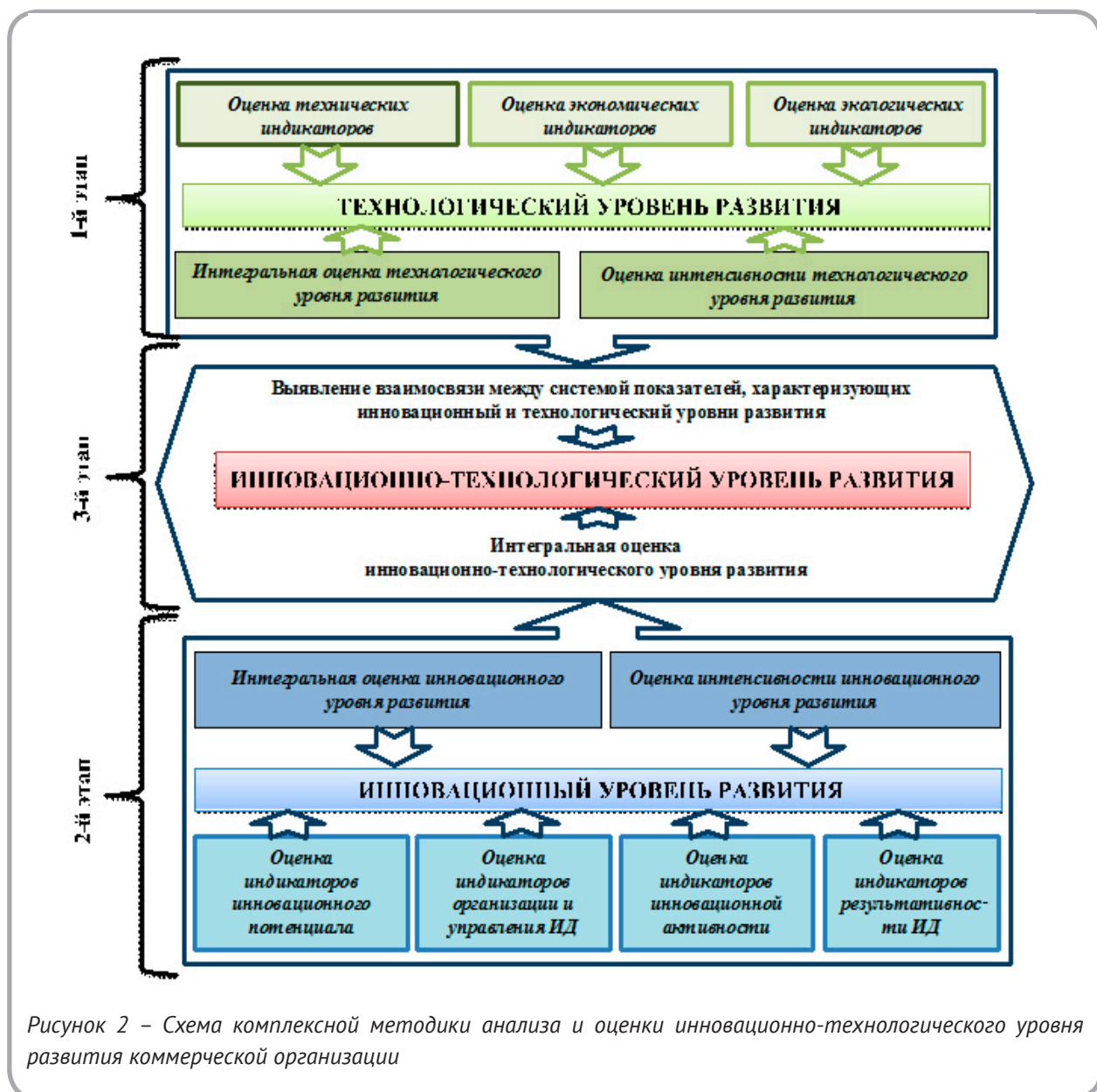


Рисунок 2 – Схема комплексной методики анализа и оценки инновационно-технологического уровня развития коммерческой организации

Источник: составлено автором.

не были стихийными и протекали продуктивно, необходимо проводить их анализ и оценку.

На рисунке 2 представлена схема комплексной методики анализа и оценки инновационно-технологического уровня развития, которая включает в себя следующие этапы: 1) оценка технологического уровня развития, 2) оценка инновационного уровня развития, 3) оценка инновационно-технологического уровня развития.

При выборе состава частных показателей, используемых для анализа и оценки технологического и инновационного уровней, необходимо учитывать ряд требований:

- система показателей должна обеспечивать комплексную характеристику технологического развития и инновационной деятельности организации, включающую все стадии инновационного процесса (от исследования и разработки до изготовления и реализации с последующим обслуживанием) и соответственно отражать как затраты и ресурсы, так и конечные результаты инновационной деятельности;

- показатели должны быть сопоставимыми и изменяться с изменением инновационной деятельности и технологического уровня организации;

- показатели должны быть доступными, то есть содержаться в формах отчетности.

Первый этап включает анализ и оценку частных, обобщающих и динамических показателей, характеризующих технологический уровень развития организации. Частные показатели сгруппированы в три группы: экономические индикаторы (материалоемкость, энергоотдача, уровень доходности технологии, технологическая отдача, ресурсотдача добавленной стоимости, производительность труда рабочих и др.); технические индикаторы (техническая вооруженность, механовооруженность, энерговооруженность, коэффициент годности активной части основных средств и др.); экологические индикаторы (удельное потребление воды на технологические цели, доля затрат на природоохранную деятельность, удельный вес продукции изготовленной по прогрессивным технологиям, экологичность по выбросам в атмосферный воздух и др.).

Для обобщающей оценки рассчитывается интегральный показатель технологического уровня

развития по формуле

$$I_{TY} = \sqrt[7]{\mathit{Эо} \times \mathit{ЭКв} \times \mathit{ЭКвыб} \times \mathit{То} \times \mathit{Кз}^a \times \mathit{МВ} \times \mathit{ПТраб}}, \quad (1)$$

где $\mathit{Эо}$ – энергоотдача, $\mathit{ЭКв}$ – экологичность по потребленной воде, $\mathit{ЭКвыб}$ – экологичность по выбросам в атмосферный воздух, $\mathit{То}$ – технологическая отдача, $\mathit{Кз}^a$ – коэффициент годности активной части основных средств, $\mathit{МВ}$ – механовооруженность, $\mathit{ПТраб}$ – производительность труда рабочих.

В качестве динамических показателей предлагается использовать темп интенсивности технологического развития, который рассчитывается по формуле

$$T_{ин} = \frac{T_{инт\,раб} \times T_{\Phi\mathit{о}_a} \times T_{\mathit{мо}} \times T_{\mathit{эк}_{выб}}}{T_{ч} \times T_{\mathit{ос}_a} \times T_{\mathit{м}} \times T_{\mathit{в}}}, \quad (2)$$

где $T_{инт}$ – темп изменения производительности труда рабочих, %; $T_{\Phi\mathit{о}_a}$ – темп изменения фондоотдачи активной части основных средств, %; $T_{\mathit{мо}}$ – темп изменения материалоотдачи, %; $T_{\mathit{эк}_{выб}}$ – темп изменения экологичности по выбросам, %; $T_{ч}$ – темп изменения численности, %; $T_{\mathit{ос}_a}$ – темп изменения средней стоимости активной части основных средств, %; $T_{\mathit{м}}$ – темп изменения материальных затрат, %; $T_{\mathit{в}}$ – темп изменения объема выбросов вредных веществ, %.

Второй этап включает анализ и оценку частных, обобщающих и динамических показателей, характеризующих инновационный уровень развития организации. Оценка инновационного уровня развития включает частные показатели, характеризующие такие составляющие инновационной деятельности, как инновационный потенциал (уровень квалификации кадров, производительность труда по инновационной продукции, доля затрат на технологические инновации, уровень дееспособности активной части основных средств, затратоотдача и др.), организация и управление инновационной деятельностью (удельный вес научно-производственных подразделений, коэффициент реализуемости управленческих решений и др.), ин-

новационная активность (коэффициент освоения новой техники, степень инновационности объектов основного капитала, наукоотдача, уровень инновационной насыщенности инвестиций и др.) и результативность инновационной деятельности (удельный вес инновационной продукции, доля экспорта инновационной продукции, степень инновационности добавленной стоимости и др.). Для обобщающей оценки инновационного уровня развития организации рассчитывается интегральный показатель по формуле:

$$I_{ИУ} = \sqrt[2]{Zo \times Kонт \times Дип \times Дсоб.ср. \times ДЗна\text{иссл} \times ДЭип \times Урквал}, (3)$$

где **Zo** – затратноотдача инновационной продукции; **Kонт** – коэффициент освоения новой техники; **Дип** – доля отгруженной инновационной продукции в общем объеме реализованной продукции; **Дсоб.ср.** – доля собственных средств в объеме финансирования затрат на технологические инновации; **ДЗнаиссл.** – доля затрат на исследования и разработки в общем объеме затрат на технологические инновации; **ДЭип** – доля экспорта инновационной продукции; **Урквал** – уровень квалификации работников организации, занятых в инновационной сфере.

В качестве динамических показателей предлагается использовать темп интенсивности инновационного развития, который рассчитывается по формуле

$$T_{ИИ} = \frac{Tпт_u \times Tзо \times Tно}{Tч \times Tз.т. \times Tз.исс}, (4)$$

где **Tпт_u** – темп изменения производительности труда по инновационной продукции, %; **Tзо** – темп изменения затратноотдачи, %; **Tно** – темп изменения наукоотдачи, %; **Tч** – темп изменения численности персонала, участвующего в инновационной деятельности, %; **Tз.т.** – темп изменения суммы затрат на технологические инновации, %; **Tз.исс.** – темп изменения суммы затрат на исследования и разработки, %.

Третий этап включает оценку взаимосвязи инновационного и технологического уровней и интегрального показателя, характеризующе-

го инновационно-технологический уровень развития. Для выявления взаимосвязи, оценки ее наличия и тесноты проводится корреляционно-регрессионный анализ. По результатам корреляционно-регрессионного анализа были выявлены показатели, которые оказывают наиболее существенное влияние на динамику таких составляющих инновационно-технологического уровня, как инновационный (затратноотдача инновационной продукции, рентабельность инновационной продукции и др.) и технологический (энергоотдача, ресурсоотдача добавленной стоимости и др.) уровни развития. Таким образом, для обобщающей оценки инновационно-технологического уровня развития организации целесообразно использовать выделенные по результатам корреляционно-регрессионного анализа показатели.

Для обобщающей оценки инновационно-технологического уровня развития организации рассчитывается интегральный показатель по формуле

$$I_{ИТУ} = \sqrt[8]{ЭО \times ЭКвыб \times РО(ДС) \times То \times Zот \times R_{ин.прод.} \times Дип \times Дз}, (5)$$

где **ЭО** – энергоотдача; **ЭКвыб** – экологичность по выбросам; **РО(ДС)** – ресурсоотдача добавленной стоимости; **То** – технологозатратноотдача; **Zот** – затратноотдача инновационной продукции; **R_{ин.прод.}** – рентабельность инновационной продукции; **Дип** – доля инновационной продукции в общем объеме произведенной продукции; **Дз** – доля затрат на исследования и разработки в общем объеме затрат на технологические инновации.

Таким образом, разработанная методика анализа и оценки инновационно-технологического уровня развития коммерческой организации позволяет сформировать инструментарий оценки технологического уровня развития, инновационного уровня развития и инновационно-технологического уровня развития, который предполагает проведение поэтапной оценки каждого из уровней по предложенной автором системе частных, интегральных и динамических показателей, дополняя их оценкой наличия и тесноты взаимосвязи.

РЕЗУЛЬТАТЫ АПРОБАЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ МЕТОДИКИ АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИИ

Апробация комплексной методики анализа и оценки инновационно-технологического уровня развития проводилась по данным ОАО «Завод ЭТОН» и филиала «Комбинат ЖБИК» за 2010–2014 гг. Результаты выполненного исследования позволили сформулировать ряд важных аналитических выводов.

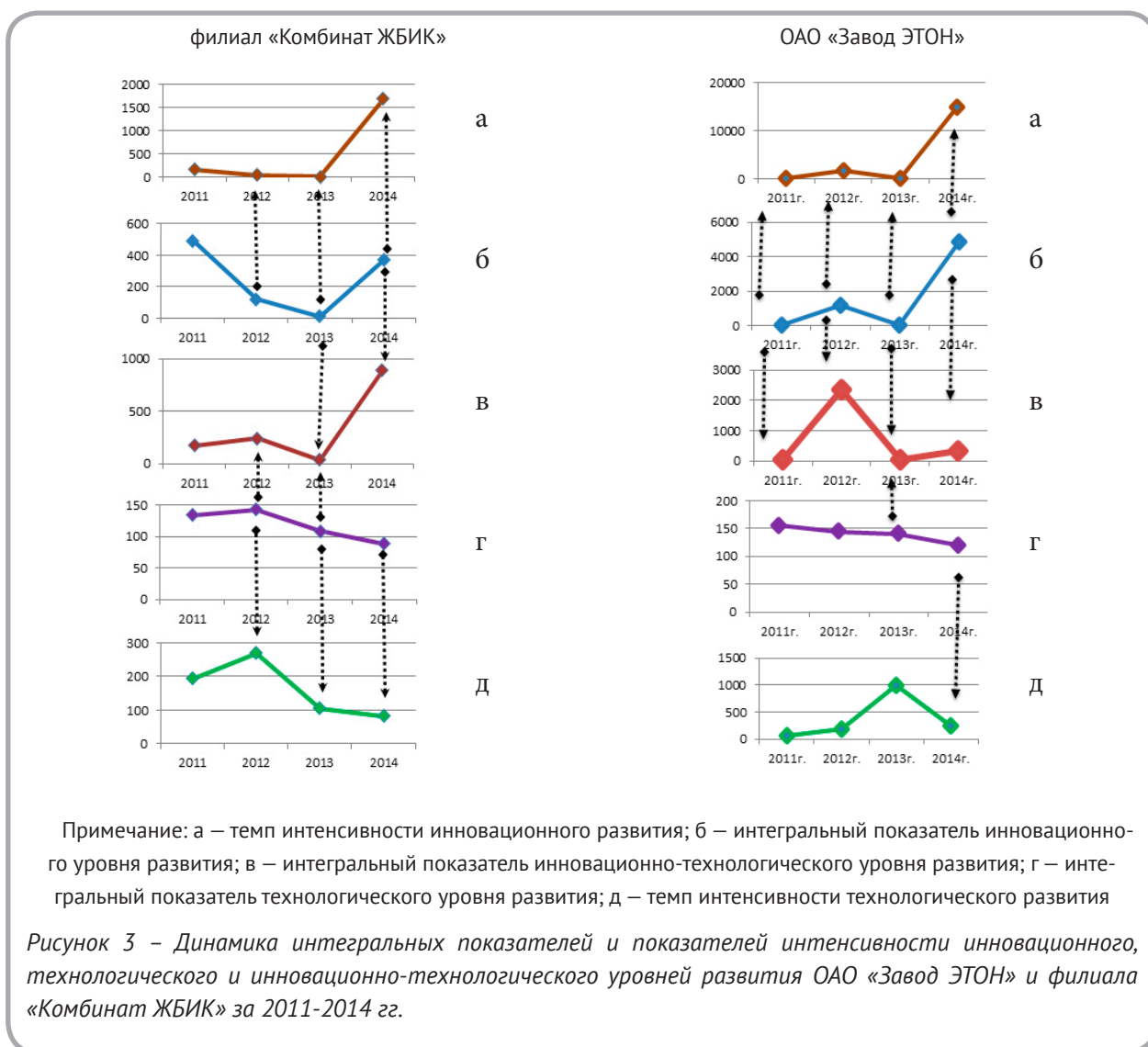
Апробация комплексной методики анализа и оценки инновационно-технологического уровня развития, проведенная по данным ОАО «Завод ЭТОН», показала, что динамика инновационно-технологического уровня развития в исследуемом периоде имеет волнообразный характер, наиболее сильное влияние на который оказала динамика инновационного уровня развития. При этом наблюдается поступательное снижение темпов роста технологического уровня развития. На снижение инновационного уровня развития в 2011 г. и в 2013 г. негативное влияние оказало снижение доли инновационной продукции, доли затрат на производственное проектирование, фондоотдачи активной части основных средств. Вместе с тем в 2014 г. прирост инновационно-технологического уровня развития был обусловлен ростом как технологического уровня развития, так и инновационного уровня развития. Рост технологического уровня развития обусловлен ростом таких показателей, как энергоотдача, производительность труда рабочих, экологичность по потребленной воде, механовооруженность и др. Рост инновационного уровня развития обусловлен ростом затратоотдачи производства инновационной продукции и производительности труда работников по инновационной продукции. Однако необходимо отметить, что в 2014 г. темпы роста инновационного уровня развития превышают темпы роста технологического уровня развития, что в дальнейшем может, с одной стороны, привести к росту технологического уровня, а с другой – к отторжению инноваций организацией (рисунки 3).

По результатам корреляционно-регрессионного анализа было выявлено, что на динамику ресурсоемкости добавленной стоимости

ОАО «Завод ЭТОН» весьма высокое влияние оказали: уровень квалификации персонала и удельный вес инновационной продукции отгруженной на экспорт; заметное влияние оказали коэффициент освоения новой техники и доля затрат на производственное проектирование. Слабое влияние оказали удельный вес инновационной продукции и затратноёмкость нововведений. Причем увеличение удельного веса инновационной продукции, отгруженной на экспорт, и доли затрат на производственное проектирование приведет к снижению ресурсоемкости добавленной стоимости. В свою очередь на изменение удельного веса отгруженной инновационной продукции ОАО «Завод ЭТОН» высокое влияние оказали энерговооруженность и ресурсоемкость добавленной стоимости, умеренное влияние – энергоёмкость. Незначительное влияние оказали коэффициент годности активной части основных средств, техническая вооруженность и технологоемкость (рисунки 4).

Резервами роста инновационно-технологического уровня развития ОАО «Завод ЭТОН» являются, во-первых, активизация процессов обновления активной части основных средств, способствующих снижению материалоемкости и энергоёмкости продукции, повышению экологичности производства, во-вторых, активизация инновационной деятельности, в частности первого этапа инновационного процесса в части увеличения затрат на исследования и разработки.

Апробация комплексной методики анализа и оценки инновационно-технологического уровня развития, проведенная по данным филиала «Комбинат ЖБИК», показала, что инновационно-технологический уровень развития имеет ярко выраженную тенденцию снижения в 2011 г. и в 2013 г. (на которую сильное влияние оказала динамика технологического уровня развития) и роста в 2012 г. и в 2014 г. (на которую сильное влияние оказала динамика инновационного уровня развития). На снижение инновационного уровня развития в 2013 г. негативное влияние оказало снижение отдачи затрат на производственное проектирование, затрат на технологические инновации, доли инновационной продукции. Вместе с тем в 2014 г. прирост инновационно-технологического уровня раз-

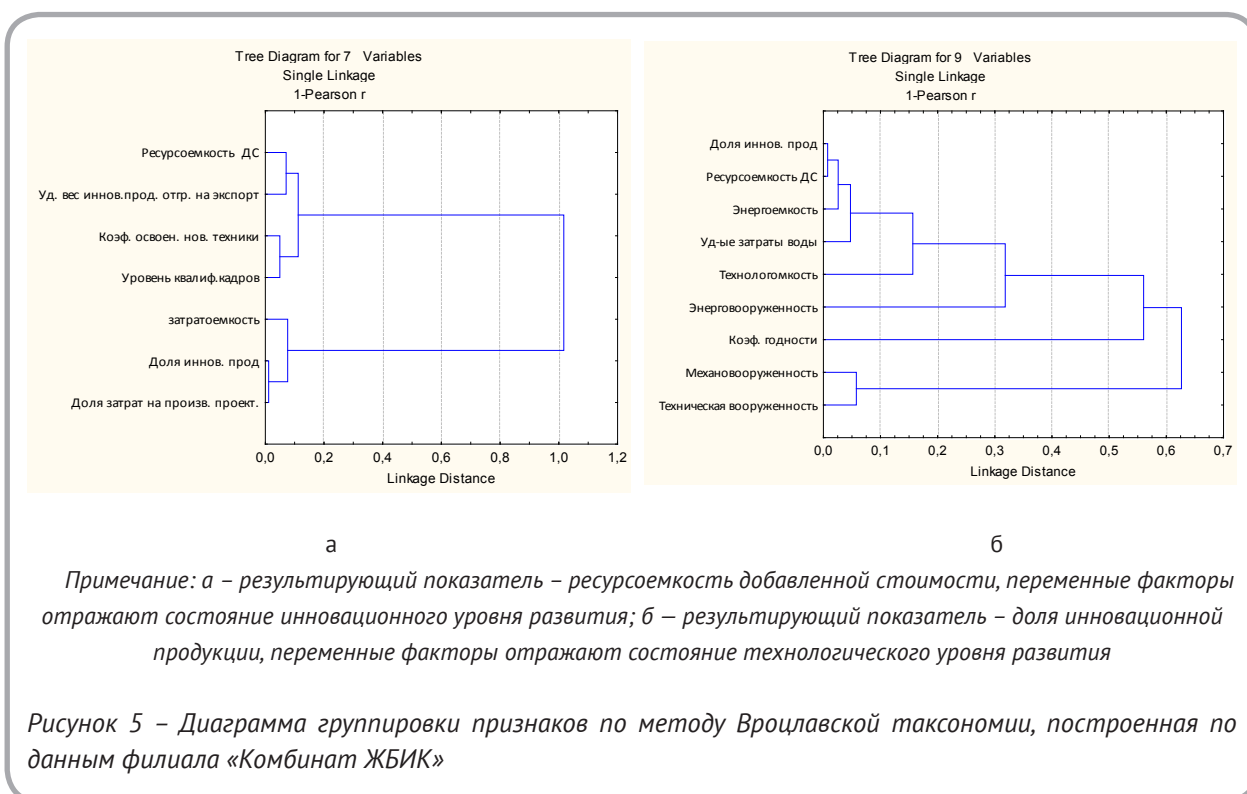
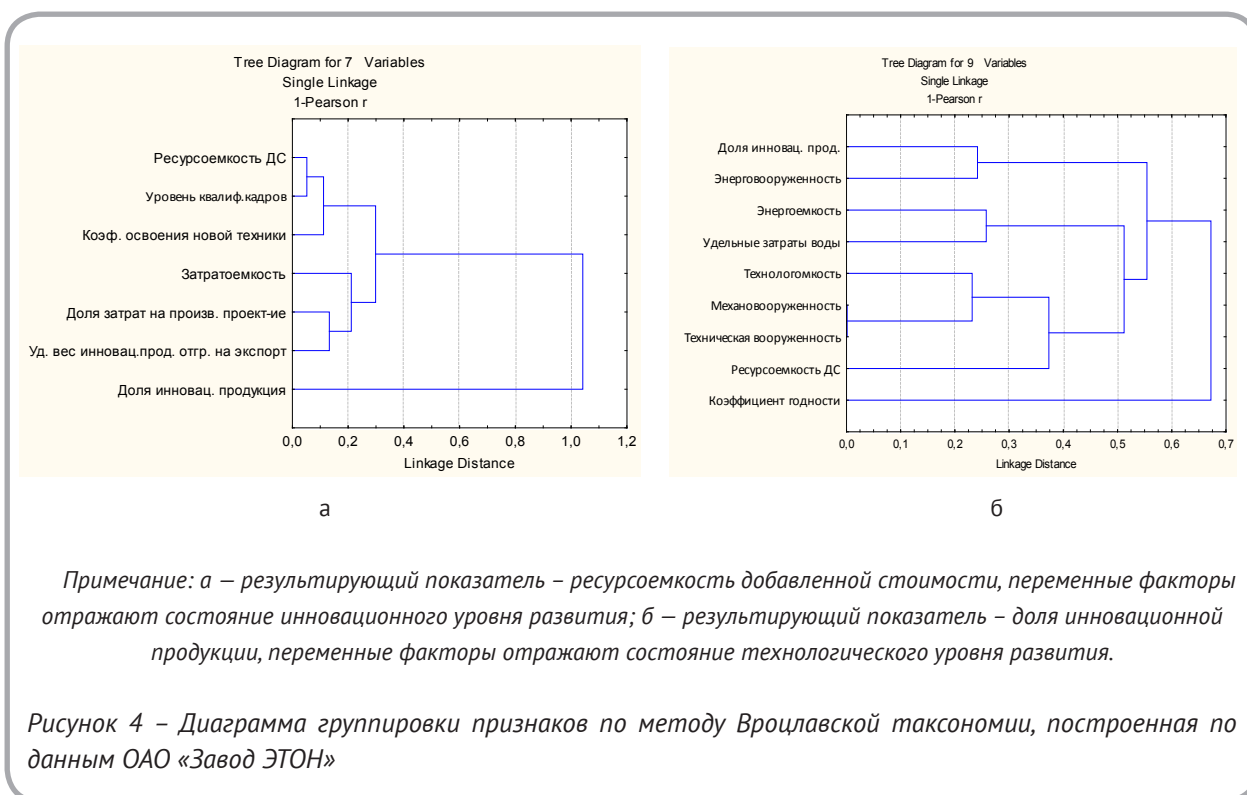


Источник: составлено автором.

вития был обусловлен ростом инновационного уровня развития. Рост инновационного уровня развития обусловлен ростом затратоотдачи производства инновационной продукции, средствоотдачи производства инновационной продукции и удельного веса инновационной продукции. Однако необходимо отметить, что в 2014 г. рост инновационного уровня развития сопровождается снижением технологического уровня, что в дальнейшем может привести к снижению восприимчивости организации к инновациям и снижению ее конкурентоспособности (рисунок 3).

По результатам корреляционно-регрессионного анализа было выявлено, что на динамику ресурсоемкости добавленной стоимости

филиала «Комбинат ЖБИК» весьма высокое влияние оказали удельный вес инновационной продукции отгруженной на экспорт, уровень квалификации персонала и удельный вес инновационной продукции; заметное влияние оказали коэффициент освоения новой техники и доля затрат на производственное проектирование; слабое влияние оказала затратноемкость нововведений. Причем рост удельного веса инновационной продукции, отгруженной на экспорт, и доли затрат на производственное проектирование приведет к снижению ресурсоемкости добавленной стоимости. На удельный вес отгруженной инновационной продукции филиала «Комбинат ЖБИК» высокое влияние оказали энергоемкость, удельные затраты воды



на технологические цели, технологоемкость, ресурсоемкость добавленной стоимости, механо-вооруженность и техническая вооруженность.

Незначительное влияние оказали коэффициент годности активной части основных средств и энерговооруженность (рисунок 5).

Резервами роста инновационно-технологического уровня развития филиала «Комбинат ЖБИК» являются, во-первых, повышение уровня используемых технологий и техники (стремление к технологиям, соответствующим V, VI технологическим укладам), позволяющих повысить конкурентоспособность организации, эффективность ее деятельности, во-вторых, повышение уровня организации и управления инновационной деятельностью за счет активизации вовлечения персонала в инновационные процессы, роста квалификации кадров, инвестиции в инновации и др.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рыночная экономика, обострение конкуренции, ускорение научно-технического прогресса заставляют организации переходить на интенсивный путь развития и обуславливают необходимость проведения активной инновационной политики. При этом инновации и гибкое управление ими становятся движущей силой технологического развития организации. Разработка инструментария анализа и оценки инновационно-технологического уровня развития коммерческой организации позволяет определить ее внутренние возможности и резервы их роста, прежде всего направленные на повышение технологического уровня и инновационной активности, формирующих основу эффективности деятельности организации и ее конкуренто-

способности.

Разработанная комплексная методика анализа и оценки инновационно-технологического уровня развития коммерческой организации позволяет:

- дать как дифференцированную, так и детализированную оценку инновационного уровня развития, технологического уровня развития и инновационно-технологического уровня развития;
- дать оценку динамических показателей, характеризующих исследуемые уровни развития;
- оценить наличие и тесноту связи между инновационным и технологическим уровнями, определить вклад каждого из них в формирование инновационно-технологического уровня;
- выявить «узкие места» исследуемых уровней развития и разработать направления по их нейтрализации и повышению инновационно-технологического уровня развития;
- способствует созданию информационно-аналитической базы и эффективности управления инновационно-технологическим уровнем развития организации;
- снизить трудоемкость оценки инновационно-технологического уровня развития, так как все расчеты проводятся в пакете электронных таблиц Excel, в котором сформирован массив с необходимыми показателями и их информационное обеспечение, а для оценки взаимосвязи используется ППП STATISTICA.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Балабанов, И.Т. (2001), *Инновационный менеджмент*, Санкт-Петербург, Питер, 143 с.
2. Балацкий, Е.В., Раптовский, А.В., (2007), Инновационно-технологическая матрица российских регионов, *Общество и экономика*, № 2-3, С. 138–159.
3. Баранчев, В.П., Масленникова, Н.П., (2011), *Управление инновациями*, Москва, Юрайт, 711 с.
4. Вагин, С.Г. (2009), Экономические закономерности инновационно-технологического развития экономики, *Экономические науки*, № 9, С. 51-56.
5. Дедков, С. (2007), Мониторинг научной и инновационной деятельности: некоторые вопросы методологии, *Наука и инновации*, 2007, № 3, С. 60 – 62.
6. Завлин, П.Н. (2008), *Инновационный менеджмент*, Санкт-Петербург, Наука, 342 с.
7. *Инструкция о порядке проведения инновационно-технологического мониторинга и создания комиссий по его проведению Утверждена постановлением Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь от 23 января 2013 г. № 2*, Минск, Дикта, 2013, 128 с.
8. *Концепция государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 2016–2020 годы*, Минск, 2015.
9. Лысенко, Д.В. (2008), *Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности*, Москва, ИНФРА-М, 320 с.
10. *О государственной инновационной политике и инновационной деятельности в Республике Беларусь, Закон Республики Беларусь от 10 июля 2012 г. № 425-3*.
11. *Программа развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 года: постановление Совета Министров Республики Беларусь*,

REFERENCES

1. Balabanov, I.T. (2001), *Innovacionnyj menedzhment* [Innovative management], St. Petersburg, St. Petersburg, 143 p.
2. Balatsky, E.V., Raptovsky, A.V. (2007), Innovative and technological matrix of the Russian regions, [Innovacionno-tehnologicheskaya matrica rossijskih regionov], *Society and economy*, No. 2-3, pp. 138-159.
3. Barancheev, V.P., Maslennikova, N.P., (2011), *Upravlenie innovacijami: uchebnoe posobie dlya vuzov* [Management of innovations: manual for higher education institutions], Moscow, Юрайт, 711 p.
4. Vaginas, S.G. (2009), Economic regularities of innovative and technological development of economy [Ekonomicheskie zakonomernosti innovacionno-tehnologicheskogo razvitiya ehkonomiki], *Economic sciences*, No. 9, pp. 51-56.
5. Dedkov, S. (2007), Monitoring of scientific and innovative activity: some questions of methodology [Monitoring nauchnoj i innovacionnoj deyatelnosti: nekotorye voprosy metodologii], *Science and innovations*, 2007, No. 3, pp. 60 – 62.
6. Zavlin, P. of N (2008), *Innovacionnyj menedzhment* [Innovative management], St. Petersburg, Science, 342 p.
7. *The instruction about an order of carrying out innovative and technological monitoring and creation of the commissions on his carrying out* [Instrukciya o poryadke provedeniya innovacionno-tehnologicheskogo monitoringa i sozdaniya komissij po ego provedeniyu], Is approved by the resolution of the State committee on science and technologies of Republic of Belarus of January 23, 2013 No. 2, Minsk, Dikta, 2013, 128 p.
8. *Koncepciya gosudarstvennoj programmy innovacionnogo razvitiya Respubliki Belarus' na 2016–2020 gody* [The concept of a state program of innovative development of Republic of Belarus for 2016-2020], Minsk, 2015.
9. Lysenko, D. Century (2008), *Kompleksnyj ehkonomicheskij analiz hozyajstvennoj deyatelnosti* [Complex economic

05.07.2012, № 622.

12. Прудникова, Л.В., Жиганова, Т.В. (2015), Инновационные процессы и технологическое развитие промышленности регионов Республики Беларусь. *Социально-экономическое развитие организаций и регионов Беларуси: эффективность и инновации*, УО «ВГТУ», Витебск, С. 175-179.
13. Прудникова, Л.В., Жиганова, Т.В. (2015), Комплексная методика оценки инновационно-технологического уровня коммерческой организации. *IV Международная научно-практическая конференция, Проблемы современной экономики: глобальный, национальный и региональный*, Гродно, С. 255-261.
14. Санто, Б. (2005), *Инновация как средство экономического развития*, Москва, Прогресс, 376 с.
15. Трифилова, А. А. (2011), Оценка инновационной активности предприятия, *Инновации*, 2011, № 9, С. 10–17.
16. Фатхутдинов, Р. А. (2011), *Инновационный менеджмент*, Санкт-Петербург, Питер, 624 с.
17. Шумпетер, Й. (1982), *Теория экономического развития*, Москва, Прогресс, 455 с.
- analysis of economic activity: the textbook for higher education institutions], Moscow, INFRA-M, 320 p.
10. *About the state innovative policy and innovative activity in Republic of Belarus* [O gosudarstvennoj innovacionnoj politike i innovacionnoj deyatel'nosti v Respublike Belarus']: The law of Republic of Belarus of July 10, 2012 No. 425/3.
11. *The program of development of an industrial complex of Republic of Belarus for the period till 2020* [Programma razvitiya promyshlennogo kompleksa Respubliki Belarus' na period do 2020 goda]: resolution of Council of ministers of Republic of Belarus, 7/5/2012, No. 622.
12. Prudnikova, L.V., Zhyhanava, T.V. (2015), Innovative processes and technological development of the industry of regions of Republic of Belarus [Innovacionnyye processy i tekhnologicheskoe razvitie promyshlennosti regionov Respubliki Belarus']. *Social and economic development of the organizations and regions of Belarus: efficiency and innovations*, UO "VGTU", Vitebsk, pp. 175-179.
13. Prudnikova, L.V., Zhyhanava, T.V. (2015), Complex technique of an assessment of innovative and technological level of the commercial organization [Kompleksnaya metodika ocenki innovacionno-tekhnologicheskogo urovnya kommercheskoj organizacii]. *IV International scientific and practical conference, Problems of modern economy: global, national and regional*, Grodno, pp. 255-261.
14. Santo, B. (2005), *Innovaciya kak sredstvo ehkonomicheskogo razvitiya* [Innovation as means of economic development], Moscow, Progress, 376 p.
15. Trifilova, A. A. (2011), Assessment of innovative activity of the enterprise [Ocenka innovacionnoj aktivnosti predpriyatiya], *Innovation*, 2011, No. 9, pp. 10-17.
16. Fatkhutdinov, R. A. (2011), *Innovacionnyj menedzhment* [Innovative management], St. Petersburg, St. Petersburg, 624 p.
17. Shumpeter, Y. (1982), *Teoriya ehkonomicheskogo razvitiya* [Theory of economic development], Moscow, Progress, 455 p.

Статья поступила в редакцию 29. 02. 2016 г.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КЛАСТЕРНОГО ПОДХОДА К ИННОВАЦИОННОМУ РАЗВИТИЮ И ПОВЫШЕНИЮ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

Г.А. Яшева, Е.А. Костюченко

УДК 338(476)

РЕФЕРАТ

КЛАСТЕР, КЛАСТЕРНЫЙ ПОДХОД, КЛАСТЕРИЗАЦИЯ, КЛАСТЕРНАЯ ПОЛИТИКА, ИННОВАЦИИ, ИННОВАЦИОННО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ КЛАСТЕР, СТРАТЕГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ, КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ, ИННОВАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ

В статье дано обоснование применения кластерного подхода как фактора инновационного развития и повышения конкурентоспособности национальной экономики. Выявлены проблемы инновационного развития и повышения конкурентоспособности экономики Беларуси, определена сущность и проанализированы типы кластеров в экономике, обоснована роль кластеров в инновационном развитии национальной экономики. В рамках идентификации кластеров в Витебском регионе проведен расчет и анализ коэффициентов локализации производства на территории региона, душевого производства продукции и специализации региона в разрезе видов экономической деятельности. Идентифицированы потенциальные кластеры: нефтехимический, кожевенно-обувной, текстильный. По результатам исследований определены основные направления организации инновационно-промышленных кластеров в экономике Республики Беларусь, включая меры государственной поддержки кластеризации и меры по обеспечению кластерных инициатив и сотрудничества.

ABSTRACT

CLUSTER, CLUSTER APPROACH, CLUSTERING, CLUSTER POLICY, INNOVATION, INNOVATION-INDUSTRIAL CLUSTER, STRATEGIC DEVELOPMENT, COMPETITIVENESS, INNOVATION ACTIVITY

The article gives a substantiation of application of the cluster approach as the factor of innovative development of national economy and increase of competitiveness. Problems of innovative development and competitiveness of the Belarusian economy are identified, the essence of cluster is defined, the types of clusters in the economy are analyzed, the role of clusters in innovative development of the national economy is justified. As part of the identification of clusters in the Vitebsk region, the coefficients of localization of production in the region, per capita production and regional specialization are calculated and analyzed in the context of types of economic activities. Petrochemical, textile, leather and footwear potential clusters are identified. Basing on research findings, the main directions of organization of innovation and industrial clusters in the economy of The Republic of Belarus, including measures of state support of clustering and measures to ensure the cluster initiatives and cooperation are defined.

ВВЕДЕНИЕ

Ориентация экономики Республики Беларусь на инновационное развитие ставит разнообразные задачи, которые не могут быть реализованы без такого ресурса, как знания и компетенции специалистов. При этом уровень активности в инновационной сфере большинства белорусских организаций заметно уступает странам-ли-

дерам мирового инновационного процесса. Например, в 2014 г. Республика Беларусь оказалась на 58-м месте с показателем 37,1 пункта в ряду из 143 стран, попавших в Глобальный индекс инноваций (The Global Innovation Index). Первые места в данном рейтинге заняли: Швейцария (64,8 пункта), Великобритания (62,4), Швеция (62,3), Финляндия (60,7), Нидерланды (60,6),

США (60,1), что примерно в 1,7–1,6 раза выше белорусского индекса инноваций [1]. В 2015 г. странами-лидерами остались Швейцария (68,3 пункта), Великобритания (62,4), Швеция (62,4), Нидерланды (61,6), США (60,1) и Финляндия (60,0). Республика Беларусь несколько улучшила свои позиции, переместившись в 2015 г. на 53-е место (из 141) с показателем 38,2 пункта (сразу за Вьетнамом) [2]. Согласно данным отчета «The Global Innovation Index 2015: Effective Innovation Policies for Development» [2] сильными сторонами белорусской экономики, позволяющими ей участвовать в инновационном развитии, являются, прежде всего, высокое качество человеческого капитала (32-е место в мировом рейтинге по показателю «Человеческий капитал и исследования»), хорошее технологическое развитие и наличие экономики знаний (32-я позиция по показателю «Развитие технологий и экономики знаний»). Стоит также отметить 32-е место в мировом рейтинге по показателю «Развитие внутреннего рынка». По результатам исследований, приведенных в докладе, основными движущими силами инновационного развития в Республике Беларусь можно назвать компетентностную составляющую экономики, а именно: знания, умения, квалификацию и готовность решать задачи в предлагаемых условиях специалистами, включенными в создание и трансфер нововведений. Таким образом, именно человеческий капитал, уровень которого наряду с прочими характеристиками определяется инновационными компетенциями, создает условия для повышения конкурентоспособности страны на мировых рынках. В данной связи важным является обеспечение условий для развития человеческого капитала, а также возможности полной его реализации. Развитие человеческого капитала сегодня невозможно без комплексного подхода к данному процессу, требуется внедрение инноваций (институциональных, управленческих, организационных, образовательных). Концентрация данных инноваций с максимальным эффектом, по нашему мнению, возможна в рамках реализации кластерной модели развития экономики.

В Республике Беларусь системные исследования в области кластеров и кластерного подхода не проводились, несмотря на глубокую прора-

ботку отдельных аспектов в трудах отечественных ученых. Например, различные типы кластеров рассматривали В. Ф. Байнев, Н. И. Богдан, В. В. Валетко, С. Г. Галуза, А. В. Марков, И. А. Михайлова-Станюта, М. В. Мясникович, Л. Н. Нехорошева, П. Г. Никитенко, Б. Н. Панышин, С. Ф. Пятинкин, Н. Г. Синяк и др. Преимущества территориально-производственных комплексов и корпоративно-кластерной структуры экономики обосновывали в своих исследованиях Я. М. Александрович, А. А. Быков, С. С. Полоник, В. В. Пинигин. Исследователи, рассматривая кластеры, отмечают различные аспекты их влияния на экономический рост и повышение эффективности деятельности субъектов. Существует множество определений понятия «кластер», «инновационный кластер», «инновационно-промышленный кластер», различные подходы к классификации, исследованию кластеров и формированию кластерной политики. В контексте инновационного развития национальной экономики проводимые в настоящее время исследования кластеров не в полной мере раскрывают методологию кластерного подхода к инновационному развитию. В частности, в предыдущих исследованиях не определены факторы и предпосылки активизации инноваций в кластерах, не обоснована модель кластерной политики с учетом институциональных условий Беларуси, не разработаны организационно-экономические меры кластеризации с учетом выбранной модели.

В Беларуси кластерный подход к инновационному развитию экономики нашел отражение в Государственных программных документах: Национальной программе поддержки и развития экспорта на 2016–2020 годы, Концепции Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 2016–2020 годы, а также в Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года. Всеми программами предусмотрено создание кластеров, выступающих в качестве точек роста региональной и национальной экономики.

Такие задачи требуют теоретического осмысления кластеров и разработки теоретико-методологических основ кластерного подхода к устойчивому экономическому развитию национальных экономик.

Таким образом, положительный зарубежный опыт кластеризации, процессы глобализации и усиление международной конкуренции, недостаточная разработанность кластерного механизма устойчивого развития и повышения конкурентоспособности национальной экономики предопределили цель и задачи исследования.

Цель исследования – обосновать методологические основы кластерного подхода к инновационному развитию и повышению конкурентоспособности экономики Беларуси.

Задачи исследования:

- обосновать проблемы инновационного развития и повышения конкурентоспособности экономики Беларуси;
- определить сущность и проанализировать типы кластеров в экономике;
- обосновать роль кластеров в инновационном развитии национальной экономики;
- идентифицировать кластеры в Витебском регионе;
- определить направления организации инновационно-промышленных кластеров в экономике Республики Беларусь.

АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЭКОНОМИКИ БЕЛАРУСИ

Основным средством обобщенной оценки конкурентоспособности стран является Индекс глобальной конкурентоспособности (ИГК) (The Global Competitiveness Index - GCI). Республика Беларусь не является членом Всемирного экономического форума, поэтому оценку рейтинга конкурентоспособности провел НИЦ Мизеса АЦ «Стратегия» по методологии Всемирного экономического форума. Результаты рейтинга стран мира по Индексу глобальной конкурентоспособности (ИГК) за 2012–2015 гг. представлены в таблице 1.

Беларусь улучшила свои позиции на 2 места (с 92 места в 2012/13 гг. до 90 места в 2014/15 гг.).

По косвенным показателям, результатам других опросов можно сказать, что Беларусь в Докладе 2014/2015 была бы примерно на 90-м месте. Экономический рост Республики Беларусь пока не стал инновационным. Факторы инновационности в оценке глобальной конкуренто-

способности в Беларуси находятся по оценке 2014/15 гг. на 97 месте из 144 стран (таблица 1). Положительным является улучшение позиции Республики Беларусь по фактору инновационности 2014/15 гг. – по сравнению с предыдущим периодом она поднялась в рейтинге на 7 мест. Наиболее подробный анализ инновационного развития представлен в Глобальном индексе инноваций.

Наиболее популярными оценками инновационной деятельности стран являются Глобальный индекс инноваций (The Global Innovation Index – GII) и Индекс Инновационного Европейского табло – Innovation Union Scoreboard (IUS). По оценке международной бизнес-школы INSEAD, Республика Беларусь по Глобальному индексу инноваций в 2015 г. заняла 53 место (рисунок 1).

В 2013 г. Беларусь была на 77 месте со значением GII - 34,62, в 2014 году произошло перемещение на 19 позиций вверх, а в 2015 г. – ещё на 5 позиций. Это хорошее достижение. Тем не менее, нельзя не заметить и того, что впереди находятся такие «схожие» с нами страны, как Россия (48 место, GII - 39,32); Польша (46 место, GII - 40,16); Молдова (44 место, GII - 40,53); Хорватия (40 место, GII - 41,70); Болгария (39 место, GII - 42,16); Литва (38 место, GII - 42,26); Словакия (36 место, GII - 42,99); Венгрия (35 место, GII - 43,00); Латвия (33 место, GII - 45,51); Словения (28 место, GII - 48,49); Чехия (24 место, GII - 51,32) и Эстония (23 место, GII - 52,81).

Анализ факторов инноваций в контексте Глобального индекса инноваций 2014 г. показал, что наиболее слабые позиции страны – в оценке институциональной среды. Общая оценка институтов инновационного развития – 105 ранг из 143. Некоторые показатели, такие как «Сотрудничество: университет-промышленность»; «Государство и кластерное развитие» получены на основе опроса экспертов. В обследовании GII 2014 г. для Беларуси ответы на эти вопросы не получены. Это свидетельствует о низком уровне сотрудничества и кластерного развития в Республике Беларусь [6, с. 151].

В современных условиях инновационная деятельность является важнейшей составляющей процесса обеспечения успешного функционирования экономических систем (организаций, объединений, региональной и национальной

Таблица 1 – Страны мира по Индексу глобальной конкурентоспособности (ИГК), 2012-2015 гг.

Страна	Место по Индексу глобальной конкурентоспособности ИГК*			Место по подиндексам ИГК								
	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015	Базовые требования			Усилители эффективности			Факторы инновационности		
				2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015
Швейцария	1	1	1	2	3	4	5	5	5	1	1	1
Сингапур	2	2	2	1	1	1	1	2	2	111	113	111
США	7	5	3	33	36	33	2	1	1	7	6	5
Финляндия	3	3	4	4	7	8	9	9	10	3	2	3
Германия	6	4	5	111	9	111	10	8	9	4	4	4
Япония	10	9	6	29	28	25	11	10	7	2	3	2
Гонконг	9	7	7	3	2	3	3	3	3	22	19	23
Нидерланды	5	8	8	10	110	110	7	11	8	6	7	6
Британия	8	110	9	24	224	224	4	4	4	9	110	8
Швеция	4	6	10	6	8	12	8	7	12	5	5	7
Китай	29	29	28	31	31	28	30	31	30	34	34	33
Эстония	34	32	29	26	26	21	31	30	27	33	35	34
Чехия	39	46	37	44	55	39	34	37	34	32	36	36
Литва	45	48	41	49	43	37	46	47	38	47	44	44
Латвия	55	52	42	54	40	34	48	41	36	68	68	61
Польша	41	42	43	61	69	55	28	32	32	61	65	63
Казахстан	51	50	50	47	48	51	56	53	48	104	87	89
Россия	67	64	53	53	47	44	54	51	41	108	99	75
Грузия	77	72	69	64	57	48	87	86	79	120	122	118
Словакия	71	78	75	62	67	70	51	56	51	74	77	73
Украина	73	84	76	79	91	87	65	71	67	79	95	92
Греция	96	91	81	98	88	76	69	67	65	85	81	74
Беларусь	92	98	90	112	117	104	94	99	93	90	104	97

*Примечание. Базовые требования: институты, инфраструктура, макроэкономическая стабильность, здравоохранение, начальное образование. Усилители эффективности: высшее образование, эффективность товарных рынков и рынка труда, развитость финансового рынка, технологическая готовность, размер рынка. Факторы инновационности: опыт бизнеса, инновационность. *Источник: [3; 4; 5].*

экономики). Анализ показателей инновационной активности экономики Республики Беларусь представлен на рисунке 2.

В целом показатели инновационной активности Беларуси за период 2005–2014 гг. имеют неоднозначную динамику. В частности, в период с 2009 г. по 2012 г. наблюдалась положительная динамика по всем показателям инновационной активности Беларуси. При этом с 2013 г. наметился некоторый спад, который продолжился и в 2014 г. Так, в 2014 г. по сравнению с предшеству-

ющим годом наблюдалось сокращение количества инновационно-активных организаций (на 28 единиц) и достаточно резкое снижение удельного веса отгруженной инновационной продукции (на 3,9 п.п.); доля инновационно-активных организаций снизилась на 0,8 п.п. В 2014 г. по сравнению с 2005 г. число инновационно-активных организаций промышленности возросло на 65 единицы, доля инновационно-активных организаций – на 6,8 процентных пункта; при этом стоит отметить снижение удельного веса отгру-

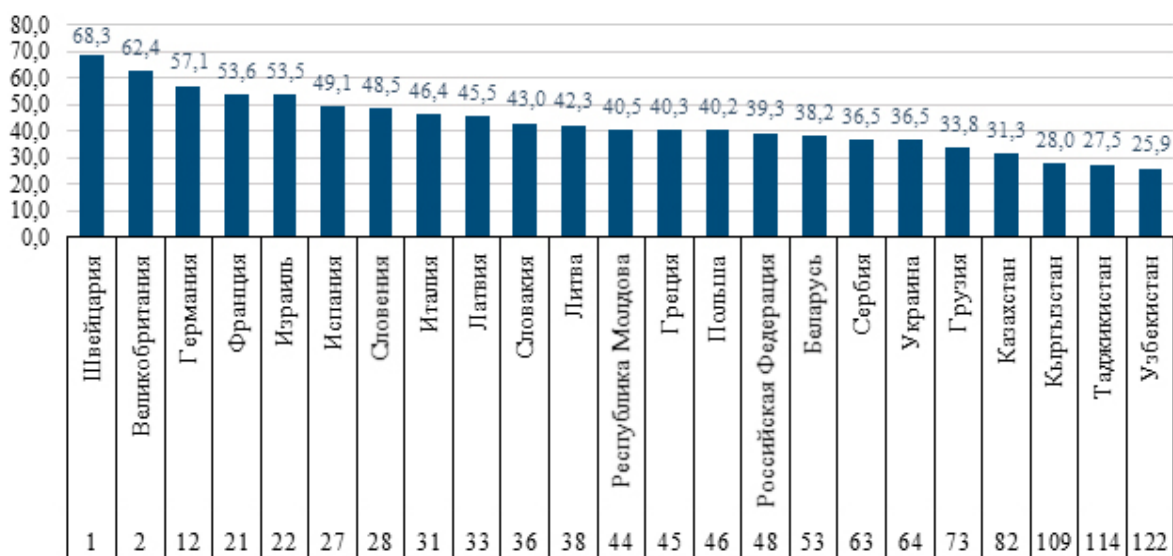


Рисунок 1 – Глобальный инновационный индекс стран Европы и бывшего СССР в 2015 г. (фрагмент)

Источник: составлено по данным [2].



Рисунок 2 – Показатели инновационной активности экономики Республики Беларусь за 2005–2014 гг.

Источник: составлено по данным [7, с. 56; 8, с. 76].

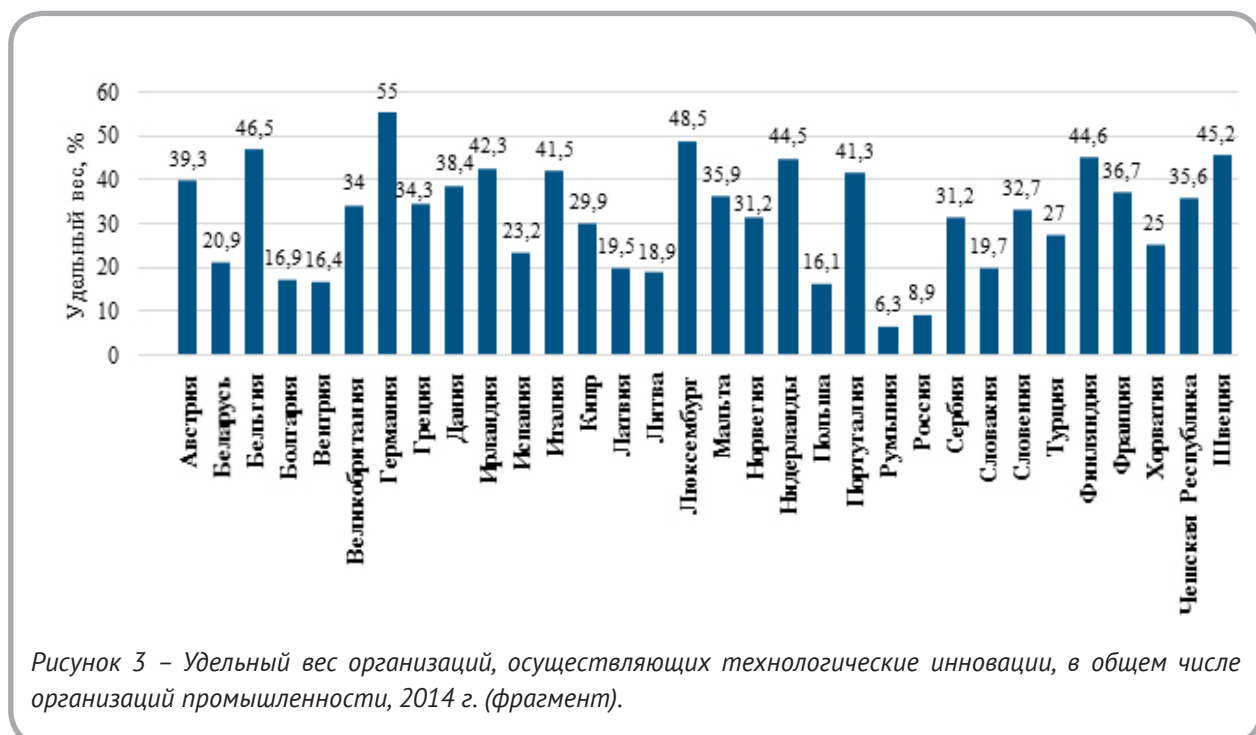
женной инновационной продукции на 1,3 процентных пункта.

Интеграция в мировую экономику ставит задачу сравнительного анализа инноваций для

разработки конкурентных стратегий и выработки механизмов повышения инновационности и конкурентоспособности белорусской экономики.

Важнейшим показателем, характеризующим инновационное развитие, является уровень инновационности (удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации, в общем числе организаций промышленности). Этот показатель в Беларуси в 2014 г. составил 20,9 % (рисунок 2), что соответствует нижнему порогу уровня инноваций по данному параметру в группе так называемых «догоняющих стран» и сопоставимо с аналогичными показателями в Словакии (19,7 %), Латвии (19,5 %), Литве (18,9 %), Венгрии (16,4 %) и Польше (16,1 %), которые отражены на рисунке 3.

%), высокая стоимость нововведений (82,1 %), длительные сроки окупаемости нововведений (72,5 %), высокий экономический риск (71,1 %). Из производственных факторов: низкий инновационный потенциал предприятия (52,6 %), недостаток квалифицированного персонала (46,4 %), слабая возможность для кооперирования с другими организациями (28,4 %). Среди прочих факторов респонденты отметили неразвитость инновационной инфраструктуры (43,5 %), а также неразвитость рынка технологий (48,7 %) [7, с. 101-102].



Источник: составлено по данным [8, с. 131].

Анализ инновационной деятельности в Республики Беларусь показал ее невысокие результаты. Методология исследования ставит задачу идентификации причин. Оценка значимости факторов, препятствующих инновационной деятельности, проводилась Национальным статистическим комитетом Республики Беларусь на основе экспертного метода (в опросе участвовали 12479 руководителей промышленных предприятий). Анализ показал, что основными факторами являются, среди экономических, недостаток собственных денежных средств (81,4

ПОНЯТИЕ КЛАСТЕРА И ТИПЫ КЛАСТЕРОВ В ЭКОНОМИКЕ

Основоположником кластерного подхода считается американский экономист, профессор Гарвардской школы бизнеса М. Портер, однако вопросами специализированной индустриальной локализации занимались и более ранние исследователи. А. Маршалл еще в 1890 году посвятил отдельную главу вопросам «концентрации специализированных производств в отдельных районах». Другие исследователи находят еще более глубокие корни кластеризации, обраща-

ьясь, например, к работе И. Тюнена «Изолированное государство», написанной в 1826 году [9, с. 20].

Обзор различных типов кластеров и их определений представлен в таблице 2.

Различные исследователи анализируют такие

Таблица 2 – Теоретическое исследование определений понятия «кластер»

Автор	Определение
М. Портер	Кластер – сконцентрированные по географическому признаку группы взаимосвязанных компаний, специализированных поставщиков, поставщиков услуг, фирм в соответствующих отраслях, а также связанных с их деятельностью организаций (например, университетов, агентств по стандартизации, а также торговых объединений) в определенных областях, конкурирующих, но вместе с тем и ведущих совместную работу
Лоурен Э. Янг	Кластер – группы компаний, расположенных рядом; в отдельных случаях такие сосредоточения образуют группы компаний, принадлежащих к одной отрасли. К характерным признакам кластеров относятся также расположение компаний вблизи больших исследовательских университетов; формирование их преимущественно из небольших частных компаний; наличие опыта работы сотрудников во многих фирмах
М. Стэйнер и К. Хартман	Кластер – ряд взаимодополняющих фирм (в производственном или обслуживающем секторах), общественных, частных и полуофициальных исследовательских институтов и институтов, которые связаны рынком труда и/или связями «затраты-выпуск», и/или технологическими связями
Л. Ван ден Берг и Е. Браун	Кластер – локализованная сеть специализированных организаций, процессы производства которых тесно связаны через обмен товарами, услугами и/или знаниями
Х. Вербек	Кластер – это определенное количество субъектов, собранных вместе в одну небольшую группу, особенно вокруг центрального субъекта; это определенное количество субъектов одинакового типа развития в непосредственной близости
Европейский кластерный меморандум, 2006 г.	Кластеры – региональные центры концентрации специализированных компаний и организаций, связанных друг с другом по многочисленным каналам, которые создают благоприятную среду для инноваций
М. П. Войнаренко	Кластер – территориально-отраслевое добровольное объединение предприятий, которые тесно сотрудничают с научными учреждениями и органами местной власти с целью повышения конкурентоспособности собственной продукции и экономического роста региона
С. Ф. Пятинкин и Т. П. Быкова	Кластер – группа географически локализованных взаимосвязанных компаний, поставщиков оборудования, комплектующих, специализированных услуг, инфраструктуры, научно-исследовательских институтов, высших учебных заведений и других организаций, взаимодополняющих друг друга и усиливающих конкурентные преимущества отдельных компаний и кластера в целом
Б. Н. Паньшин	Кластер – это группа близких, географически взаимосвязанных компаний и сотрудничающих с ними организаций, совместно действующих в определенном виде бизнеса, характеризующихся общностью направлений деятельности и дополняющих друг друга
Н. И. Богдан	Кластеры – территориальная общность предприятий, учреждений, выполняющих разные функции, но объединенных одним технологическим процессом, результатом которого является инновационный продукт, созданный усилиями всех участников – от науки и подготовки кадров до технологов, упаковщиков, транспортников, дилерской сети. В рамках кластеров происходит обмен знаниями и технологиями, формируются инновационные сети

Источник: собственная разработка на основании [10, с. 258; 11, с. 3; 12, с. 6; 13; 14; 15, с. 28; 16, с. 121; 17, с. 2; 18, с.47; 19].

типы кластеров, как инновационные кластеры (Н. И. Богдан; А. А. Мигранян; С. С. Полоник, Л. М. Крюков, В. Ф. Иванов, А.К. Казанцев, И.А. Никитина), территориальные инновационно-промышленные кластеры (В. П. Евтушенко), технологические кластеры (Д. Пизлари; Л. Н. Нехорошева; Н. И. Богдан; П. Г. Никитенко, А. В. Марков; М. В. Мясникович) [13, с. 20], информационные кла-

стеры (Б. Сорвиров, А. Баранов) [15, с. 30], трансграничные кластеры (Т. В. Мезина) [20, с. 44], (Н. Н. Внукова) [21], (В. Н. Сегедин) [22] и транснациональные кластеры (С.И. Рекорд) [23].

Обзор различных типологий и понятийного аппарата кластеров позволил разработать расширенную классификацию типов кластеров, которая прикреплена в таблице 3.

Таблица 3 – Типы экономических кластеров

Тип кластера	Описание
Формирующийся	Состоит из звеньев технологически взаимосвязанных предприятий, иногда разрозненных территориально. Деятельность ограничена набором типовых функций (добыча ресурсов, обработка, сборка и т.п.). Применяются современные, но не передовые технологии
Региональный	Пространственная агломерация подобных экономически связанных видов деятельности, формирующая основу местной среды за счет распространения знаний и навыков, способствующая и стимулирующая различные формы обучения и адаптации; характеризуются наличием пространственных связей, и кластеры, как правило, строго детерминированы территориальными границами определенных регионов
Территориально-отраслевой	Представляет комплекс разнородных производств, использующих местные ресурсы и объединяющее предприятия и организации по технологической цепи. Отсутствует «ключевой» продукт, объединение субъектов не основано на принципе законченного производственного цикла; присутствуют отношения кооперации, нет конкуренции. Использование новых технологий ограничено сферой контроля качества и управления персоналом
Товаропроизводителей (промышленный)	Сетевая организация комплементарных, территориально взаимосвязанных отношениями сотрудничества предприятий и организаций (включая специализированных поставщиков, в том числе услуг, а также производителей и покупателей), объединенных вокруг научно-образовательного центра, которая связана отношениями партнерства с местными учреждениями и органами государственного и регионального управления с целью повышения конкурентоспособности предприятий, регионов и национальной экономики
Инновационный	Географически сконцентрированная группа взаимосвязанных организаций, специализирующихся на генерации и коммерциализации взаимосвязанных инноваций, включающая инновационных компаний-разработчиков и производителей, базирующихся на пятом и шестом технологическом укладе; поставщиков оборудования, комплектующих, специализированных услуг; группа, действующая вокруг центров идей и научных знаний (научно-исследовательских институтов, вузов, технопарков, бизнес-инкубаторов), взаимодополняющих друг друга и усиливающих конкурентные преимущества отдельных компаний и кластера в целом в результате синергетического эффекта, дополнительных выгод от внутрикластерной конкуренции и кооперации
Транснациональный	Сеть производителей, поставщиков, потребителей и других элементов промышленной инфраструктуры двух или более стран, взаимосвязанных в процессе создания добавочной стоимости
Трансграничный	Добровольное объединение независимых компаний, ассоциированных институтов, других субъектов трансграничного сотрудничества, которые географически сосредоточены в трансграничном регионе (пространстве); сотрудничают и конкурируют; специализируются в различных отраслях, связаны общей технологией и навыками и взаимно дополняют друг друга для изготовления совместного продукта или услуги, что в конечном результате дает возможность получения синергических и сетевых эффектов, диффузии знаний и навыков

Источник: разработка авторов на основе [25].

Высшим типом развития кластеров являются промышленный и инновационный кластеры.

Признаки промышленного кластера: локализация и агломерация предприятий, организаций и общественных институтов, объединенных горизонтальными и вертикальными связями; комплементарность субъектов; производство «ключевого» товара; присутствие отношений конкуренции и кооперации; развитие неформальных связей и сотрудничества между субъектами кластера, а также партнерства между ними и органами регионального управления; единая инфраструктура и институциональная среда; объединение предприятий вокруг научно-образовательного центра).

Признаки инновационного кластера: значимая (по сравнению с отраслевыми и страновыми показателями) доля инновационной продукции кластера, а также сформированная инновационная инфраструктура, включающая взаимодействие между собой стейкхолдеров региональной инновационной системы (образовательные учреждения, центры исследований и разработок, центры трансфера технологий, бизнес-инкубаторы, технопарки, центры коллективного пользо-

Инновационно-промышленный кластер представляет совокупность географически локализованных на определенной территории, комплементарных, конкурирующих хозяйствующих субъектов (включая поставщиков, производителей, а также потребителей), связанных отношениями сотрудничества друг с другом, а также с органами государственного и местного управления, объединенных на неформальной основе вокруг научно-исследовательского или научно-образовательного центра, с целью создания благоприятной среды для распространения инноваций, а также повышения инновационной активности и конкурентоспособности организаций-субъектов кластера, регионов и национальной экономики [24, с. 57].

Состав инновационно-промышленного кластера представлен на рисунке 4.

В отличие от традиционных промышленных кластеров, инновационно-промышленные кластеры представляют собой систему тесных взаимосвязей не только между фирмами, их поставщиками и клиентами, но и институтами знаний, среди которых крупные исследовательские центры и университеты, являясь генераторами но-



Рисунок 4 – Состав инновационно-промышленного кластера в общем виде

Источник: разработка автора.

вания научным оборудованием, общественные организации, финансовые институты, центры кластерного развития и пр.).

С методологической точки зрения в контексте инновационного развития экономики наиболее актуальным является определение понятия и состава инновационно-промышленного кластера.

вых знаний и инноваций, обеспечивают высокий образовательный уровень региона. Появляется возможность координации усилий и финансовых средств для создания нового продукта и технологий и выхода с ними на рынок. Несомненным преимуществом для усиления инновационной компоненты в кластерах является особенность

их функционирования:

- уход от жесткого управления, присущего холдингам и другим подобным структурам, и переход к гибким сетевым структурам, способным повысить активность агентов-инноваторов (авторов инновационных идей);

- адаптивность и восприимчивость агентов-имитаторов (реализующих инновационные идеи) и реактивность агентов-фасилитаторов (обеспечивающих финансовыми и другими ресурсами этот процесс). Такая гибкая сетевая структура обеспечивает эффективную трансформацию изобретений в инновации, а инноваций в конкурентные преимущества.

РОЛЬ КЛАСТЕРОВ В ИННОВАЦИОННОМ РАЗВИТИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

Большая вовлеченность в инновационную деятельность кластерных компаний подтверждается статистическими исследованиями. Показательны результаты проведенных в ЕС исследований роли кластеров в развитии инноваций: инновационная активность кластерных компаний – около 60 %, в то время как вне кластеров – 40-45 % [35]. В частности, в кластерах проведение исследований, создание новых продуктов, подача заявок на получение патентов происходит чаще, чем у компаний, не входящих в кластеры [26].

С точки зрения методологии кластерного подхода возникает задача идентификации факторов активизации инноваций в кластере. На основе предложенного выше понятия инновационно-промышленного кластера, с учетом стадий инновационного цикла идентифицированы следующие факторы активизации инноваций в кластере.

1. Знания – основа инноваций. В кластерах происходит накопление знаний коммерческого и производственного характера и быстрая их диффузия [27].

2. Конкуренция – стимул к инновациям. В кластере благодаря внутренней конкуренции между производителями создаются инновации.

3. Сотрудничество – способ генерирования новых идей и возможностей. Ускорение внедрения инноваций в результате сотрудничества между поставщиками и производителями, а также между конкурентами в области общих целей.

4. Кластерные связи позволят идентифицировать слабые звенья цепей добавленной стоимости кластера и привлечь инвесторов и бизнес для заполнения этих ниш. Кластеры стимулируют развитие малого и среднего бизнеса в регионах за счет формирования отношений субконтрактинга (аутсорсинга), когда малые и средние предприятия выполняют продукцию, работы и услуги для ключевых субъектов кластера; открытия новых зон предпринимательства в производственной цепи кластера (цепочке ценностей).

5. Технологическое сотрудничество – метод привлечения инвестиций. В кластере новшества могут приобретаться в рамках международного технологического сотрудничества кластеров (СП, франчайзинговые предприятия, транснациональные корпорации), а также государственно-частного партнерства [28].

Источником экономического эффекта кластеризации является сетевое сотрудничество и государственно-частное партнерство. Под сетевым сотрудничеством понимается процесс установления длительных формальных и неформальных отношений между субъектами кластера, объединенными в технологической цепи вертикальными и горизонтальными связями, основанных на доверии и общих для кластера, являющегося деловым сообществом, целях, нормах, традициях, правилах, обычаях.

Государственно-частное партнерство (ГЧП) представляет собой институциональный и организационный альянс между органами государственного, регионального управления и бизнесом, основанный на совместном финансировании проектов.

Направления ГЧП в организации и развитии кластеров: формирование кластерных инициатив; организация кластеров; содействие в техническом развитии поставщиков, создание субъектов кластерной инфраструктуры; финансирование научных исследований и разработок кластеров; организация приграничного сотрудничества кластеров; привлечение иностранных инвестиций в кластеры; содействие в международном технологическом сотрудничестве и расширении экспорта кластеров. Формой реализации этих направлений являются совместные государственно-частные программы.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ КЛАСТЕРОВ В ВИТЕБСКОМ РЕГИОНЕ

В настоящее время не существует общепринятой методики идентификации кластеров. Единственным признаком состава отмечается лишь в странах, реализующих один кластерный проект, например проект «INCLUDE» [29]. Опыт кластеризации показывает, что большинство стран в качестве методов исследования кластеров использует анализ цепочки ценностей М. Портера (качественный анализ производственной цепи) и метод анализа «затраты – выпуск» [30].

В целом все методы идентификации кластеров можно подразделить на количественные и качественные. К первой группе можно отнести, например, метод расчета коэффициента локализации, комплексная методология с использованием коэффициента локализации (М. Портер), анализ таблиц «Затраты-выпуск», методики идентификации кластеров на основании показателей переливов знаний, рабочей силы, географический метод оценки пространственной концентрации предприятий (Рипли К-метод; М-функция Е. Маркона, Q-функция Г. Линквиста), метод структурных сдвигов (метод Shift-Share) и др. К группе качественных методов относятся метод опроса экспертов, метод снежного кома, составление генеалогического древа кластера, кейсовое исследование и пр.

Некоторые авторы предлагают использовать для идентификации субъектов кластера коэффициенты локализации, душевого производства и специализации отраслей промышленности [31]. Если рассчитанные коэффициенты больше единицы и имеют тенденцию к росту, следовательно, по этим видам экономической деятельности возможно создание кластеров. Апробируем предложенный методологический подход на примере Витебской области в разрезе видов экономической деятельности в 2000–2013 гг. Соответствующие коэффициенты представлены в таблице 4.

Анализируя значения коэффициентов локализации производства на территории региона, душевого производства продукции и специализации региона на конкретном виде экономической деятельности в совокупности, можно сделать вывод, что существуют предпосылки для кластеризации в Витебском регионе по видам экономической деятельности «производство

кожи, изделий из кожи и производство обуви» (подсекция DC) и «производство кокса, нефтепродуктов и ядерных материалов» (подсекция DF), а также по совокупности видов деятельности подсекций DF-DI. Анализируя значения коэффициентов душевого производства продукции и специализации региона на конкретном виде экономической деятельности в совокупности, можно сказать, что также существуют некоторые предпосылки для кластеризации в Витебском регионе по видам экономической деятельности «текстильное и швейное производство» (подсекция DB) и «химическое производство» (подсекция DG). Если рассматривать только коэффициенты специализации региона на конкретном виде экономической деятельности, то также можно отметить в Витебском регионе некоторые предпосылки кластеризации по видам экономической деятельности «производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака» (подсекция DA), «обработка древесины и производство изделий из дерева» (подсекция DD) и «производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования» (подсекция DL).

В целом можно сделать вывод, что в Витебской области наиболее существенные предпосылки кластеризации существуют именно для вида экономической деятельности «производство кокса, нефтепродуктов и ядерных материалов» (подсекция DF), а также для совокупности видов деятельности подсекций DF-DI. Иными словами, можно говорить о наличии достаточной степени локализации организаций соответствующих видов деятельности (DF-DI) для идентификации потенциального кластера нефтехимии и нефтепереработки, а также кожевенно-обувного и текстильного кластеров на территории Витебской области.

НАПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННО-ПРОМЫШЛЕННЫХ КЛАСТЕРОВ В ЭКОНОМИКЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В Государственных программах Беларуси на 2011–2015 годы предусмотрено создание семи кластеров:

- химический кластер в г. Гродно (ядро - ОАО "Гродно Азот", ОАО "ГродноХимволокно", УО "Гродненский государственный университет", БГУ, УО

Таблица 4 – Коэффициенты локализации, душевого производства продукции и специализации региона для Витебской области в разрезе видов экономической деятельности в 2000–2013 гг.

Наименование показателя	Год	Значение коэффициента по подсекциям														
		DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DF-DI
Коэффициент локализации видов деятельности (по показателю «объем производства»)	2000 г.	0,7	0,9	2,0	0,4	0,3	3,0	0,7	0,2	0,4	0,2	0,2	0,6	0,0	0,2	1,8
	2005 г.	0,6	1,3	1,8	0,6	0,2	2,8	0,8	0,2	0,5	0,2	0,2	0,7	0,0	0,2	1,8
	2009 г.	0,7	1,2	2,6	0,7	0,2	2,6	1,1	0,3	0,5	0,2	0,2	0,5	0,1	0,3	1,7
	2010 г.	0,7	1,1	2,5	0,7	0,2	2,5	1,1	0,4	0,5	0,2	0,2	0,6	0,1	0,3	1,6
	2011 г.	0,7	1,0	2,9	0,7	0,2	2,4	0,8	0,3	0,4	0,2	0,2	0,5	0,0	0,3	1,6
	2012 г.	0,7	0,9	2,5	0,6	0,2	2,2	1,6	0,3	0,4	0,2	0,2	0,5	0,1	0,3	1,6
	2013 г.	0,7	1,1	2,9	0,7	0,2	2,9	0,8	0,3	0,5	0,2	0,2	0,6	0,1	0,3	1,7
Коэффициент локализации видов деятельности (по показателю «объем отгруженной инновационной продукции»)	2000 г.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2005 г.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2009 г.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2010 г.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2011 г.	4,8	5,8	4,7	2,4	0,9	3,1	0,6	0,3	0,5	0,2	0,1	0,9	0,0	0,8	1,8
	2012 г.	2,4	2,6	2,8	1,5	0,4	2,4	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1	0,5	0,0	0,4	1,8
	2013 г.	2,1	2,0	2,7	1,4	0,4	2,1	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1	0,4	0,0	0,7	1,7
Коэффициент локализации видов деятельности (по показателю «занятость»)	2000 г.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2005 г.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2009 г.	1,2	1,6	2,7	1,0	0,5	4,8	1,0	0,6	1,2	0,6	0,5	1,1	0,1	0,5	1,2
	2010 г.	1,2	1,6	2,7	1,1	0,4	4,6	0,9	0,6	1,1	0,6	0,5	1,1	0,1	0,5	1,1
	2011 г.	1,2	1,6	2,9	1,1	0,4	4,7	0,9	0,6	1,1	0,6	0,5	1,1	0,1	0,5	1,1
	2012 г.	1,2	1,6	2,8	1,1	0,5	4,6	1,0	0,6	1,1	0,5	0,5	1,0	0,2	0,5	1,1
	2013 г.	1,1	1,6	2,9	1,2	0,5	4,6	0,9	0,6	1,1	0,5	0,5	1,0	0,2	0,5	1,1
Коэффициент душевого производства вида деятельности	2000 г.	1,0	1,3	2,8	0,6	0,4	4,3	1,0	0,3	0,6	0,3	0,3	0,9	0,0	0,3	2,5
	2005 г.	0,8	1,8	2,5	0,8	0,2	3,8	1,0	0,3	0,7	0,3	0,3	1,0	0,0	0,3	2,5
	2009 г.	0,9	1,6	3,5	0,9	0,2	3,5	1,5	0,5	0,6	0,3	0,3	0,7	0,1	0,4	2,3
	2010 г.	0,9	1,5	3,4	0,9	0,2	3,4	1,4	0,5	0,6	0,3	0,3	0,7	0,1	0,4	2,2
	2011 г.	0,9	1,4	4,0	0,9	0,2	3,3	1,1	0,4	0,5	0,3	0,3	0,7	0,1	0,4	2,1
	2012 г.	1,0	1,3	3,5	0,9	0,2	3,1	2,3	0,4	0,6	0,3	0,2	0,7	0,1	0,4	2,3
	2013 г.	0,9	1,3	3,7	0,8	0,2	3,6	1,0	0,4	0,6	0,3	0,3	0,7	0,1	0,3	2,1
Коэффициент специализации региона на данном виде деятельности	2000 г.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2005 г.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2009 г.	1,3	2,3	5,0	1,3	0,3	5,0	2,2	0,6	0,9	0,5	0,4	1,0	0,1	0,5	3,3
	2010 г.	1,4	2,2	5,0	1,4	0,3	4,9	2,1	0,7	0,9	0,4	0,4	1,1	0,1	0,5	3,2
	2011 г.	1,4	2,1	6,0	1,4	0,4	4,9	1,7	0,7	0,8	0,4	0,4	1,1	0,1	0,5	3,2
	2012 г.	1,3	1,8	4,9	1,3	0,3	4,3	3,2	0,5	0,8	0,4	0,3	0,9	0,1	0,5	3,2
	2013 г.	1,4	2,0	5,5	1,3	0,3	5,4	1,5	0,6	0,9	0,4	0,4	1,0	0,2	0,5	3,2

Источник: собственная разработка автора на основании [32, 33].

"Белорусский государственный технологический университет");

- нефтехимический кластер в г. Новополоцке (ядро - ОАО "Нафтан" и УО "Полоцкий государ-

ственный университет", Научно-исследовательский институт физико-химических проблем БГУ);

- агромашиностроительный кластер в г. Гомеле (ядро - РУП "Гомсельмаш" и УО "Гомельский го-

сударственный технический университет имени П.П.Сухого");

- автотракторостроительный кластер в г. Минске (ядро - РУП "Минский тракторный завод", РУП "Минский автомобильный завод", РУП "Минский моторный завод", БНТУ, ГУВПО "Белорусско-Российский университет", УО "Белорусский государственный технологический университет");

- химико-текстильный кластер в г. Могилеве (ядро - ОАО "Могилевхимволокно", ОАО "Моготекс", УО "Могилевский государственный университет продовольствия", УО "Белорусский государственный технологический университет");

- IT-кластер в г. Минске (ядро - резиденты ПВТ, ГНУ "Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси", БГУ, УО "БГУИР", БНТУ);

- кластер льна в г. Орше (ядро – РУПТП «Оршанский льнокомбинат»).

С точки зрения наличия признаков кластера

(которые перечислены выше) можно отнести только IT-кластер в г. Минске к реальному кластеру.

Для создания в экономике Беларуси реальных кластеров необходимо разработать и реализовать кластерную политику, направленную на формирование конкурентной среды, сетевого сотрудничества и государственно-частного партнерства.

Существует 2 подхода к формированию кластерной политики:

- кластерная политика «сверху-вниз» (применяется для слаборазвитых стран с переходной экономикой);

- кластерная политика «снизу-вверх» (применяется для развитых стран с рыночной экономикой и развитым гражданским обществом) [10, с. 253-262].

В соответствии с эмпирическими заключениями М. Портера по формированию кластерной



Рисунок 5 – Рекомендуемые меры государственной поддержки кластеризации

Источник: разработка автора на основе [34].

политики и мировым опытом кластеризации, для Беларуси наиболее целесообразным, исходя из институциональных условий, является подход «сверху-вниз». Это означает, что процесс инициирования кластерного подхода, а также поддержку кластеров должно осуществлять государство. Принятая в 2014 году концепции формирования и развития инновационно-промышленных кластеров в Республике Беларусь [37] не содержит конкретных мер и инструментов создания реальных кластеров. Для реализации кластерной политики по модели «сверху-вниз» необходимы меры государственной поддержки кластеризации (рисунок 5).

Основываясь на зарубежном опыте кластеризации, с учетом специфики государственного управления в Республике Беларусь в качестве субъектов кластерной политики национального уровня предлагаются следующие: министерство

экономики Республики Беларусь; министерство торговли Республики Беларусь; государственные отраслевые концерны; Агентство по проблемам кластерной политики при Правительстве РБ. Субъекты региональной кластерной политики: агентства регионального развития; комиссии по кластерам при комитетах экономики; коллегиальные органы управления кластерным процессом в форме некоммерческих организаций (ассоциации, союзы, центры кластерного развития, некоммерческие партнерства).

Значительная роль в кластеризации зарубежных экономик принадлежит промышленным ассоциациям. Они выступают инициаторами создания кластеров в регионе, оказывают помощь в разработке национальной/региональной стратегии конкурентоспособности посредством предоставления информации об уровне конкуренции, требованиях покупателей, новых рыноч-



Источник: разработка автора на основе [34].

ных возможностях и др. Ассоциации способствуют повышению конкурентоспособности кластера за счет учреждения связей между субъектами кластера, а также взаимодействия с местными органами управления и правительством страны по вопросам совершенствования законодательства.

Центры кластерного развития (ЦКР) – ключевой элемент инфраструктуры поддержки кластерных инициатив и проектов. Основные функции ЦКР:

- информационно-правовое и организационно-методическое сопровождение процесса формирования и развития кластера;
- организация производственной кооперации (субконтрактации) участников кластера между собой и другими организациями реального сектора;
- организация трансфера и коммерциализации технологий.

В целях формирования кластерных инициатив и сотрудничества необходимы меры организационной, коммуникационной поддержки и экономического стимулирования (рисунок б).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях формирования «сетевой экономики» традиционные подходы к инновационному развитию и повышению конкурентоспособности должны дополняться новым кластерным

подходом, основанным на стимулировании развития сетевого сотрудничества и государственно-частного партнерства в формировании факторов конкурентных преимуществ. Кластеры являются самоорганизующимися системами, в которых создаются стратегические конкурентные преимущества благодаря синергетическому эффекту от сетевого сотрудничества и государственно-частного партнерства. Рост инновационной активности в кластерах происходит за счет положительных внешних эффектов: обмен знаниями, технологиями; высокая инновационная активность фирм за счет высокой конкуренции.

Для использования преимуществ кластеров необходима четкая кластерная политика. Для Республики Беларусь наиболее целесообразна, исходя из институциональных условий, модель «сверху-вниз», то есть государство (в лице предложенных государственных органов) должно инициировать кластерные инициативы и сотрудничество, осуществлять поддержку конкурентоспособных кластеров. Представленные направления формирования кластерной политики позволят субъектам управления на всех уровнях разрабатывать и реализовывать кластерные стратегии, направленные на использование фактора сотрудничества в инновационном развитии и повышении конкурентоспособности экономики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Глобальный индекс инноваций: *Рейтинг стран мира по Индексу инноваций* (2014), режим доступа: <http://gtmarket.ru/ratings/global-innovation-index/info> (дата доступа: 18 Февраля 2016).
2. The Global Innovation Index 2015: *Effective Innovation Policies for Development* (2015), available at: <https://www.globalinnovationindex.org/content/page/gii-full-report-2015/#pdfopener> (accessed 1 March 2016).
3. *The Global Competitiveness Report 2012–2013* (2013), available at: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2012-2013.p (accessed 14 February 2016).
4. *The Global Competitiveness Report 2013-2014* (2014), available at: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2013-14.p (accessed 14 February 2016).
5. *Global Competitiveness Report 2014-2015* (2015), available at: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2014-15.p (accessed 14 February 2016).
6. *The Global Innovation Index 2014* (2014), available at: <http://www.globalinnovationindex.org/content.aspx?page=gii-full-report-2014> (accessed 14 February 2016).
7. *Наука и инновационная деятельность в Республике Беларусь: статистический сборник* (2014), Минск, 121 с.
8. *Наука и инновационная деятельность в Республике Беларусь: статистический сборник* (2015), Минск, 138 с.
9. Вашкевич, Ю.Б. (2007), Кластерные инициативы в национальной экономике: механизм формирования и особенности развития, *Вест-*

REFERENCES

1. Globalnyj indeks innovacij: *Rejting stran mira po Indeksu innovacij* (2014) [Global Innovation Index: Ranking of countries on innovation index], available at: <http://gtmarket.ru/ratings/global-innovation-index/info> (accessed 18 February 2016).
2. The Global Innovation Index 2015: *Effective Innovation Policies for Development* (2015), available at: <https://www.globalinnovationindex.org/content/page/gii-full-report-2015/#pdfopener> (accessed 1 March 2016).
3. *The Global Competitiveness Report 2012–2013* (2013), available at: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2012-2013.p (accessed 14 February 2016).
4. *The Global Competitiveness Report 2013-2014* (2014), available at: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2013-14.p (accessed 14 February 2016).
5. *Global Competitiveness Report 2014-2015* (2015), available at: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2014-15.p (accessed 14 February 2016).
6. *The Global Innovation Index 2014* (2014), available at: <http://www.globalinnovationindex.org/content.aspx?page=gii-full-report-2014> (accessed 14 February 2016).
7. *Nauka i innovacionnaya deyatelnost v Respublike Belarus: statisticheskij sbornik* (2014), [Science and innovative activity in the Republic of Belarus: statistical yearbook], Minsk, 121 p.
8. *Nauka i innovacionnaya deyatelnost v Respublike Belarus: statisticheskij sbornik* (2015), [Science and innovative activity in the Republic of Belarus: statistical yearbook], Minsk, 138 p.
9. Vashkevich, U.B. (2007), Cluster initiatives in the national economy: the mechanism of formation and

- ник Белорусского государственного экономического университета, 2007, № 6, С. 19-26.
10. Портер, М. (2005), *Конкуренция*, Москва, Вильямс, 608 с.
 11. Янг Лоурен, Э. (1995) *Технопарки и кластеры фирм*, Киев, ПЕРУ, 78 с.
 12. Пятинкин, С.Ф., Быкова, Т.П. (2008), *Развитие кластеров: сущность, актуальные подходы, зарубежный опыт*, Минск, Тесей, 72 с.
 13. Яшева, Г.А. (2010), *Кластерная концепция повышения конкурентоспособности предприятий в контексте сетевого сотрудничества и государственно-частного партнерства*, Витебск, УО «ВГТУ», 373 с.
 14. Войнаренко, М.П. (2003), *Кластерные технологии в системе развития предпринимательства, интеграции и привлечения инвестиций*, *Regional forum «Social Aspects and Financing of Industrial Restructuring»*, 26 and 27 November 2003, Moscow, Russian Federation. Topic 6. Regional dimension of industrial restructuring, available at: www.unecce.org/ie/wp8/documents/voynarenko.pdf (accessed 26 January 2012).
 15. Сорвилов, Б. (2011), Информационные кластеры как форма сетевого взаимодействия, *Наука и инновации*, 2011, № 2, С. 28-32.
 16. Панышин, Б. Н. (2008), Электронная торговля как фактор кластеризации приграничного сотрудничества малых и средних предприятий, Роль образовательных и исследовательских организаций в приграничном сотрудничестве: материалы междунар. семинара (29 мая 2008 г., г. Минск), Минск, Тесей, 181с., С. 120-142.
 17. The European Cluster Memorandum. Promoting European Innovation through Clusters. PRO INNO Europe official website (2006), available at: www.proinno-europe.eu/NWEV/uploaded.../Cluster_Memorandum.pdf (accessed 23 August 2012).
 10. Porter, M. (2005), *Konkurenciya* [Competition], Moscow, Williams, 608 p.
 11. Yang, Louren E. (1995), *Tekhnoparki i klasteri firm* [Technological parks and clusters of firms], Kiev, PERU, 78 p.
 12. Pyatinkin, S.F., Bykova, T.P. (2008), *Razvitie klasterov sushchnost aktualnye podhody zarubezhnyj opyt* [The development of clusters: the essence, current approaches, international experience], Minsk, Tesej, 72 p.
 13. Yashva, G.A. (2009), *Klasternaya koncepciya povysheniya konkurentosposobnosti predpriyatij v kontekste setevogo sotrudnichestva i gosudarstvenno-chastnogo partnerstva, monografiya* [Cluster concept of improving the competitiveness of enterprises in the context of a network cooperation and public-private partnerships, monograph], Vitebsk, IE VSTU, 373 p.
 14. Vojnarenko, M.P. (2003), *Cluster technology in the system of enterprise development, integration and investment* [Klasternye tekhnologii v sisteme razvitiya predprinimatel'stva, integracii i privilecheniya investicij], Social Aspects and Financing of Industrial Restructuring, Proceedings of the Regional forum, Moscow, 2003, available at: www.unecce.org/ie/wp8/documents/voynarenko.pdf (accessed 26 January 2012).
 15. Sorvirov, B. (2011), Information clusters as a form of network interaction, [Informacionnye klasteri kak forma setevogo vzaimodejstviya], *Nauka i innovacii - Science and Innovation*, 2011, № 2, pp. 28-32.
 16. Panshin, B.N. (2008), E-commerce as a factor of clustering, cross-border cooperation of small and medium-sized enterprises [Elektronnaya trgovlya kak faktor klasterizacii prigranichnogo

- 2011).
18. Авдейчик, О.В., Пестит, В.К., Струк, В.А. (2009), *Региональный инновационный кластер: Методология формирования и опыт функционирования*, Гродно, ГГАУ, 391 с.
 19. Богдан, Н.И. (2004), *Мировая практика инновационной деятельности*, Минск, БелИСА, 42 с.
 20. Мезина, Т.В. (2004), Кластеры эффективно работающих предприятий в рамках «новой экономики», *Аспирант и соискатель*, 2004, № 4, С. 39-45.
 21. Внукова, Н.Н. (2012), *Концептуальные основы формирования трансграничных финансовых кластеров*, Информационно-библиотечный комплекс Уральского Государственного Экономического Университета, режим доступа: www.lib.usue.ru/resource/free/12/s176.pdf. (дата доступа: 7 Июня 2012).
 22. Сегедин, В.Н. (2011), *Перспективы развития трансграничных систем предпринимательства в современной России*, автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. экон. наук: 08.00.05, Волгоград, 27 с.
 23. Рекорд, С.И. (2010), *Развитие промышленно-инновационных кластеров в Европе: эволюция и современная дискуссия*, СПб., Изд-во СПб-ГУЭФ, 109 с., режим доступа: http://elibrary.fines.ru/materials_files/357143263.pdf (дата доступа: 7 Июня 2012).
 24. Костюченко, Е.А. (2012), Теоретические основы кластеров и их роль в повышении конкурентоспособности организаций нефтехимического комплекса Витебского региона, *Вестник Полоцкого государственного университета*, Серия D, Экономические и юридические науки, 2012, Выпуск 5, С. 55-62.
 25. Яшева, Г.А., Кунин, В.А. (2014), Теоретико-методологические основы кластеров и их роль в повышении устойчивости национальных экосотrudnichestva malyh i srednih predpriyatij] Role of educational and research institutions in the cross-border cooperation, Proceedings of the international workshop, Minsk, Tesej, 2008, pp. 120-142.
 17. The European Cluster Memorandum. Promoting European Innovation through Clusters. PRO INNO Europe official website (2006), available at: www.proinno-europe.eu/NWEV/uploaded.../Cluster_Memorandum.pdf (accessed 23 August 2011).
 18. Avdejchik, O.V., Pestit, V.K., Struk, V.A. (2009), *Regional'nyj innovacionnyj klaster: Metodologiya formirovaniya i opyt funkcionirovaniya* [The regional innovation cluster: Methodology of formation and experience of functioning], Grodno, GGAU, 391 p.
 19. Bogdan, N.I. (2004), *Mirovaya praktika innovacionnoj deyatel'nosti* [World practice of innovation activity], Minsk, BellSA, 42 p.
 20. Mezina, T.V. (2004), Clusters of effectively working companies in the "new economy" [Klasteri ehffektivno rabotayushchih predpriyatij v ramkah «novoje ehkonomiki»], *Aspirant i soiskatel' – Postgraduate and applicant*, 2004, № 4, pp. 39-45.
 21. Vnukova, N. N. (2012), *Conceptual bases of formation of cross-border financial clusters* [Konceptual'nye osnovy formirovaniya transgranichnyh finansovyh klasterov], Informacionno-bibliotechnyj kompleks Ural'skogo Gosudarstvennogo Ekonomicheskogo Universiteta - Information-library complex of the Ural State Economic University, available at: www.lib.usue.ru/resource/free/12/s176.pdf (accessed 7 June 2012).
 22. Segedin, V. N. (2011), *Prospects for the development of cross-border business systems in modern Russia* [Perspektivy razvitiya transgranichnyh sistem predprinimatel'stva v sovremennoj Rossii], avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kand. ekon. nauk - Abstract of dissertation for competition of a scientific degree of Cand.Econ.Sci: 08.00.05, Volgograd, 27 p.
 23. Rekord, S.I. (2010), *Razvitie promyshlennoinnovacionnyh klasterov v Evrope: evolyuciya i*

- номик, *Региональная экономика и управление: электронный научный журнал*, 2014, №1 (37), режим доступа: <http://region.mcnp.ru>.
26. European Cluster Observatory official web-site (2015), available at: <http://www.clusterobservatory.eu> (accessed 12 December 2015).
27. Блинов, А.О., Яшева, Г.А. (2010), Формирование институциональных структур развития человеческого капитала в обеспечении инновационного развития национальной экономики, *Вестн. Витебск. гос. технол. ун-та*, 2010, № 18, С. 142-147.
28. Rud, N.T., Marchuk, O.I., Yasheva, G.A. (2014), Cluster interaction mechanism in the formation of innovative model of region's economy, *Актуальні проблеми економіки: науковий економічний журнал*, 2014, №12 (162), С. 281-289, available at: <http://eco-science.net/archive2014/print:page,1,339-12162.html>. (accessed 14 February 2016).
29. Central Hungary regional report (2016), INCLUDE: Industrial cluster development, available at: <http://www.include.net/> (accessed 15 February 2016).
30. Cluster Analysis & Cluster-based policy in OECD-countries various approaches, earl results & policy implications (2015), Editors : Theo J. A. Roelandt, Pim den Hertog , Report by the Focus Group on: Industrial clusters, available at: <http://www.oecd.org/daf/corporate> (accessed 18 February 2016).
31. Винокурова, М.В. (2006), Конкурентоспособность и потенциал кластеризации отраслей Иркутской области, *Эко*, 2006, № 12, С. 73-91.
32. *Статистический ежегодник Витебской области: статистический сборник* (2014), Витебск, 476 с.
33. Костюченко, Е.А. (2015), Оценка потенциала *sovremennaya diskussiya* [The development of industrial and innovation clusters in Europe: evolution and modern discussion], Saint Petersburg., *Izd-vo SPbGUEF*, 109 p., available at: http://elibrary.finec.ru/materials_files/357143263.pdf (accessed 7 June 2012).
24. Kostyuchenko, E.A. (2012), Theoretical basis of the clusters and their role in enhancing the competitiveness of organizations of the petrochemical complex of the Vitebsk region [Teoreticheskie osnovy klasterov i ih rol v povyshenii konkurentosposobnosti organizacij neftekhimicheskogo kompleksa Vitebskogo regiona], *Vestnik Polockogo gosudarstvennogo universiteta, Seriya D, Ekonomicheskie i yuridicheskie nauki - Vestnik of Polotsk State University, Series D, Economic and legal sciences*, 2012, Issue 5, pp. 55-62
25. Yasheva, G.A., Kunin, V.A. (2014), Theoretical and methodological bases of the clusters and their role in enhancing the sustainability of national economies [Teoretiko-metodologicheskie osnovy klasterov i ih rol v povyshenii ustojchivosti nacionalnyh ehkonomik], *Regionalnaya ehkonomika i upravlenie ehlektronnyj nauchnyj zhurnal - Regional economics and management: an electronic scientific journal*, 2014, № 1 (37), available at: <http://region.mcnp.ru>.
26. European Cluster Observatory official web-site (2015), available at: <http://www.clusterobservatory.eu> (accessed 12 December 2015).
27. Blinov, A.O., Yasheva, G.A. (2010), Formation of institutional structures for human capital development in the innovative development of the national economy [Formirovanie institucionalnyh struktur razvitiya chelovecheskogo kapitala v obespechenii innovacionnogo razvitiya nacionalnoj ehkonomiki], *Vestn. Vitebsk. Gos. Tekhnol. un-ta – Vestnik of Vitebsk state Technological University*, 2010, № 18, pp. 142-147.
28. Rud, N.T., Marchuk, O.I., Yasheva, G.A. (2014), Sluster interaction mechanism in the formation of innovative model of region s economy, *Aktualni problemi ekonomiki naukovij ekonomichnij zhurnal*, 2014, № 12 (162), pp. 281-289, available at: <http://eco-science.net>.

- кластеризации нефтехимического комплекса Витебской области, *Потребительская кооперация*, 2015, № 1(48), С. 80-84.
34. Яшева, Г.А., Кунин, В.А. (2014), Кластерная стратегия инновационного развития экономик России и Беларуси, *Управление экономическими системами: электронный научный журнал*, 2014, № (62) УЭК, 2/2014, режим доступа: <http://uecs.ru/index>.
35. *Инновационно-технологические кластеры стран – членов МЦНТИ* (2013), Международный центр научной и технической информации, 46 с., режим доступа: <http://www.icsti.su/uploaded/201304/cluster.pdf> (дата доступа: 10 Мая.2014).
36. Казанцев, А.К., Никитина, И.А. (2011), Инновационные кластеры в региональных стратегиях, *Вестник СПбГУ*, режим доступа: <http://reftrend.ru/1094590.html> (дата доступа: 16 Июля 2014).
37. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16 января 2014 г. № 27, *Об утверждении концепции формирования и развития инновационно-промышленных кластеров в Республике Беларусь и мероприятий по ее реализации* (2014), режим доступа: www.cluster.by/images/psm_2014_01_16_27.doc (дата доступа: 22 января 2016).
- net/ archive2014/print:page,1,339--12162.html (accessed 14 February 2016).
29. Central Hungary regional report (2016), INCLUDE: Industrial cluster development, available at: <http://www.include.net/> (accessed 15 February 2016).
30. Cluster Analysis & Cluster-based policy in OECD-countries various approaches, early results & policy implications (2015), Editors : Theo J. A. Roelandt, Pim den Hertog, Report by the Focus Group on: Industrial clusters, available at: <http://www.oecd.org/daf/corporate> (accessed 18 February 2016).
31. Vinokurova, M.V. (2006), Competitiveness and potential of clustering of industries of Irkutsk region [Konkurentosposobnost i potencial klasterizacii otraslej Irkutskoj oblasti], *Eko - Eco*, 2006, № 12, pp. 73-91.
32. *Statisticheskij ezhegodnik Vitebskoj oblasti: statisticheskij sbornik* (2014) [Statistical Yearbook of the Vitebsk region: statistical yearbook], Vitebsk, 476 p.
33. Kostyuchenko, E.A. (2015), Evaluation of potential of clustering of petrochemical complex of Vitebsk region [Ocenka potenciala klasterizacii neftekhimicheskogo kompleksa Vitebskoj oblasti], *Potrebitelskaya kooperaciya - Consumer cooperation*, 2015, № 1 (48), pp. 80-84.
34. Yasheva. G.A., Kunin, V.A. (2014), Cluster strategy of innovative development of Russia and Belarus economies [Klasternaya strategiya innovacionnogo razvitiya ehkonomik Rossii i Belarusi], *Upravlenie ehkonomicheskimi sistemami ehlektronnyj nauchnyj zhurnal - Economic systems management: an electronic scientific journal*, 2014, № 62, 2/2014, available at: <http://uecs.ru/index>.
35. *Innovacionno-tehnologicheskie klasterystran - chlenov MCNTI* (2013), [Innovation and technological clusters of countries - members of ICSTI], the International Centre for Scientific and Technical Information, 46 p., available at: <http://www.icsti.su/uploaded/201304/cluster.pdf> (accessed 10 May 2014).

36. Kazancev, A.K., Nikitina, I.A. (2011), Innovation clusters in regional strategies [Innovacionnye klasteri v regional'nyh strategiyah], *Vestnik SPbGU - Vestnik of St. Petersburg State University*, available at: <http://refrend.ru/1094590.html> (accessed 16 July 2014).

37. Postanovlenie Soveta Ministrov Respubliki Belarus' ot 16 yanvarya 2014 № 27, *Ob utverzhdenii koncepcii formirovaniya i razvitiya innovacionno-promyshlennykh klasterov v Respublike Belarus' i meropriyatij po ee realizacii* (2014), [Decision of the Council of Ministers of The Republic of Belarus of January 16, 2014 № 27 "On approval of the concept of formation and development of innovative and industrial clusters in the Republic of Belarus and measures for its implementation"], available at: www.cluster.by/images/psm_2014_01_16_27.doc (accessed 22 January 2016).

Статья поступила в редакцию 17.03.2016 г.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алексеева Янина Александровна	– студентка экономического факультета, Витебский государственный технологический университет
Башметов Валерий Степанович	– доктор технических наук, профессор, ректор Витебского государственного технологического университета
Бизюк Андрей Николаевич	– старший преподаватель кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств», Витебский государственный технологический университет
Брайкова Алла Мечиславовна	– кандидат химических наук, доцент кафедры «Физикохимия материалов и производственных технологий», Белорусский государственный экономический университет
Бугаёв Александр Владимирович	– кандидат экономических наук, профессор кафедры «Экономика», Витебский государственный технологический университет
Бушило Ксения Александровна	– студентка, Белорусский государственный экономический университет
Вайлунова Юлия Геннадьевна	– магистр экономических наук, ассистент кафедры «Экономическая теория и маркетинг», Витебский государственный технологический университет
Вардомацкая Елена Юрьевна	– старший преподаватель кафедры «Математика и информационные технологии», Витебский государственный технологический университет
Витязь Петр Александрович	– академик, доктор технических наук, профессор, руководитель аппарата президиума НАН Беларуси, начальник отделения технологий машиностроения и металлургии Объединенного института машиностроения НАН Беларуси
Гамзелева Татьяна Вадимовна	– научный сотрудник лаборатории электронно-зондового анализа ИПМ, ГНУ «Институт порошковой металлургии» Государственного научно-производственного объединения порошковой металлургии НАН Беларуси
Горбачик Владимир Евгеньевич	– доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Конструирование и технологии изделий из кожи», Витебский государственный технологический университет

Джумагулыев Довран Давлетгельдиевич	– магистрант кафедры «Технологии текстильных материалов», Витебский государственный технологический университет
Дягилев Андрей Степанович	– кандидат технических наук, докторант, доцент кафедры «Математика и информационные технологии», Витебский государственный технологический университет
Евтушенко Александр Владимирович	– ведущий лаборант кафедры «Математика и информационные технологии», Витебский государственный технологический университет
Ермоленко Василий Александрович	– инженер отдела маркетинга и внешнеэкономических связей ООО «ПО «Энергокомплект»
Железко Борис Александрович	– кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Экономическая информатика», Белорусский государственный экономический университет
Жиганова Татьяна Викторовна	– ассистент кафедры «Экономика», Витебский государственный технологический университет
Жорник Виктор Иванович	– доктор технических наук, доцент, заместитель начальника отделения технологий машиностроения и металлургии Объединенного института машиностроения НАН Беларуси, ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси»
Залыгина Ольга Сергеевна	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленная экология», Белорусский государственный технологический университет
Квасникова Вера Владимировна	– кандидат экономических наук, доцент кафедры «Коммерческая деятельность», Витебский государственный технологический университет
Коган Александр Григорьевич	– доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии текстильных материалов», Витебский государственный технологический университет
Козловская Людмила Геннадьевна	– старший преподаватель кафедры «Стандартизация», Витебский государственный технологический университет
Костюченко Елена Александровна	– старший преподаватель кафедры «Экономика, управление и экономическая теория», Полоцкий государственный университет
Латушкин Дмитрий Григорьевич	– ассистент кафедры «Технологии и оборудование машиностроительного производства», Витебский государственный технологический университет

Мартусевич Анастасия Александровна	– магистр экономических наук, ассистент кафедры «Коммерческая деятельность», Витебский государственный технологический университет
Марцуль Владимир Николаевич	– кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Промышленная экология», Белорусский государственный технологический университет
Матвеев Антон Константинович	– магистрант, Витебский государственный технологический университет
Матвейко Николай Петрович	– доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой «Физикохимия материалов и производственных технологий», Белорусский государственный экономический университет
Махаринский Юрий Ефимович	– доцент кафедры «Технология и оборудование машиностроительного производства», Витебский государственный технологический университет
Медведская Екатерина Владимировна	– студентка конструкторско-технологического факультета, Витебский государственный технологический университет
Милюшкова Юлия Валерьевна	– кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Конструирование и технология изделий из кожи», Витебский государственный технологический университет
Минюкович Екатерина Александровна	– кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономическая информатика», Белорусский государственный университет
Монахов Владислав Владимирович	– аспирант кафедры «Автоматика и промышленная электроника», Московский государственный университет дизайна и технологии
Науменко Александр Александрович	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Стандартизация», Витебский государственный технологический университет
Ордов Константин Васильевич	– доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Финансовый менеджмент», Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова
Панкевич Дарья Константиновна	– магистр технических наук, аспирант кафедры «Стандартизация», Витебский государственный технологический университет

Парницкий Александр Михайлович	– младший научный сотрудник лаборатории наноструктурных и сверхтвердых материалов ОИМ НАН Беларуси, ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси»
Петюль Ирина Анатольевна	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Стандартизация», Витебский государственный технологический университет
Попок Николай Николаевич	– доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология и оборудование машиностроительного производства», Полоцкий государственный университет
Посканная Екатерина Сергеевна	– ассистент кафедры «Физика и техническая механика», Витебский государственный технологический университет
Прудникова Людмила Викторовна	– старший преподаватель кафедры «Экономика», Витебский государственный технологический университет
Рыклин Дмитрий Борисович	– доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология текстильных материалов», Витебский государственный технологический университет
Садовский Виктор Васильевич	– доктор технических наук, профессор, первый проректор Белорусского государственного экономического университета
Сакевич Валерий Николаевич	– доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Физика и техническая механика», Витебский государственный технологический университет
Самойлова Татьяна Алексеевна	– аспирант кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управления», Московский государственный университет дизайна и технологии
Севостьянов Петр Алексеевич	– доктор технических наук, профессор кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управления», Московский государственный университет дизайна и технологии
Сенють Владимир Тадеушевич	– кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории наноструктурных и сверхтвердых материалов ОИМ НАН Беларуси, ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси»
Синявская Ольга Александровна	– кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономическая информатика», Белорусский государственный экономический университет

Чепрасова Виктория Игоревна	– аспирант кафедры «Промышленная экология», Белорусский государственный технологический университет
Шарстнев Владимир Леонидович	– кандидат технических наук, доцент, декан экономического факультета, Витебский государственный технологический университет
Шеремет Елена Анатольевна	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Стандартизация», Витебский государственный технологический университет
Ясинская Наталья Николаевна	– кандидат технических наук, доцент кафедры «Охрана труда и химия», Витебский государственный технологический университет
Яшева Галина Артемовна	– доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Экономическая теория и маркетинг», Витебский государственный технологический университет

ПАМЯТКА АВТОРАМ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ЖУРНАЛА «ВЕСТНИК ВИТЕБСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА»

1. Научно-технический журнал «Вестник Витебского государственного технологического университета» выходит два раза в год. К печати допускаются статьи по трем тематическим направлениям:

- технология и оборудование легкой промышленности и машиностроения;
- химическая технология и экология;
- экономика.

2. Рукописи, направляемые в журнал, должны являться оригинальным материалом, не опубликованным ранее в других печатных изданиях.

3. К рукописи статьи необходимо приложить следующие материалы:

- заявку с названием статьи, тематическим направлением (из п. 1), к которому она подается, списком авторов и их личными подписями. В заявке необходимо указать согласие авторов на размещение полного текста статьи на сайтах журнала «Вестник ВГТУ» (<http://vestnik.vstu.by/rus/>) и Научной электронной библиотеки (<http://elibrary.ru/>);

- реферат на языке оригинала объемом не менее 10 строк (не менее 100 – 250 слов) – на русском или белорусском языке. Реферат оформляется по ГОСТ 7.9 – 95, включает ключевые слова и следующие аспекты содержания статьи: предмет, тему и цель работы, метод или методологию проведения работы, результаты работы, область применения результатов, выводы. Последовательность изложения содержания статьи может быть изменена. Сведения, содержащиеся в заглавии статьи, не должны повторяться в тексте реферата;

- авторскую аннотацию (abstract) и название статьи – на английском языке. Аннотация призвана выполнять функцию независимого источника информации, должна быть информативной, оригинальной, то есть не дублировать текст реферата, структурированной; объем аннотации должен составлять 100 – 250 слов;

- сопроводительное письмо от организации, где выполнялась работа, или выписку из протокола заседания кафедры (для авторов, являющихся сотрудниками ВГТУ);

- экспертное заключение о возможности опубликования представленных материалов в открытой печати;

- справку, содержащую сведения об авторах (место работы, должность, ученая степень, адрес, телефон, e-mail) – на русском и английском языках. Требуется также указывать транслитерированное (с использованием букв латинского алфавита) название места работы автора, которое можно получить, воспользовавшись бесплатной программой транслитерации русского языка в латиницу на сайте <http://www.translit.ru/>;

- электронный вариант всех материалов, кроме сопроводительного письма (выписки из протокола заседания кафедры) и экспертного заключения.

4. Структура принимаемых к опубликованию статей следующая: индекс УДК; название статьи; фамилии и инициалы авторов; текст статьи; список использованных источников.

5. В тексте статьи должны быть последовательно отражены: состояние проблемы до начала ее изучения авторами; цель представленной работы и задачи, которые были решены для ее достижения; методика проведенных исследований; анализ полученных результатов, их научная новизна и практическая ценность; выводы. Полученные результаты должны быть обсуждены с точки зрения их научной новизны и сопоставлены с соответствующими известными данными. В выводах должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения. При необходимости должны быть также указаны границы применимости полученных результатов.

6. Список использованных источников оформляется отдельно в конце статьи; ссылки на публикации должны быть вставлены в текст в виде номера публикации в списке, заключенного в квадратные скобки. Ссылки на неопубликованные работы (диссертации, отчеты, депонированные рукописи) не допускаются. В библиографическом описании источника указываются фамилии и инициалы всех авторов, год издания (в круглых скобках), название источника (для статей – название журнала курсивом), номера страниц. Каждый источник должен иметь автора. Если упоминается сборник под редакцией, то в качестве автора указывается первый из ре-

дакторов. Если работа выполнена коллективом организации и конкретные авторы не указаны, в качестве автора указывается организация.

Если использованный источник опубликован не на английском языке, его библиографическое описание необходимо привести на языке оригинала и дополнить переводом на английский язык и транслитерацией всей указываемой в описании информации.

Примеры перевода и транслитерации библиографического описания (оформление соответствует требованиям, описанным выше для русскоязычного описания) приведены в таблицах.

Характеристика источника	Рекомендации по составлению пристатейных списков литературы по стандарту Harvard (Harvard reference system)
Книга	Nenashev, M.F. (1993), <i>Poslednee pravitelstvo SSSR</i> [Last government of the USSR], Moscow, Krom Publ., 221 p. Kanevskaya, R.D. (2002), <i>Matematicheskoe modelirovanie gidrodinamicheskikh protsessov razrabotki mestorozhdenii uglevodorodov</i> [Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development], Izhevsk, 140 p.
Статья из журнала	Zagurenko, A.G., Korotovskikh, V.A., Kolesnikov, A.A., Timonov, A.V., Kardymon, D.V. (2008), Techno-economic optimization of the design of hydraulic fracturing [Tekhniko-ekonomicheskaya optimizatsiya dizaina gidrorazryva plasta], <i>Neftyanoe khozyaistvo – Oil Industry</i> , 2008, № 11, pp. 54-57.
Статья из электронного журнала	Swaminathan, V., Lepkoswka-White, E., Rao, B.R. (1999), Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange, <i>Journal of Computer-Mediated Communication</i> , Vol. 5, № 2, available at: www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2/ .
Материалы конференции	Usmanov, T.S., Gusmanov, A.A., Mullagalin, I.Z., Muhametshina, R. Ju., Svechnikov, A.V. (2007), Features of the design of field development with the use of hydraulic fracturing [Osobennosti proektirovaniya razrabotki mestorozhdeniy s primeneniem gidrorazryva plasta], New energy saving subsoil technologies and the increasing of the oil and gas impact, <i>Proceedings of the 6th International Technological Symposium</i> , Moscow, 2007, pp. 267-272.
Электронные источники	APA Style (2011), available at: http://www.apastyle.org/apa-style-help.aspx (accessed 5 February 2011). Pravila Tsicirovaniya Istochnikov [Rules for the Citing of Sources], (2011), available at: http://www.scribd.com/doc/1034528/ (accessed 7 February 2011).

Характеристика источника	Рекомендации по оформлению русскоязычного библиографического описания
Книга	Ненашев, М.Ф. (1993), <i>Последнее правительство СССР</i> , Москва, Кром, 221 с. Каневская, Р.Д. (2002), <i>Математическое моделирование гидродинамических процессов разработки месторождений углеводородов</i> , Ижевск, 140 с.
Статья из журнала	Загуренко, А.Г., Коротовских, В.А., Колесников, А.А., Тимонов, А.В., Кардымон, Д.В. (2008), Технично-экономическая оптимизация дизайна гидроразрыва пласта, <i>Нефтяное хозяйство</i> , 2008, № 11, С. 54-57.
Материалы конференции	Усманов, Т.С., Гусманов, А.А., Муллагалин, И.З., Мухаметшина, Р. Ю., Свечников, А.В. (2007), Особенности проектирования разработки месторождений с применением гидроразрыва пласта, Новые ресурсосберегающие технологии недропользования и повышения нефтегазоотдачи, <i>Труды 6-го Международного технологического симпозиума</i> , Москва, 2007, С. 267-272.

Также подробные рекомендации по составлению пристатейных списков литературы по стандарту Harvard (Harvard reference system) практически для всех видов публикаций даны на сайте <http://www.emeraldinsight.com/authors/guides/write/harvard.htm?part=2>.

7. Оформление статьи должно удовлетворять следующим требованиям:

- статьи подаются на русском, белорусском или английском языке;
- объем публикации должен составлять от 14 000 до 22 000 печатных знаков (4–10 страниц), набранных шрифтом Times New Roman 12, с полями по 20 мм на сторону и одинарным межстрочным интервалом;
- в файлах не должно быть макросов, колонтитулов и других сложных элементов форматирования;
- исключается автоматическая или ручная расстановка переносов;
- формулы набираются в прикладной программе Microsoft Equation 3.0, входящей в состав MS Office 2007, Times New Roman 12 полужирный курсив. Межстрочный интервал перед строкой формул составляет от 6 до 10 пт.;
- таблицы располагаются после первого упоминания в тексте. При этом они не должны дублировать сведения, отображенные на графиках.

Заголовки таблиц располагаются по центру страницы. Табличные данные – по центру или выравниваются по левому краю. Шрифт – Times New Roman чёрный от 9 до 12 пт. Заливка не используется;

- иллюстрации располагаются после первого упоминания о них в тексте. Каждая иллюстрация должна иметь подрисуючную надпись (Times New Roman, 11 пт). Графики и диаграммы представляются как рисунки, выполняются в графическом редакторе, совместимым с MS Word. Для названия осей координат и указания их размерности применяют шрифт Times New Roman от 9 до 11 пт. Фотографии должны иметь контрастное черно-белое изображение. В электронном виде фотографии представляются в стандартах растровой графики JPG, Tiff, BMP, PCX разрешением не менее 300 dpi;
- иллюстрации, графики, диаграммы, формулы и таблицы должны быть сохранены на электронном носителе каждый отдельным файлом, файл должен называться по названию аналогичного элемента в тексте;
- иллюстрации, формулы, уравнения и сноски, встречающиеся в статье, должны быть пронумерованы в соответствии с порядком цитирования в тексте. Нумерация формул приводится арабскими цифрами в круглых скобках по правому краю страницы; порядковые номера

ссылок на использованные источники должны быть написаны внутри квадратных скобок;

- распечатка статьи должна полностью соответствовать приложенному файлу.

Рукописи, не соответствующие указанным требованиям, не принимаются.

8. Авторы статей несут ответственность за достоверность приводимых в статье данных и результатов исследований.

9. Редакция не взимает плату за опубликование научных статей.

10. Редакция предоставляет возможность первоочередного опубликования статей, представленных лицами, осуществляющими послевузовское обучение (аспирантура, докторантура, соискательство) в год завершения обучения.

11. Поступившие в редакцию статьи после предварительной экспертизы на соответствие предъявляемым требованиям направляются на рецензию специалистам. Окончательное решение о публикации принимается на заседании редакционной коллегии с учетом результатов рецензирования.

12. Отклоненные редколлегией рукописи статей авторам не возвращаются. В случае возврата статьи автору на доработку датой представления считается день получения редакцией исправленной рукописи.

13. Редакция оставляет за собой право производить редакционные изменения и сокращения в тексте статьи, реферате и abstract, не искажающие основное содержание статьи.

14. Статьи представляются в редакцию по адресу: 210035, Республика Беларусь, г. Витебск, Московский пр., 72, Скробовой АLINE Сергеевне. Электронный вариант материалов допускается направлять по электронной почте на адрес vestnik-vstu@tut.by ответственному секретарю редакционной коллегии Рыклину Дмитрию Борисовичу.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**ВЕСТНИК
ВИТЕБСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

№ 1 (30)

Дизайн **Погорельская С.И.**

Корректурa **Богачёва Е.М.**

Вёрстка **Погорельская С.И.**

Подписано в печать 10.06.2016. Печать ризографическая. Гарнитура PT Sans. Усл. печ. листов 13,6
Уч.-изд. листов 25,6. Формат 60x90 1/8. Тираж 100 экз. Заказ № 3512.

Свёрстано и подготовлено к печати издательским
отделом ЦИТ Витебского государственного
технологического университета
210035, Республика Беларусь, г. Витебск,
Московский пр-т, 72.
Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных
изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

Отпечатано унитарным полиграфическим
предприятием «Витебская областная типография»
210015, Республика Беларусь, г. Витебск,
ул. Щербакова-Набережная, 4.
Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных
изданий № 2/19 от 26 ноября 2013 г.

Журнал зарегистрирован в Министерстве информации Республики Беларусь № 2554 от 31 мая 2005 г.