

ISSN: 2617-149X (Print), ISSN: 2617-1503 (Online)



# МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

---

## MATERIALS AND TECHNOLOGIES

№ 1 (9), 2022

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Учреждение образования  
«Витебский государственный технологический университет»**

---

**МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

**№ 1 (9), 2022**



Витебск

УДК 67/68  
ББК 37.2

**Материалы и технологии** – научный рецензируемый журнал Витебского государственного технологического университета, публикующий оригинальные научные исследования, касающиеся вопросов легкой и текстильной промышленности. Периодичность выхода журнала – два раза в год.

**Главный редактор:** д.т.н., проф. Кузнецов А.А.  
**Заместитель главного редактора:** д.э.н., проф. Ванкевич Е.В.

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

**Председатель редакционной коллегии:** к.т.н., ассистент Радюк А.Н.  
**Члены редколлегии:** к.т.н., доц. Акиндинова Н.С., к.т.н., доц. Борисова Т.М.,  
к.т.н. Жерносек С.В., к.т.н., доц. Лукьянова Е.Л.,  
к.э.н., доц. Коробова Е.Н., к.т.н. Костин П.А.,  
к.т.н. Мурычева В.В., к.т.н., доц. Самутина Н.Н., к.т.н. Радюк А.Н.

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:**

д.т.н., проф. Буркин А.Н. (Беларусь),  
к.т.н., доц. Казарновская Г.В. (Беларусь),  
д.т.н., проф. Разумеев К.Э. (Россия), д.т.н., проф. Севостьянов П.А. (Россия),  
д.т.н., проф. Шустов Ю.С. (Россия)

**ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ:**

Бизюк А.Н., Степанов Д.А.

Сайт журнала: <http://mat-tech.vstu.by>

Республика Беларусь, г. Витебск, Московский пр-т, 72

УДК 67/68  
ББК 37.2  
© УО «ВГТУ», 2022

**MINISTRY OF EDUCATION  
THE REPUBLIC OF BELARUS**

**Educational Institution  
Vitebsk State Technological University**

---

# **Materials and Technologies**

SCIENTIFIC JOURNAL

№ 1 (9), 2022



Vitebsk

UDC 67/68  
BBC 37.2

**Materials and Technologies** is a scientific peer-reviewed journal of Vitebsk State Technological University, which publishes original scientific research, issues of light and textile industry. The journal is published twice a year.

**Editor-in-Chief:** *Prof., DSc(Eng)*, Andrey Kuznetsov.

**Deputy Editor-in-Chief:** *Prof., DSc(Econ)*, Alena Vankevich.

#### **EDITORIAL COMMITTEE**

**Chairman:** *assistant, Cand. Sc. (Eng)*, **Anastasia Radyuk**

**Members:** *Cand. Sc. (Eng)* Natalia Akindinova, *Cand. Sc. (Eng)* Tatsiana Barysava,  
*Cand. Sc. (Eng)* Sergey Zhernosek,  
*Assoc. Prof., Cand. Sc. (Eng)*, Alena Lukyanova,  
*Assoc. Prof., Cand. Sc. (Econ)* Alena Korabava,  
*Cand. Sc. (Eng)* Pavel Kostin, *Cand. Sc. (Eng)* Viktoriya Murycheva,  
*Assoc. Prof., Cand. Sc. (Eng)* Natallia Samutsina, *Cand. Sc. (Eng)* Anastasia Radyuk

#### **EDITORIAL COUNCIL:**

*Prof., DSc(Eng)* Alexander Byrkin (Belarus),  
*Assoc. Prof., Cand. Sc. (Eng)* Galina Kazarnovskaya (Belarus),  
*Prof., DSc(Eng)* Konstantin Razumeev (Russia), *Prof., DSc(Eng)* Peter Sevostianov (Russia),  
*Prof., DSc(Eng)* Yuri Shustov (Russia)

#### **TECHNICAL BODY:**

Andrei Biziuk, Dmitri Stepanov

The website of the journal: <http://mat-tech.vstu.by>

Republic of Belarus, Vitebsk, Moscow av., 72

**UDC 67/68**  
**BBC 37.2**  
© EI «VSTU», 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

### Материаловедение

Оценка качества полиуретановых подошв, используемых на обувных предприятиях г. Витебска  
*П.В. Гришанова, А.Н. Радюк, М.В. Шевцова* ..... 7

Оценка конкурентоспособности полиуретановых подошв, используемых на обувных предприятиях г. Витебска  
*П.В. Гришанова, А.Н. Радюк, М.В. Шевцова* ..... 13

### Швейное производство

Исследование показателей качества клеевого соединения слоев материалов в пакет  
*И.Н. Герасимук, Е.Л. Лукьянова, Н.В. Ульянова* ..... 19

Проектирование сценических костюмов в исторической стилистике  
*Н.А. Дорошева, О.И.Денисова*..... 24

### Композиционные материалы

Филиал кафедры в системе подготовки конкурентоспособных специалистов  
*Е.С. Кравцова, Н.В. Цобанова, А.Н. Махонь* ..... 30

Анализ требований к водопаропроницаемости композиционных текстильных материалов с мембранным слоем  
*Д.К. Панкевич, Е.А. Шеремет, А.И. Князева* ..... 39

### Обувь и кожевенно-галантерейные изделия

Релаксационные свойства тисненых искусственных кож для верха обуви  
*А.Е. Даниленко, С.Л. Фурашова* ..... 45

### Экономика

Имитационное моделирование инвестиционных рисков методом Монте-Карло  
*Е.Ю. Вардомацкая, П.С. Асоблева* ..... 50

# CONTENTS

## Material Science

- Evaluation of the Quality of Polyurethane Soles Used in the Footwear Enterprises of Vitebsk  
*P. Grishanova, A. Radyuk, M. Shevtsova* .....7
- Evaluation of Competitiveness of Polyurethane Soles Used in Footwear Enterprises of Vitebsk  
*P. Grishanova, A. Radyuk, M. Shevtsova* ..... 13

## Clothing industry

- Investigation of the Quality Indicators of the Adhesive Connection of Layers of Materials in the Package  
*I. Gerasimuk, E. Lukyanova, N. Ulyanova* ..... 19
- Designing Garments to the Development of Stage Costumes in Historical Stylistics  
*N. Dorosheva, O. Denisova* .....24

## Composite materials

- Branch of the Department in the System of Training Competitive Specialists  
*Ye. Kravtsova, N. Tsobanova, A. Makhon* .....30
- Analysis of Requirements for Water Permeability of Composite Textile Materials with a Membrane Layer  
*D. Pankevich, E. Sheremet, A. Knyazeva* .....39

## Footwear and leather haberdashery

- Relaxation Properties of Embossed Artificial Leather for the Top of Shoes  
*A. Danilenko, S. Furashova* .....45

## Economics

- Monte-Carlo Simulation of Investment Risks  
*E. Vardomatskaya, P. Asobleva* .....50

## Оценка качества полиуретановых подошв, используемых на обувных предприятиях г. Витебска

П.В. Гришанова, А.Н. Радюк<sup>а</sup>, М.В. Шевцова  
Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь  
E-mail: [ana.r.13@mail.ru](mailto:ana.r.13@mail.ru)

**Аннотация.** В статье представлены результаты оценки качества полиуретановых подошв с применением различных методов. На основании полученных данных сделаны выводы о качестве каждого образца и даны рекомендации по использованию полиуретановых подошв на обувных предприятиях.

**Ключевые слова:** полиуретановые подошвы, показатели свойств, методы, оценка качества.

## Evaluation of the Quality of Polyurethane Soles Used in the Footwear Enterprises of Vitebsk

P. Grishanova, A. Radyuk<sup>a</sup>, M. Shevtsova  
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus  
E-mail: [ana.r.13@mail.ru](mailto:ana.r.13@mail.ru)

**Annotation.** The article presents the results of polyurethane soles quality estimation using different methods. On the basis of the data obtained conclusions are drawn about the quality of each sample and recommendations are given for the use of polyurethane soles at shoe enterprises.

**Key words:** polyurethane soles, indicators of properties, methods, quality assessment.

### ВВЕДЕНИЕ

Одной из самых важных частей обуви является подошва. В настоящее время используется широкий ассортимент различных полимерных материалов, постепенно вытесняющих собой натуральные. Выбор того конкретного материала зависит от назначения и вида обуви. В целом, все синтетические полимеры, из которых изготавливают подошву обуви, можно разделить на три основные группы: это резина, пластмассы и термоэластопласты. Среди всех применяемых материалов своими свойствами выделяется полиуретан.

Полиуретан (ПУ) обладает прекрасными теплоизоляционными свойствами, повышенной прочностью, сопротивлением истиранию, многократному изгибу и раздиру, высокой адгезией к материалам верха обуви. Хорошая формуемость и окрашиваемость позволяют получать необычные для подошвенных материалов декоративные эффекты. Данный вид материала широко используется на обувных предприятиях г. Витебска.

От качества применяемых подошвенных материалов зависит срок службы готовой обуви, ведь именно подошва подвергается интенсивным механическим воздействиям, истиранию о землю и многократным деформациям. В последнее время качество продукции обувной промышленности значительно улучшилось, что, прежде всего, связано с

непосредственной заинтересованностью предприятий в выпуске доброкачественной обуви. Это обусловлено ростом конкуренции на отечественном рынке и повышением требований к качеству продукции со стороны потребителей.

Целью работы является оценка качества полиуретановых подошв, используемых на обувных предприятиях г. Витебска.

Объектом исследования являются полиуретановые подошвы обуви различных производителей, используемые на обувных предприятиях г. Витебска.

Предметом исследования является анализ и оценка качества полиуретановых подошв.

### ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для анализа свойств были выбраны ПУ системы для изготовления деталей низа обуви следующих производителей:

1. Covestro AG (Leverkusen, Germany) – ПУ система торговой марки Bayflex, используемая для производства однослойных и двухслойных подошв повседневной, рабочей и защитной обуви.

2. BASF Polyurethanes GmbH (до 31.03.2010 – Elastogran GmbH) (Lemförde, Germany) – представлена ПУ системой Elastopan S, используемой для производства деталей низа сабо, спортивной, прогулочной, домашней и детской обуви.



Применяются как для изготовления формованных подошв, так и для прямого литья на заготовку обуви.

3. Huntsman Corporation (Salt Lake City, The United States of America) – двухкомпонентная ПУ система ГАММА, предназначенная для изготовления микроячеистых ПУ эластомеров на основе простых полиэфиров. Система применяется для производства подошв специальной, детской, модельной, повседневной, спортивной обуви и ПУ стелек.

4. The Dow Chemical Company (Midland, The United States of America) – ПУ система торговой марки Voralast с высокими показателями технологических свойств, обеспечивает комфорт при ходьбе, эстетичность и прочность обуви, устойчивость к износу, перепадам температур и прочим неблагоприятным факторам среды.

5. ELAchem (Vigevano PV, Италия) – представлена ПУ системой Elachem, обладающей хорошими физико-механическими свойствами,

устойчивостью к низким и высоким температурам, отличной упругостью. Отличительной чертой данной системы является применение в составе биокомпонентов.

6. BCI Holding SA – ПУ система торговой марки Polytex Footwear, используемая в повседневной, спортивной, модельной, домашней обуви, а также для изготовления защитной обуви и стелек.

7. Xuchuan Chemical (Suzhou) Co., Ltd. ПУ система данного производителя характеризуется высокой износостойкостью, сопротивлением к скольжению и гидролитической стойкостью. Применяется для повседневной и защитной обуви.

8. Zhejiang Heng Tai Yuan Pu Co., Ltd. Используется для изготовления подошв повседневной и модельной обуви.

Физико-механические характеристики полиуретановых систем вышеперечисленных производителей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические характеристики полиуретановых систем

Показатель, ед. измер.	Производитель ПУ системы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	0,48–1,05	0,3–0,6	0,34–1,00	0,28–1,05	0,24–0,62	0,34–0,60	0,28–1,2	0,25–1,2
$H$ , усл. ед.	50–60	40–50	40–75	30–90	27–75	55–75	28–95	30–91
$\sigma$ , МПа	3,1–10,3	1,9–7,0	3,0–5,0	4,0–20,0	5,0–15,0	3,0–9,0	1,5–18,0	3,5–12,0
$\varepsilon$ , %	350–600	280–520	250–350	200–800	300–550	160–751	250–750	200–750
$\Delta V$ , мг	30–70	30–60	50–250	50–150	100–250	30–100	50–240	200–600
$N_u$ , килоциклов	30–50	30–60	30–50	30–50	30–50	20–150	30–100	30–100

$\rho$  – плотность;  $H$  – твердость по ТМ-2;  $\sigma$  – предел прочности при одноосном растяжении;  $\varepsilon$  – относительное удлинение при разрыве;  $\Delta V$  – истираемость,  $N_u$  – сопротивление многократному изгибу

Для удобства дальнейшего анализа будут использоваться усредненные показатели свойств, представленные в виде таблицы 2.

В качестве базового образца для сравнения была выбрана полиуретановая система производства

ЧПУП «Обувное ремесло» (г. Витебск). Характеристики представлены в таблице 3.

Значения показателей, представленные в таблицах 2 и 3, будут использованы для проведения дальнейшего анализа качества ПУ подошв.

Таблица 2 – Показатели свойств, используемые для дальнейшего анализа

Показатель, ед. измер.	Производитель ПУ системы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	0,765	0,45	0,67	0,665	0,43	0,47	0,74	0,725
$H$ , усл. ед.	55	45	57,5	60	51	65	61,5	60,5
$\sigma$ , МПа	6,7	4,45	4	12	10	6	9,75	7,75
$\varepsilon$ , %	475	400	300	500	425	455,5	500	475
$\Delta V$ , мг	50	45	150	100	175	65	145	400
$N_u$ , килоциклов	40	45	40	40	40	85	65	65

Таблица 3 – Физико-механические характеристики ПУ системы производства ЧПУП «Обувное ремесло»

Показатель, ед. измер.	ПУ система ЧПУП «Обувное ремесло»	
	Значение показателя	Усредненный показатель
1	2	3
$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	0,3–1,3	0,8

Окончание таблицы 3

1	2	3
H, усл. ед.	35–90	62,5
$\sigma$ , МПа	2,5–13,0	7,75
$\varepsilon$ , %	180–350	265
$\Delta V$ , мг	30–80	55
$N_{и}$ , килоциклов	30–150	90

### ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТА ИССЛЕДОВАНИЯ

Первым этапом при проведении оценки качества является определение значимости того или иного показателя качества. Для этого была проведена экспертная оценка значимости показателей ПУ подошв, используемых на обувных предприятиях г. Витебска. По результатам анкетирования проведена статистическая обработка данных и полученные оценки были переведены в систему рангов.

В процессе обработки данных анкетирования были установлены коэффициенты весомости для всех показателей:  $\rho - 0,06$ ;  $H - 0,11$ ;  $\sigma - 0,20$ ;  $\varepsilon - 0,09$ ;

$\Delta V - 0,26$ ;  $N_{и} - 0,28$ , также была установлена средняя степень согласованности экспертов.

### ОЦЕНКА КАЧЕСТВА НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФУНКЦИИ ЖЕЛАТЕЛЬНОСТИ

В основе построения лежит принцип преобразования натуральных значений откликов в безразмерную шкалу желательности. Для построения шкалы желательности обычно используют метод количественных оценок с интервалом желательности от нуля (0, очень плохо) до единицы (1, отлично).

Шкалы желательности для построения функций желательности представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Шкала оценок для построения функций желательности

Желательность, значение отклика	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	H, усл. ед.	$\sigma$ , МПа	$\varepsilon$ , %	$\Delta V$ , мг	$N_{и}$ , килоциклов
Отлично	0,4 и более	65 и более	6 и более	350 и более	70 и менее	50 и более
Удовлетворительно	0,8 и менее	45 и менее	5 и менее	180 и менее	250 и более	25 и менее

Функция желательности отражает зависимость оценок, или показателей желательности ( $d$ ), от безразмерных показателей ( $y$ ), в которые переводят размерные (натуральные) показатели качества [1]. Эта зависимость выражается уравнением (1):

$$d = \exp[-\exp(-y)] = \frac{1}{e^{1/e^y}}. \quad (1)$$

Обобщенный показатель желательности без учета коэффициентов весомости рассчитывается по формуле (2), с учетом коэффициентов весомости – по формуле (3):

$$D = \sqrt[n]{\prod_i^n d_i}, \quad (2)$$

$$D = \prod_{i=1}^n (d_i)^{m_i}, \quad (3)$$

где  $m_i$  – коэффициент весомости.

Перевод значений размерных (натуральных) показателей ( $x$ ) качества изделий в безразмерные ( $y$ ) при линейной зависимости между ними осуществляется с помощью формулы (4):

$$Y = a_0 + a_1x. \quad (4)$$

Формализация оценки позволила сопоставить данные, полученные в исследованиях, которые выполнялись по разным методикам. Также это позволило дать количественную оценку свойствам полиуретановых систем.

Таблица 5 содержит обобщенные показатели желательности и значения отклика для каждого образца ПУ подошв.

Таблица 5 – Обобщенные показатели желательности и значения отклика

Показатель	Производитель ПУ системы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
D без учета $m_i$	0,705	0,501	0,332	0,756	0,724	0,837	0,759	0,457
Значение отклика	X	У	П	X	X	О	О	У
D с учетом $m_i$	0,749	0,486	0,294	0,767	0,706	0,854	0,803	0,363
Значение отклика	X	У	П	X	X	О	О	П

На основании расчетов, представленных в таблице 5, можно сделать вывод о том, что из представленных образцов наиболее высоким уровнем качества обладают полиуретановые системы производства BCI Holding SA, наименьшим – Huntsman Corporation.

Расчет обобщенного показателя желательности с применением коэффициента весомости недостаточно точен вследствие возможного наличия субъективности мнения экспертов, но его применение позволило увидеть изменение значения отклика у двух образцов: Xuchuan Chemical (Suzhou) Co., Ltd. и Zhejiang Heng Tai Yuan Pu Co., Ltd.

Увеличение значения отклика образца производства Xuchuan Chemical (Suzhou) Co. можно связать с высокими значениями свойств по показателям с наибольшей весомостью. Изменение отклика образца производства Zhejiang Heng Tai Yuan Pu Co., Ltd. в сторону уменьшения связано с высоким коэффициентом весомости по показателю истираемости и низким значением данного показателя у образца.

#### ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ С УЧЕТОМ «МНОГОУГОЛЬНИКА КАЧЕСТВА»

Площадь такого многоугольника выступает интегральной характеристикой качества материала. Комплексный показатель качества рассчитывается как отношение фактической площади поверхности образца к площади поверхности эталона.

Площадь многоугольника является суммой площадей треугольников, образованных им. Площадь треугольников вычисляется по формуле (5)

$$S = \frac{1}{2} \times a \times b \times \sin(\alpha), \quad (5)$$

Таблица 6 – Площади «многоугольников качества» и комплексная оценка качества

Показатель	Производитель ПУ системы								Эталон
	1	2	3	4	5	6	7	8	
$S_i$	26142,99	19149,34	12037,39	29694,11	19240,93	24055,29	26758,12	20083,06	25980,76
$K$	100,624	73,706	46,332	114,293	74,058	92,589	102,992	77,299	100

Полученная комплексная оценка качества позволяет сделать вывод о том, что среди анализируемых образцов наивысший уровень качества у образца производства The Dow Chemical Company, наименьший – у образца Huntsman Corporation.

#### ЭКСПЕРТНО-РАНГОВАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ КАЧЕСТВА

Сущность оценки заключается в наделении показателя качества рассматриваемых изделий функциями экспертных показателей.

Ранжирование объектов осуществляется в порядке их значимости. Каждому из них присваивается порядковый номер, который называется рангом. Ранг «1» присваивается наиболее значимому, ранг «2» – следующему по значимости и т. д.

где  $S$  – площадь треугольника;  $a$  и  $b$  – длина сторон треугольника;  $\alpha$  – угол между сторонами  $a$  и  $b$ .

Комплексная оценка уровня качества материалов есть результат сопоставления площади многоугольника с эталоном, который отражает площадь максимально возможного уровня. Показатель качества в этом случае вычисляется по формуле (6)

$$K = \frac{S_i}{S_{эт}} \times 100\%, \quad (6)$$

где  $S_i$  – площадь «многоугольника качества» получаемых композиционных материалов;  $S_{эт}$  – площадь «многоугольника качества» материалов, взятых за «эталон» [2].

Для расчета также используются относительные показатели свойств материала. Под относительными показателями понимается отношение значения показателя качества продукции к соответствующему (то есть принятому за исходное) значению. Для их расчета используются формула (7) – если показатель нормируется в сторону увеличения, формула (8) – в сторону уменьшения.

$$Q_i = \frac{P_i}{P_{i\text{ баз}}} \times 100\%, \quad (7)$$

$$Q_i = \frac{P_{i\text{ баз}}}{P_i} \times 100\%, \quad (8)$$

где  $P_i$  – значение единичного показателя качества оцениваемой продукции;  $P_{i\text{ баз}}$  – значение единичного базового показателя качества.

В таблице 6 представлены площади «многоугольников качества» и комплексная оценка уровня качества.

Уровень качества исследуемых образцов оценивается при сопоставлении их с качеством идеального образца. Идеальным считается тот образец, который по каждому показателю получил ранг «1». Значение уровня качества каждого  $i$ -го образца оценивается по формуле (9)

$$Q_i = \frac{S_{ид}}{S_i} \times 100\%, \quad (9)$$

где  $S_{ид}$  – сумма рангов идеального образца (в данном случае будет равняться 6);  $S_i$  – сумма рангов  $i$ -го образца.

Экспертно-ранговая оценка ПУ подошв представлена в виде таблицы 7.

Таблица 7 – Экспертно-ранговая оценка качества

Показатель, ед. измер.	Производитель ПУ системы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1	7	4	5	8	6	2	3
$H$ , усл. ед.	6	8	5	4	7	1	2	2
$\sigma$ , МПа	5	7	8	1	2	6	3	4
$\varepsilon$ , %	2	5	6	1	4	3	1	2
$\Delta V$ , мг	2	1	6	4	7	3	5	8
$Nu$ , килоциклов	4	3	4	4	4	1	2	2
$S_i$	20	31	33	19	32	20	15	22
$Q_i$	30	19,355	18,182	31,579	18,750	30	40	27,272

По результатам, полученным в результате расчета таблицы 7, можно сделать вывод о том, что среди анализируемых образцов наиболее высоким уровнем качества характеризуется образец производства Xuchuan Chemical (Su-zhou) Co., Ltd., самым низким – Huntsman Corporation.

Для анализа полученных результатов составим таблицу 8, содержащую рассчитанные тремя методами оценки качества полиуретановых подошв, используемых на обувных предприятиях г. Витебска.

Таблица 8 – Оценка качества полиуретановых подошв, рассчитанная различными методами

Применяемый метод оценки качества и место, занимаемое образцом	Производитель ПУ системы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$D$ без учета $m_i$	5	6	8	3	4	1	2	7
$D$ с учетом $m_i$	4	6	8	3	5	1	2	7
$K$	3	7	8	1	6	4	2	5
$Q_i$	3	6	8	2	7	3	1	5
Место	4	7	8	2	5	3	1	6

По результатам анализа, образцом с самым высоким уровнем качества является ПУ подошвы Xuchuan Chemical (Suzhou) Co., Ltd. Следом за ним следуют подошвы производства The Dow Chemical Company и BCI Holding SA. У подошв производства Covestro AG, ELAchem, Zhejiang Heng Tai Yuan Pu Co., Ltd., BASF Polyurethanes GmbH уровень качества ниже. Образцом с самым низким уровнем качества стали ПУ подошвы Huntsman Corporation.

Таким образом, ПУ подошвы Xuchuan Chemical (Suzhou) Co., Ltd., The Dow Chemical Company и BCI Holding SA можно использовать в производстве

различной обуви на обувных предприятиях, так как их свойства отвечают требованиям ТНПА, а уровень качества превосходит все остальные. Для всех остальных ПУ подошв рекомендуется рассматривать единичные показатели свойств для установления области их применения. Так, например, ПУ подошвы Covestro AG рекомендуется использовать в повседневной обуви или для производства двухслойных подошв. ПУ подошвы Huntsman Corporation рекомендуется использовать в производстве детской обуви, где ресурс подошв невелик.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буркин, А. Н. Оценка качества обуви с помощью функции желательности / А. Н. Буркин, М. В. Шевцова // Качество товаров: теория и практика : материалы докладов международной научно-практической конференции, Витебск, 15–16 ноября 2012 г. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2012. – С. 50–53.
2. Радюк, А. Н. Старение изделий из вторичного полиуретана в естественных климатических условиях / А. Н. Радюк, А. Н. Буркин // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2019. – № 1 (36). – С. 91–102.

#### REFERENCES

1. Burkin, A. N. Shoe quality assessment using the desirability function / A. N. Burkin, M. V. Shevtsova // Quality of goods: theory and practice : materials of reports of the international scientific and practical conference, Vitebsk, November 15–16 2012 / EE "VGTU". – Vitebsk, 2012. – P. 50–53.

2. Radyuk, A. N. Aging of products from recycled polyurethane in natural climatic conditions / A. N. Radyuk, A. N. Burkin // Bulletin of the Vitebsk State Technological University. – 2019. – № 1 (36). – P. 91–102.

**SPISOK LITERATURY**

1. Burkin, A. N. Ocenka kachestva obuvi s pomoshh'ju funkcii zhelatel'nosti / A. N. Burkin, M. V. Shevcova // Kachestvo tovarov: teorija i praktika : materialy dokladov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Vitebsk, 15–16 nojabrja 2012 g. / UO "VGTU". – Vitebsk, 2012. – S. 50–53.

2. Radjuk, A. N. Starenie izdelij iz vtorichnogo poliuretana v estestvennyh klimaticeskikh uslovijah / A. N. Radjuk, A. N. Burkin // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. – 2019. – № 1 (36). – S. 91–102.

Статья поступила в редакцию 30.06.2022

## Оценка конкурентоспособности полиуретановых подошв, используемых на обувных предприятиях г. Витебска

П.В. Гришанова, А.Н. Радюк<sup>а</sup>, М.В. Шевцова  
Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь  
<sup>а</sup>E-mail: ana.r.13@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты оценки конкурентоспособности полиуретановых подошв на основании интегральных и дифференциальных показателей. На основании полученных данных сделан вывод о конкурентоспособности образцов по сравнению с базовым. Рассмотрены возможные причины низкой конкурентоспособности при сопоставлении с результатами оценки качества образцов. Выявлено, что наиболее высокие показатели качества и конкурентоспособности наблюдаются у полиуретановых подошв производства Xuchuan Chemical (Suzhou) Co., Ltd., The Dow Chemical Company и BCI Holding SA.

**Ключевые слова:** полиуретановые подошвы, показатели свойств, интегральный метод, дифференциальный метод, оценка конкурентоспособности.

## Evaluation of Competitiveness of Polyurethane Soles Used in Footwear Enterprises of Vitebsk

P. Grishanova, A. Radyuk<sup>a</sup>, M. Shevtsova  
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus  
<sup>a</sup>E-mail: ana.r.13@mail.ru

**Annotation.** In the article the results of evaluation of competitiveness of polyurethane soles on the basis of integral and differential indicators are presented. On the basis of the obtained data a conclusion about the competitiveness of the samples in comparison with the basic one has been made. The possible reasons of low competitiveness have been considered, when comparing it with the results of the quality estimation of the samples. It was revealed that the highest quality and competitiveness indicators are observed for polyurethane soles produced by Xuchuan Chemical (Suzhou) Co., Ltd., The Dow Chemical Company and BCI Holding SA.

**Key words:** polyurethane soles, property indicators, integral method, differential method, competitiveness evaluation.

### ВВЕДЕНИЕ

В условиях высокой насыщенности товарных рынков, особо остро ощущается борьба производителей за предпочтения потребителей. Большое количество товаров предлагают потребителям одинаковые или различные способы удовлетворения одной и той же потребности на равных или незначительно изменяющихся ценовых условиях. Именно поэтому оценка конкурентоспособности товара является важнейшим этапом деятельности предприятия по созданию и производству продукции, соответствующей требованиям и ожиданиям потребителей.

Понятие «конкурентоспособность товара» – сложное и многогранное. В товароведении конкурентоспособность товара тесно рассматривается с позиции комплекса потребительских и стоимостных (ценовых) характеристик товара, определяющих его успех на рынке. В этом случае важной составной частью конкурентоспособности товаров является уровень затрат потребителя за время его эксплуатации.

В экономике предлагается оценивать конкурентоспособность товаров на основе экономических характеристик товара (рентабельности производства и реализации) [1].

Можно сказать, что конкурентоспособность товара является характеристикой, определяющей предпочтение товара на рынке по сравнению с аналогичным товаром конкурентов как по степени соответствия конкретным потребностям потребителей, так и по затратам на их удовлетворение. Конкурентоспособность товара как возможность его коммерчески выгодного сбыта на конкурентном рынке можно определить, только сравнивая товар с конкурентами-аналогами. В этом и заключается оценка конкурентоспособности товара.

Конкурентоспособность продукции неразрывно связана с её качеством. В этой связи производителей прежде всего интересуют те свойства продукции и уровень параметров, их определяющий, которые представляют интерес для покупателя и обеспечивают удовлетворение его потребностей.

Целью работы является оценка конкурентоспособности полиуретановых подошв, используемых на обувных предприятиях г. Витебска.

Объектом исследования являются полиуретановые подошвы обуви различных производителей, используемые на обувных предприятиях г. Витебска.

Предметом исследования является анализ и оценка конкурентоспособности полиуретановых подошв.

### ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для анализа свойств были выбраны полиуретановые композиты для изготовления деталей низа обуви следующих производителей:

1. Covestro AG (Leverkusen, Germany)

2. BASF Polyurethanes GmbH (до 31.03.2010 – Elastogran GmbH) (Lemförde, Germany)

3. Huntsman Corporation (Salt Lake City, The United States of America)

4. The Dow Chemical Company (Midland, The United States of America)

5. ELAchem (Vigevano PV, Италия)

6. BCI Holding SA

7. Xuchuan Chemical (Suzhou) Co., Ltd.

8. Zhejiang Heng Tai Yuan Pu Co., Ltd.

Для расчетов используется расширенная номенклатура показателей свойств полиуретановых подошв (табл. 1).

Таблица 1 – Показатели для оценки конкурентоспособности ПУ подошв

Показатель, ед. измер.	Производитель ПУ системы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$H$ , усл. ед.	55	45	57,5	60	51	65	61,5	60,5
$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	0,765	0,45	0,67	0,665	0,43	0,47	0,74	0,725
$\sigma$ , МПа	6,7	4,45	4	12	10	6	9,75	7,75
$\varepsilon$ , %	475	400	300	500	425	455,5	500	475
$\Delta V$ , мг	50	45	150	100	175	65	145	400
$N_u$ , килоциклов	40	45	40	40	40	85	65	65
$U_{возд}$ , балл	2	2	2	3	2	3	2	2
$T_{xp}$ , год	1	1	1	1	1	1	1	1
$\Phi$ , балл	4	4	4	4	4	3	4	4
$O_{тиц.пов}$ , балл	4	4	4	4	4	4	4	4
$I_{сл}$ , балл	2	2	2	2	1	1	2	2

$\rho$  – плотность;  $H$  – твердость по ТМ-2;  $\sigma$  – предел прочности при одноосном растяжении;  $\varepsilon$  – относительное удлинение при разрыве;  $\Delta V$  – истираемость;  $N_u$  – сопротивление многократному изгибу,  $U_{возд}$  – устойчивость к различным воздействиям;  $T_{xp}$  – срок хранения;  $\Phi$  – фактура материала,  $O_{тиц.пов}$  – тщательность отделки поверхности;  $I_{сл}$  – сложность изготовления

В качестве базового образца для сравнения была выбрана полиуретановая система производства ЧПУП

«Обувное ремесло» (г. Витебск). Характеристики представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-механические характеристики ПУ системы производства ЧПУП «Обувное ремесло»

Показатель, ед. измер.	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$H$ , усл. ед.	$\sigma$ , МПа	$\varepsilon$ , %	$\Delta V$ , мг	$N_u$ , килоциклов
Усредненное значение	0,8	62,5	7,75	265	55	90

### ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТА ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящее время известно большое количество методов, применяемых для оценки конкурентоспособности товаров. Наиболее распространенным является определение конкурентоспособности по показателю уровня качества товара. Уровень качества является объективным показателем конкурентоспособности продукции в рыночных условиях. Определяется соответствием продукции современным требованиям потребителей при достигнутом уровне социально-

экономического развития и его НТП. Для оценки качества однородной продукции применяют четыре метода: дифференциальный, комплексный, смешанный и интегральный. В данной работе приведены расчеты по интегральному показателю конкурентоспособности и дифференциальному.

Первым этапом при проведении оценки конкурентоспособности является определение значимости того или иного показателя. Для этого был проведен экспертный метод оценки значимости показателей ПУ подошв, используемых на обувных предприятиях г. Витебска. По результатам

анкетирования проведена статистическая обработка данных и полученные оценки были переведены в систему рангов. Коэффициент конкордации ( $W$ ) составил 0,88, что говорит о высокой степени согласованности мнений экспертов. Расчетный критерий Пирсона ( $\chi^2_{расч}$ ) = 62,1 и значительно выше табличного, следовательно,  $W$  – величина не случайная, а потому полученные результаты имеют смысл и могут использоваться в дальнейших исследованиях.

Интегральный показатель конкурентоспособности рассчитывают как отношение комплексного показателя качества к цене потребления, то есть затратам на его приобретение и использование. Если в числителе берется интегральный показатель конкурентоспособности экспериментального товара, а в знаменателе – базового товара, то в итоге можно получить значение относительного уровня конкурентоспособности по формуле:

$$K_u = K_u / K_{uб}, \quad (1)$$

где  $K_u$  – интегральный показатель конкурентоспособности исследуемого образца;  $K_{uб}$  – интегральный показатель конкурентоспособности базового образца.

Если  $K > 1$ , то экспериментальный товар по конкурентоспособности превосходит базовый, если  $K = 1$ , то он находится на одинаковом уровне с базовым, а если  $K < 1$ , то товар уступает базовому образцу и требует совершенствования.

Шкала градаций оценок относимого уровня конкурентоспособности составляет: 1–0,99 – высокий, 0,98–0,95 – хороший, 0,94–0,9 – удовлетворительный, 0,89–0,7 – низкий, 0,69–0,1 – очень низкий [2].

Относительные показатели, представленные в таблице 1, рассчитывались по формулам (2) и (3):

$$q_i = P_i / P_{iб}, \quad (2)$$

$$q_i = P_{iб} / P_i, \quad (3)$$

где  $P_i$  – значение единичного ( $i$ -го) показателя качества оцениваемого изделия;  $P_{iб}$  – значение единичного базового показателя качества.

При этом формулой (1) пользуются в том случае, когда увеличение численного показателя соответствует улучшению качества продукции, формулу (2) применяют, когда улучшению качества продукции соответствует уменьшение численного значения показателя.

По единичным показателям свойств рассчитывают групповые показатели конкурентоспособности (или сводные индексы конкурентоспособности), которые характеризуют соответствие изделия потребности в нем. Расчет обобщенного комплексного показателя конкурентоспособности осуществляется по формуле средней взвешенной геометрической:

$$G = \prod_{i=1}^n (q_i)^{m_i}, \quad (4)$$

где  $m_i$  – коэффициент весомости  $i$ -го показателя;  $q_i$  – относительный показатель;  $n$  – количество показателей.

Комплексный показатель конкурентоспособности рассчитывается исходя из формулы (5)

$$G = G1 + G2 + G3 + G4 + G5, \quad (5)$$

где  $G1$  – комплексный показатель физиологических свойств;  $G2$  – комплексный показатель долговечности;  $G3$  – комплексный показатель сохраняемости;  $G4$  – комплексный показатель эстетических свойств;  $G5$  – комплексный показатель технологичности.

Значения относительных показателей и коэффициентов весомости представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Значения относительных показателей и коэффициентов весомости

Показатель	Производитель ПУ системы								j <sub>i</sub>
	1	2	3	4	5	6	7	8	
ОП $H$	0,95	0,56	0,84	0,83	0,54	0,59	0,92	0,91	0,103
ОП $\rho$	0,88	0,72	0,92	0,96	0,816	1,04	0,98	0,97	0,083
ОП $\sigma$	0,864	0,574	0,516	1,548	1,290	0,775	1,258	1	0,135
ОП $\varepsilon$	1,792	1,509	1,132	1,887	1,604	1,719	1,887	1,792	0,138
ОП $\Delta V$	1,1	1,222	0,367	0,55	0,314	0,846	0,379	0,138	0,168
ОП $N_u$	0,444	0,5	0,444	0,444	0,444	0,944	0,722	0,722	0,167
ОП $U_{возд}$	0,5	0,5	0,5	0,33	0,5	1	0,5	0,5	0,065
ОП $T_{xp}$	1	1	1	1	1	1	1	1	0,034
ОП $\Phi$	1	1	1	1	1	0,75	0,75	0,75	0,005
ОП $O_{тщ,пов}$	1	1	1	1	1	1	0,5	0,75	0,023
ОП $I_{сл}$	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1	0,079

ОП – относительный показатель



Рассчитанные комплексные показатели конкурентоспособности ПУ системы в сравнении с конкурентоспособности представлены в таблице 4, базовым образцом – в таблице 5. интегральные показатели с выводами о

Таблица 4 – Групповые показатели конкурентоспособности

Показатель	Производитель ПУ системы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Комплексный показатель конкурентоспособности отдельных свойств</b>								
<i>G1</i>	2	0,99	0,97	0,99	0,99	0,98	1	0,99
<i>G2</i>	3	0,89	0,81	0,64	0,85	0,71	0,95	0,86
<i>G3</i>	4	1	1	1	1	1	1	1
<i>G4</i>	5	1	1	1	1	1	0,99	0,98
<i>G5</i>	6	1	1	1	1	0,95	0,95	1
$\sum G$	4,88	4,78	4,63	4,84	4,64	4,89	4,83	4,67

Таблица 5 – Интегральные показатели конкурентоспособности

Показатель	Производитель ПУ системы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$\sum G$	4,88	4,78	4,63	4,84	4,64	4,89	4,83	4,67
Стоимость образца, руб./пара	5	5	4	4	3,5	3,5	3	3
<i>K<sub>n</sub></i>	0,98	0,96	1,16	1,21	1,33	1,40	1,61	1,56
<i>K</i>	0,58	0,57	0,69	0,72	0,79	0,84	0,96	0,93
Вывод	О/Н	О/Н	Н	Н	Н	Н	Х	У

Таким образом, по конкурентоспособности все анализируемые образцы уступают базовому – производству ЧПУП «Обувное ремесло».

Представим расчет конкурентоспособности с помощью дифференциального метода. Данный метод основан на переводе единичных показателей материала в относительные безразмерные.

Преимущество относительных (безразмерных) показателей состоит в том, что они отражают основной механизм процесса оценивания. Этот механизм реализуется в дифференциальном методе оценивания и заключается в сравнении величины показателя, характеризующей свойство исследуемого объекта, с величиной, характеризующей это же свойство, но у объекта, принимаемого в качестве эталона (базы). Таким образом, относительные показатели характеризуют степень приближения оцениваемого свойства объекта к нормативному (базовому) значению.

Анализ данных, представленных в таблице 3, позволяет сделать вывод о том, что образцы производства Covestro AG, BASF Polyurethanes GmbH, The Dow Chemical Company, Xuchuan Chemical (Suzhou) Co., Ltd. имеют уровень конкурентоспособности наравне с базовым образцом, так как большая часть относительных показателей равна 1 или больше 1. Образцы Huntsman Corporation, ELAchem, BCI Holding SA, Zhejiang Heng Tai Yuan Pu Co., Ltd. по конкурентоспособности уступают базовому образцу, так как большинство относительных показателей меньше 1.

Представленные методы анализа показали, что ни один из образцов не обладает высоким уровнем конкурентоспособности по сравнению с базовым, производства ЧПУП «Обувное ремесло». Представим сводную таблицу по результатам расчетов (табл. 6).

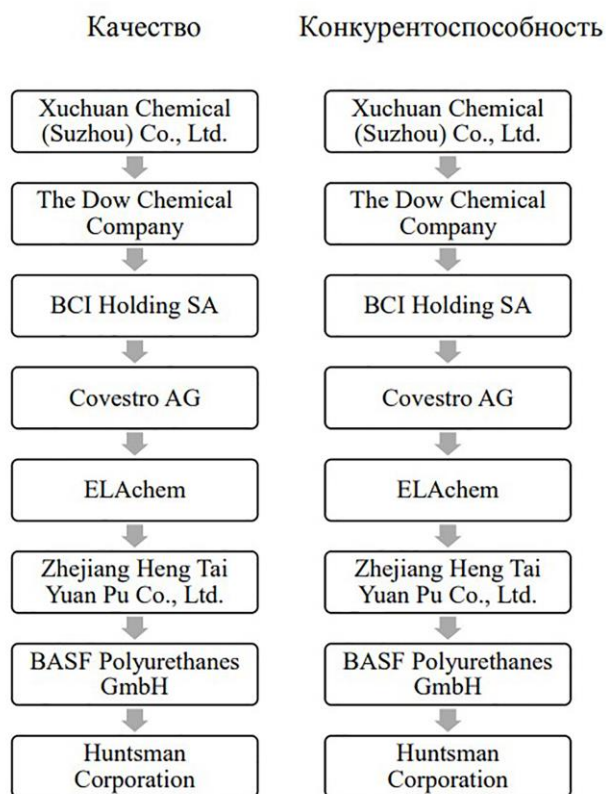
Таблица 6 – Результаты расчетов конкурентоспособности образцов ПУ подошв

Показатель	Производитель ПУ системы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Интегральный метод оценки	7	8	6	5	4	3	1	2
Дифференциальный метод оценки	1	1	7	1	5	5	1	7
Итоговая оценка	3	5	8	2	5	3	1	5

Дифференциальный метод оценки конкурентоспособности уступает по точности интегральному, который позволяет получить точные численные значения конкурентоспособности.

Распределение оценок, полученных дифференциальным методом, проводилось на основании того, какое количество относительных показателей оказалось меньше 1.

Рассмотрим возможные причины низкой конкурентоспособности, используя результаты оценки качества образцов, представленные в предыдущей статье. Для удобства анализа составлена схема, представленная на рисунке 1. Образцы ПУ подошв, получившие наилучшие результаты, находятся на схеме выше, чем те, которые получили меньшие оценки.



**Рисунок 1 – Сводные схемы качества и конкурентоспособности образцов ПУ подошв**

Как следует из рисунка 1, оценка качества совпадает с конкурентоспособностью образцов. По результатам расчетов наибольшая оценка качества и конкурентоспособности у образца производства Xuchuan Chemical (Suzhou) Co., Ltd., однако его конкурентоспособность не превышает значений базового образца. Это можно объяснить тем, что данный образец имеет более высокую цену по сравнению с базовым образцом, а также более низкие показатели истираемости и сопротивления многократному изгибу.

Следующим по качеству и конкурентоспособности является образец The Dow Chemical Company. Данный образец уступает в качестве предыдущему и базовому по показателям сопротивления многократному изгибу, твердости и является более дорогим.

Образец BCI Holding SA по своим показателям близок к базовому, за исключением показателей истираемости и плотности. Однако менее конкурентоспособным его делает более высокая цена.

Конкурентоспособность образца Covestro AG значительно снижается за счет его цены, которая является одной из самых высоких среди представленных образцов. Она в 2 раза выше стоимости пары из базового образца. Также стоит отметить низкий показатель сопротивления к многократному изгибу, который повлиял на снижение итоговой оценки качества образца.

Как и образец производства Covestro AG, образец ELAchem обладает низким значением показателя сопротивления многократному изгибу. Также данный образец показывает достаточно низкую износостойкость по сравнению с вышеупомянутыми образцами. Данный факт сильно снижает его оценку качества и конкурентоспособности, ведь как показала экспертная оценка, для полиуретановых подошв показатель износостойкости является одним из самых главных.

Невысокая износостойкость также является недостатком образца Zhejiang Heng Tai Yuan Pu Co., Ltd. Данный показатель в 7 раз ниже, чем у базового образца.

Высокая цена в сочетании с низкими показателями сопротивления многократному изгибу, предела прочности при одноосном растяжении, твердости и плотности не позволяют образцу BASF Polyurethanes GmbH показать высокую конкурентоспособность и качество.

Самая низкая оценка качества и конкурентоспособности у образца Huntsman Corporation, вследствие его низкого предела прочности при растяжении и самого низкого из всех представленных образцов показателя предела прочности при растяжении. Также стоит отметить достаточно высокую стоимость данного образца, которая почти в 2 раза выше стоимости базового образца.

Следовательно, образцами с наиболее высокими показателями качества и конкурентоспособности являются: Xuchuan Chemical (Suzhou) Co., Ltd., The Dow Chemical Company и BCI Holding SA.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Целикова, Л. В. Оценка конкурентоспособности кожаной обуви на рынке Республики Беларусь : текст лекции для студентов специальности «Маркетинг» / Л. В. Целикова. – Гомель : Гом. кооп. ин-т Белкоопсоюза, 2001. – 52 с.
2. Воронов, Н. Ф. Основные принципы и подходы к определению конкурентоспособности современной обуви / Н. Ф. Воронов // Кожевенно-обувная промышленность. – 2005. – № 1. – С. 23–24.

**REFERENCES**

1. Tselikova, L. V. Assessment of the competitiveness of leather shoes in the market of the Republic of Belarus : the text of a lecture for students of the specialty "Marketing" / L. V. Tselikova. – Gomel : Gom. coop. in-t Belkoopsoyuz, 2001. – 52 p.
2. Voronov, N. F. Basic principles and approaches to determining the competitiveness of modern footwear / N. F. Voronov // Leather and footwear industry. – 2005. – № 1. – P. 23–24.

**SPISOK LITERATURY**

1. Celikova, L. V. Ocenka konkurentosposobnosti kozhanoj obuvi na rynke Respubliki Belarus' : tekst lekcii dlja studentov special'nosti «Marketing» / L. V. Celikova. – Gomel' : Gom. koop. in-t Belkoopsojuza, 2001. – 52 s.
2. Voronov, N. F. Osnovnye principy i podhody k opredeleniju konkurentosposobnosti sovremennoj obuvi / N. F. Voronov // Kozhevenno-obuvnaja promyshlennost'. – 2005. – № 1. – S. 23–24.

Статья поступила в редакцию 30.06.2022

## Исследование показателей качества клеевого соединения слоев материалов в пакет

И.Н. Герасимук, Е.Л. Лукьянова<sup>а</sup>, Н.В. Ульянова  
Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь  
<sup>а</sup>Е-mail: alenakul26@mail.ru

**Аннотация.** Исследованы зависимости разрывной нагрузки и разрывного удлинения утепляющих материалов, а именно нетканого теплоизоляционного полотна, полученного способом термофиксации, от их толщины, вида ламинации, от толщины клеевой пленки. Установлены оптимальные параметры клеевого соединения слоев в пакет.

**Ключевые слова:** специальная одежда, пакет материалов, свойства пакета, свойства одежды, способы скрепления слоев, качество клеевого соединения.

## Investigation of the quality indicators of the adhesive connection of layers of materials in the package

I. Gerasimuk, E. Lukyanova<sup>a</sup>, N. Ulyanova  
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus  
<sup>a</sup>E-mail: alenakul26@mail.ru

**Annotation.** The dependencies of the breaking load and the breaking elongation of insulating materials, namely non-woven thermal insulation fabric obtained by thermal fixation, on their thickness, the type of lamination, on the thickness of the adhesive film are investigated. The optimal parameters of the adhesive connection of the layers in the package are set.

**Key words:** special clothing, package of materials, package properties, clothing properties, methods of fastening layers, quality of adhesive connection.

В УО «ВГТУ» разработана технология получения новых видов прокладочных утепляющих материалов, полученных способом термофиксации [1, 2]. Такие материалы нашли применение в строительстве, в машиностроении и в производстве одежды. Однако в любом из направлений данные материалы используются в сочетании с другими, образуя тем самым композиционный материал (пакет), имеющий слоистую структуру. Прочность соединения слоев материалов оказывает непосредственное влияние на физико-механические свойства пакета и изделия в целом. Рассмотрим сочетание слоев на примере изготовления куртки для защиты от механических воздействий. Такое изделие является многослойным, потребительские и эксплуатационные свойства которого в значительной степени зависят от качества применяемых материалов, соответствия их требованиям, предъявляемым к данному ассортименту изделий и научно обоснованного формирования из них рационального пакета. На рисунке 1 представлен пакет, состоящий из слоев используемых материалов.

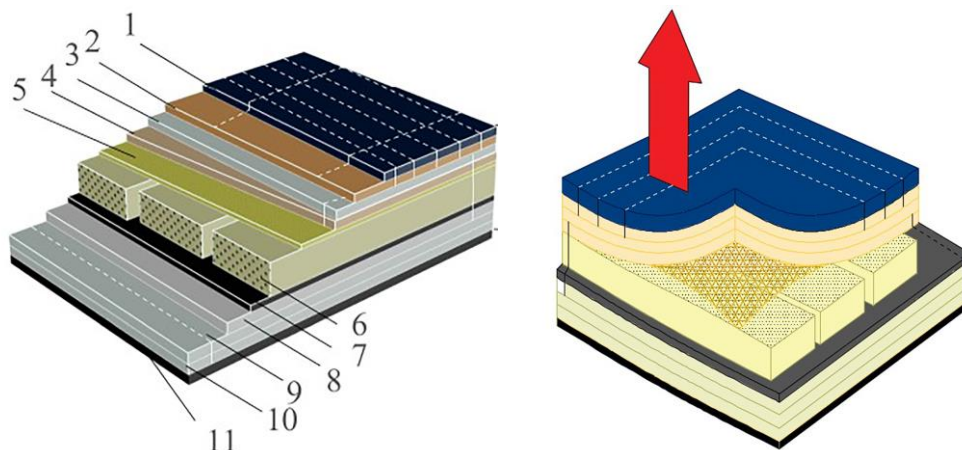
Для создания пакета изделия используются следующие материалы:

- ткань специальная для изготовления костюмов специальных подразделений (поверхностная плотность – 950 г/м<sup>2</sup>, волокнистый состав – хлопок 40 %, полиамид 60 %, толщина – 2,90 мм),
- ткань подкладочная «Оксфорд» (поверхностная плотность – 210 г/м<sup>2</sup>, волокнистый состав – полиэстер 100 %, толщина – 0,10 мм),
- полотно полиэфирное геотекстильное (ГЕО-300) (поверхностная плотность – 300 г/м<sup>2</sup>, волокнистый состав – полиэфир 100 %, толщина – 1,15 мм),
- синтепон (поверхностная плотность – 100 г/м<sup>2</sup>, волокнистый состав – полиэфир 100 %, толщина – 1,40 мм),
- флизелин (поверхностная плотность – 30 г/м<sup>2</sup>, волокнистый состав – полиэфир 100 %, толщина – 0,15 мм),
- полотно нетканое теплоизоляционное (поверхностная плотность и толщина варьировались, волокнистый состав – отходы кромки грунтовой ткани 50 %, БИК 4DE51Слон, 15 %, ПЭ волокно 6DE64 – 35 %).

Материалы пакета (рис. 1) соединяются двумя способами: клеевым и ниточным. Для скрепления

полос из нетканого теплоизоляционного полотна (поз. 6, рис. 1) с прокладкой из геотекстильного материала (поз. 4, рис. 1) использовался полиамидный клей

NEOTHERM PU-3425 R, характеристика которого представлена в таблице 1.



1 – основная ткань, 2 – первый слой прокладки (полотно геотекстильное), 3 – второй слой прокладки (полотно геотекстильное), 4 – флизелин, 5 – клей, 6 – полотно нетканое теплоизоляционное, 7 – межслойная подкладка, 8 – четвертый слой прокладки (полотно геотекстильное), 9 – пятый слой прокладки (полотно геотекстильное), 10 – шестой слой прокладки (синтепон), 11 – подкладочная ткань

Рисунок 1 – Структура пакета одежды для защиты от механических воздействий

Таблица 1 – Свойства NEOTHERM PU-3425 R

Наименование показателя	Единицы измерения	Значение показателя
Композиция		смесь на основе полиуретанового преполимера
Внешний вид		прозрачный, под ультрафиолетом может быть желтым
Рекомендуемая температура нанесения	°С	110–150
Температура размягчения	°С	60
Вязкость при 140 °С	мПа	7500
Плотность	г/см <sup>3</sup>	1,05

С целью определения прочности клеевого соединения слоев материала в пакете были проведены экспериментальные исследования. Результаты исследований при различных режимах склеивания представлены в таблице 2. Разрывная нагрузка флизелина до эксперимента равна 0,058 кН, разрывное удлинение 16 мм, фольги – 0,032 кН и 14 мм, соответственно. Клей наносился валичным способом на поверхность флизелина и фольги [3]. Испытания проводились согласно ГОСТу 15902.3-79 «Полотна нетканые. Методы определения прочности». Измерения разрывной нагрузки и удлинения в ходе эксперимента снимались, как только разрушался слой флизелина, так как происходил останов машины. При эксперименте размер элементарной пробы при испытании на разрывную нагрузку и разрывное удлинение равен 50×200 мм, при испытании на прочность при раздирании 70×200 мм.

Рассмотрим зависимости разрывного удлинения и разрывной нагрузки от толщины утепляющей

прокладки, от толщины клеевой пленки и при использовании двухстороннего проклеивания.

В таблице 2 представлена зависимость исследуемых показателей от толщины прокладки при ламинировании флизелином при толщине клеевой пленки 0,6 мм. Как видно из таблицы 2, разрывная нагрузка увеличивается для образцов утепляющей прокладки, причем при увеличении толщины полотна разрывная нагрузка увеличивается пропорционально на 18,1 %, 59,5 %, 204,0 %, для толщины 100 мм, 200 мм и 500 мм, соответственно. Что касается разрывного удлинения утепляющего материала, здесь все наоборот, при ламинировании разрывное удлинение увеличилось (табл. 3) на 4,3 мм, на 1,7 мм для образцов толщиной 100 и 200 мм и уменьшилось на 45,9 % для образцов толщиной 500 мм. Это связано с тем, что разрывная машина останавливалась, как только разрушался слой прокладки, а в образцах без ламинации разрыв фиксировался до разрыва самого полотна.

Таблица 2 – Результаты испытаний образцов

№ образца	Толщина нетканого полотна, мм / толщины клеевого слоя, мм	Результаты испытаний до склеивания		Результаты испытаний после склеивания			Примечание
		Разрывная нагрузка при разрыве, кН	Разрывное удлинение при разрыве, мм	Разрывная нагрузка при разрыве, кН	Разрывное удлинение при разрыве, мм	Прочность при раздирании, кН	
1	200/0,6	0,070	24	0,115	25	0,600	при испытании прочности при раздирании в элементарной пробе произошел разрыв язычка
				0,112	26		
				0,108	26		
2	500/0,6	0,025	37	0,075	17	0,025	прокладка сдерживала разрыв элементарной пробы нетканого полотна
				0,075	21		
				0,078	22		
3	100/0,4	0,350	20	0,215	32	0,025	
				0,210	29		
				0,195	31		
4	100/0,6	0,350	20	0,340	22	0,040	надрыва как такового не было в основном шло расслоение полотна
				0,440	25		
				0,460	26		
<b>При приклеивании флизелина с двух сторон</b>							
5	500/0,6	0,025	37	0,850	22	0,028	при раздирании шло раздирание прокладки перпендикулярно срезу пробы
				0,850	25		
				0,800	24		

Таблица 3 – Зависимость разрывного удлинения и разрывной нагрузки утепляющей прокладки от его толщины

Толщина нетканого материала, мм	Результаты по показателям					Абсолютное отклонение среднего от значения для образца без ламинации, кН	Темп роста, %
	№ испытания				без ламинирования		
	1	2	3	среднее			
	<b>Разрывная нагрузка, кН</b>						
100	0,340	0,440	0,460	0,413	0,350	0,063	118,1
200	0,115	0,112	0,108	0,112	0,070	0,042	159,5
500	0,075	0,075	0,078	0,076	0,025	0,051	304,0
	<b>Разрывное удлинение, мм</b>						
100	22	25	26	24,3	20	4,3	121,7
200	25	26	26	25,7	24	1,7	106,9
500	17	21	22	20,0	37	-17,0	54,1

Зависимости прочности на раздирание от толщины утепляющего материала по результатам таблицы 2 выявлено не было, вследствие срыва эксперимента, следовательно, можно сделать вывод о том, что данная методика не подходит для определения

раздирающей нагрузки утепляющих материалов такого вида.

Рассмотрим зависимость исследуемых показателей от толщины клеевой пленки при ламинировании флизелином и фольгой, при одинаковой толщине

нетканого материала, равной 100 мм (табл. 4).  
Данному исследованию были подвергнуты именно эти

образцы, так как необходимо выявить зависимость  
адгезионного слоя, а не самого полотна.

**Таблица 4 – Зависимость разрывного удлинения и разрывной нагрузки утепляющей прокладки от толщины клеевой пленки при склеивании**

Толщина клеевой пленки, мм	Результаты по показателям				без ламинирования	Абсолютное отклонение среднего от значения для образца без ламинации, кН	Темп роста, %
	№ испытания						
	1	2	3	среднее			
<b>Ламинирование флизелином</b>							
<b>Разрывная нагрузка, кН</b>							
0,4	0,215	0,210	0,195	0,207	0,350	-0,143	59,0
0,6	0,340	0,440	0,460	0,413		0,063	118,1
<b>Разрывное удлинение, мм</b>							
0,4	32	29	31	30,7	20	10,7	153,3
0,6	22	25	26	24,3		4,3	121,7
<b>Ламинирование фольгой</b>							
<b>Разрывная нагрузка, кН</b>							
0,4	0,190	0,170	0,180	0,180	0,350	-0,170	51,4
0,6	0,215	0,220	0,175	0,203		-0,147	58,1
<b>Разрывное удлинение, мм</b>							
0,4	32	30	32	31,3	20	11,3	156,7
0,6	35	32	24	30,3		10,3	151,7

Результаты эксперимента показали, что разрывное удлинение утепляющей прокладки при ламинировании флизелином увеличилось в обоих случаях, но при увеличении толщины клеевой пленки на 0,2 мм удлинение меньше на 31,7 %. Разрывная нагрузка увеличилась для образца с толщиной клеевой пленки 0,6 мм на 18,1 %, а вот для образца с толщиной клеевой пленки 0,4 мм – уменьшилась на 0,143 кН. Прочность на раздирание у этих образцов

увеличилась при увеличении толщины клеевой пленки (табл. 4) и равна 0,015 кН. При ламинировании фольгой разрывное удлинение ПТЗЛТ увеличилось, а вот разрывная нагрузка ПТЗЛТ уменьшилась.

При ламинировании нетканого полотна с двух сторон при одинаковой толщине клеевого слоя – 0,6 мм и толщине полотна 500 мм увеличались значения обоих показателей (табл. 5).

**Таблица 5 – Зависимость разрывного удлинения и разрывной нагрузки утепляющей прокладки от вида ламинации**

Вид ламинирования	Результаты по показателям				без ламинирования	Абсолютное отклонение среднего от значения для образца без ламинации, кН	Темп роста, %
	№ испытания						
	1	2	3	среднее			
<b>Разрывная нагрузка, кН</b>							
Односторонняя ламинация	0,075	0,075	0,078	0,076	0,025	0,051	304,0
Двухсторонняя ламинация	0,850	0,850	0,850	0,850		0,825	34 пп
<b>Разрывное удлинение, мм</b>							
Односторонняя ламинация	17	21	22	20,0	27	-7,0	74,1
Двухсторонняя ламинация	22	25	24	23,7		-3,3	87,7

Как видно из данных таблицы 5, при двойном ламинировании разрывная нагрузка увеличилась на 0,825 кН, при том что в одинарном ламинировании

тоже произошло увеличение, но значительно меньше – на 0,051 кН. Разрывное удлинение при двойном ламинировании уменьшилось на 12,3 %,

однако это меньше по сравнению с образцами, ламинированными с одной стороны, на 13,6 %. Прочность на раздирание увеличилась в обоих случаях. При двойном ламинировании по сравнению с одинарным разница составила 0,03 кН.

Таким образом, результаты эксперимента показали, что при клеевом скреплении слоев материала в пакет склеивание слоев повышает механические свойства полотен независимо от их толщины, однако ламинирование фольгой нецелесообразно (либо нужно выбирать другой тип

фольги с более высокими механическими свойствами), оптимальная толщина клеевой пленки, при которой увеличиваются показатели разрывной нагрузки и разрывного удлинения, равна 0,6 мм, при этом увеличение клеевой пленки на 0,1 мм обеспечивает увеличение прочности полотен на разрыв на 50 %. В случае необходимости максимального увеличения механических показателей утепляющих материалов рекомендуется двойное ламинирование (с двух сторон), что обеспечит увеличение разрывной нагрузки в более чем 30 раз.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зими́на, Е. Л. Технологические и теоретические основы получения материалов с использованием текстильных отходов : монография / Е. Л. Зими́на, А. Г. Коган, В. И. Ольшанский ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2019. – 230 с.
2. Зими́на, Е. Л. Разработка технологии шумоизоляционных материалов с использованием отходов / Е. Л. Зими́на, Н. В. Ульянова, О. Д. Ващенко // Химические волокна. – 2020. – № 5. – С. 43–45.
3. Кулаженко, Е. Л. Нанесение клея валичным способом на поверхность рулонных материалов / Е. Л. Кулаженко, В. И. Ольшанский // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2011. – № 4 (18). – С. 41–44.

#### REFERENCES

1. Zimina, E. L. Technological and theoretical foundations for obtaining materials using textile waste : monograph / E. L. Zimina, A. G. Kogan, V. I. Olshansky ; UO "VG TU". – Vitebsk, 2019. – 230 p.
2. Zimina, E. L. Development of noise-insulating materials technology with the use of waste / E. L. Zimina, N. V. Ulyanova, O. D. Vashchenko. – 2020. – № 5. – P. 43–45.
3. Kulazhenko, E. L. Application of glue by roller method on the surface of rolled materials / E. L. Kulazhenko, V. I. Olshansky // Technical and technological problems of service. – 2011. – № 4 (18). – P. 41–44.

#### SPISOK LITERATURY

1. Zimina, E. L. Tehnologicheskie i teoreticheskie osnovy poluchenija materialov s ispol'zovaniem tekstil'nyh othodov : monografija / E. L. Zimina, A. G. Kogan, V. I. Ol'shanskij ; UO «VGTU». – Vitebsk, 2019. – 230 s.
2. Zimina, E. L. Razrabotka tehnologii shumoizoljacionnyh materialov s ispol'zovaniem othodov / E. L. Zimina, N. V. Ul'janova, O. D. Vashhenko // Himicheskie volokna. – 2020. – № 5. – S. 43–45.
3. Kulazhenko, E. L. Nanesenie kleja valichnym sposobom na poverhnost' rulonnyh materialov / E. L. Kulazhenko, V. I. Ol'shanskij // Tehnico-tehnologicheskie problemy servisa. – 2011. – № 4 (18). – S. 41–44.



## Проектирование сценических костюмов в исторической стилистике

Н.А. Дорошева<sup>а</sup>, О.И. Денисова<sup>б</sup>

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,  
Российская Федерация

E-mail: <sup>а</sup>doronada@mail.ru, <sup>б</sup>ipolgadenisova@yandex.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос разработки сценических костюмов в историческом стиле для любительских театральных студий. На основе анализа исторических аспектов создания костюмов и современных возможностей автоматизированного проектирования швейных изделий показаны возможности совершенствования работ по проектированию стилизованных исторических костюмных форм, степень приближенности воспроизведения которых позволяет удовлетворить требования заказчика в части достоверности и необходимой художественной выразительности образа персонажа.

**Ключевые слова:** история, театр, костюм, стилизация, швейное изделие.

## Designing Garments to the Development of Stage Costumes in Historical Stylistics

N. Dorosheva<sup>a</sup>, O. Denisova<sup>b</sup>

St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, Russian Federation

E-mail: <sup>a</sup>doronada@mail.ru, <sup>b</sup>ipolgadenisova@yandex.ru

**Abstract.** The article deals with the development of stage costumes in historical style for amateur theatrical studios. Based on the analysis of the historical aspects of the creation of costumes and modern possibilities of computer-aided design of garments, the possibilities for improving the design of stylized historical costume forms are shown, the degree of approximation of the reproduction of which allows satisfying the customer's requirements in terms of reliability and the necessary artistic expressiveness of the character's image.

**Keywords:** history, theatre, costume, stylization, garment.

Создание швейных изделий, приближенных к определенной исторической стилистике, – крайне многогранный процесс, который требует не только глубоких знаний о той или иной исторической эпохе и присущих ей формам костюма, но и огромного опыта в области текстильного материаловедения, технологии и конструирования швейных изделий. В разработке сценического костюма необходимо добиться необходимой степени приближенности в воссоздании заданных образов, чтобы передать определенную атмосферу, «дух времени». При этом, с одной стороны, при создании современных костюмов используются современные материалы и технологии, которые, чаще всего, были недоступны в отражаемый исторический период. С другой стороны, с позиции совершенствования работы над задачей приближенного воспроизведения ретрокостюмов современные технические и технологические возможности проектировщика швейных изделий гораздо шире в сравнении с ремесленными технологиями прошлых столетий. Например, развитие цифровых технологий и компьютерной техники

значительно изменило современный процесс проектирования швейных изделий [1, 2], который, несмотря на «дистанцированность» от заказчика становится все более точен благодаря оперативной обработке и визуализации информации.

Тема разработки сценических костюмов в историческом стиле достаточно актуальна в связи с интересом режиссеров и зрителей к костюмированным театральным и кинопостановкам. Помимо этого, существует и такая форма приобщения к историческому костюму, как непрофессиональные театральные студии и кружки. В рамках данного проекта разработки сценических костюмов в исторической стилистике были рассмотрены условия проектирования при работе именно с такими любительскими коллективами, выступающими в качестве потенциальных заказчиков.

Создание художественного образа персонажа театральной постановки преследует ряд задач:

- отразить характерные особенности костюма воспроизводимой исторической эпохи с необходимой заказчику степенью приближенности;

- выразить индивидуальность героя постановки;

- отразить эстетическое соответствие театрального костюма общей стилистике постановки: художественно-образному решению оформления декораций, соответствие образам других героев (например, принадлежность к определенному обществу людей), передать авангардность или традиционность замысла режиссера и др.;

- обеспечить необходимое антропометрическое и функциональное соответствие в соответствии с заданным характером движений, пластики актера.

Для обеспечения поставленных задач может быть предложена следующая последовательность проведения работ (табл. 1), составленная в соответствии с традиционными этапами проектной деятельности [3]:

**Таблица 1 – Последовательность проектирования сценического костюма в исторической стилистике**

Этапы	Содержание работ	Используемые методы и программное обеспечение
«Нулевой этап»	Работа с заказчиком: необходимо точно узнать полную информацию о постановке, о бюджете, о требованиях к материалам, о половозрастных и антропометрических характеристиках актеров	Провести антропометрические измерения размерных признаков, требуемых для построения конструкции
Предпроектный анализ	Анализ костюмов (конструкций, технологий, материалов) исторической эпохи. Анализ имеющихся визуализаций с различными вариантами, приближенными к оригиналам-костюмам выбранной эпохи	Подбор материалов и методик конструирования и моделирования одежды. Нахождение ретро-конструкций или методик построения одежды необходимой исторической эпохи
Этап синтеза	1. Разработка аватаров под фигуры актеров. 2. Разработка эскизов. 3. Построение чертежа конструкции и моделирование до исходного прототипа. 4. Виртуальная примерка (визуализация). 5. Разработка макетов в материале и проведение примерок	Используются программы разработки аватаров, например Makehuman [4], методики построения и моделирования одежды, и программы для виртуальной примерки швейных изделий, например, CLO-3D [5]
Технический этап	Разработка технической документации на изделия, выполнение проекта в материале	Швейные САПР, современное швейное оборудование и оборудование для влажно-тепловой обработки
Демонстрационный этап	Презентация результатов проектирования. Является конечным этапом разработки сценического костюма в исторической стилистике	Программы разработки презентаций, мультимедийное оборудование

Рассмотрим пример реализации проектных действий на примере разработки костюма для спектакля «Аня из Зелёных Мезонинов» для любительского театра (г. Санкт-Петербург) по мотивам романа «Энн из Зелёных Крыш».

Роман, опубликованный в 1908 году, является известным произведением канадской писательницы Л. Монтгомери. В середине XX века он был признан самым популярным изданием среди англоязычной детской литературы и вскоре был экранизирован. Разбирая художественные образы персонажей экранизации, можно отметить присутствие как традиционных для 1900-х годов форм костюма, так и авангардные для того времени модели одежды. Так, Мюриэль Стейси, которая являлась преподавателем главной героини, – современная девушка, которая при первом появлении в Зелёных Крышах повергла провинциальных жителей в шок тем, что она была в брюках (рис. 1а).

Платья с фартуками являлись «визитной карточкой» юных героинь сериала «Энн»: в фильме

можно увидеть различные вариации школьной формы, стилизованных под провинциальную моду 1890–1900 гг. Стилизации костюма каждого образа в сериале отражают характер персонажа и его положение в обществе. Например, Марилла Катберт была практичным человеком, поэтому в ее костюмах нет рюш, воланов и пышных рукавов, о которых так мечтала главная героиня Энн.

Практичность Мариллы отразилась и на костюмах Энн, потому что она являлась ее опекуном и шила Энн одежду сама. Персонаж подруги Энн – Дианы Барри, – представляет образ девочки из обеспеченной семьи, поэтому в ее нарядах всегда можно увидеть обилие декоративных элементов (рюши, воланы, пышные рукава). Этот контраст костюмов можно рассмотреть на рисунке 1б.

В сериале 1985 г. «Энн из Зелёных крыш» костюмы отличаются от современной экранизации и передают иную «атмосферу», менее драматический посыл, так как сериал рассчитан на младшую аудиторию. Там также нередко можно заметить главных героев,

включая Энн, за прогулкой с велосипедами и рассмотреть костюм для езды на нем на рисунке 1в.

Поскольку действие романа разворачивается в конце XIX века в провинциальной Канаде, то был

проведен сравнительный анализ представленных в фильме вариантов костюма с реальной модой того времени.



**Рисунок 1 – Образы героев в экранизациях романа «Аня из Зелёных Мезонинов» :**  
**а) «прогрессивный» костюм велосипедистки в сериале «Энн» 2017 г.<sup>1</sup>;**  
**б) провинциальные школьницы в сериале «Энн» 2017 г.<sup>2</sup>;**  
**в) Энн и Гилберт на прогулке с велосипедами в сериале «Энн из Зелёных крыш» 1985 г.<sup>3</sup>**

Исторически сложилось так, что большую часть граждан провинциальной Канады в 1890–1900 гг. составляли выходцы из Франции и Британии, что несомненно повлияло на моду. Рассматриваемое время было предвоенным, и Канада принимала активное участие и направляла основной поток сил на поддержание стабильности всей страны, но это не помешало развиваться моде. В платьях больше не использовались кринолин и турнюр, популярность приобрели рукава «баранья ножка» – узкие от локтя и до запястья, а в верхней части рукава были широкими. Основными особенностями одежды в провинциальной Канаде того времени являлись простота и удобство одежды, которая не мешала работать. Также стоит отметить изменение силуэта, который стал значительно тоньше и удлиненнее. Блузки и платья имели напуск спереди, подчеркивалась талия (рис. 2).

Изменились понятия о приемлемой активности для женщин, и в связи с этим появилась одежда для езды на велосипеде или игры в теннис. Традиционный и социально приемлемый силуэт юбки до щиколотки мог быть опасен для езды на велосипеде, поскольку юбка могла запутаться в спицах и цепи во время езды. Это привело к появлению такого изделия, как «юбка-брюки». Можно найти различные вариации «юбок-брюк», включая комплекты, где юбка имела кулиску по среднему шву переднего полотнища и шнуры, которые пролегли внутри, могли позволить поднимать юбки во время езды, чтобы сделать езду на велосипеде более безопасной. В этом случае под юбкой-трансформером носили широкие брюки.



**Рисунок 2 – Женская мода начала XX века<sup>4</sup>**

Второй вариант «юбки-брюк» предполагал, что шов сидения и шаговые швы широких брюк будут прикрыты деталью, пристегивающейся на пуговицы (рис. 3). Благодаря чему, визуальное изделие выглядело как юбка, в то же время эту деталь можно было отстегнуть и удобно сесть на велосипед или на лошадь.

<sup>1</sup> [https://occ-0-1361-987.1.nflxso.net/dnm/api/v6/9pS1daC2n6UGc3dUogvWIPMR\\_OU/AAAABRKA03Hk3VbUut7w3-WB5AiJepSnFYC1YFJquEgGUQxBgAx4wuBgCUzeaNRIZ8V01WrmjrKOmc07fhgwkxpCXitwtXuZG44KhTHUfrYnrLHXQ4j3YByazPFJ.jpg?r=d41](https://occ-0-1361-987.1.nflxso.net/dnm/api/v6/9pS1daC2n6UGc3dUogvWIPMR_OU/AAAABRKA03Hk3VbUut7w3-WB5AiJepSnFYC1YFJquEgGUQxBgAx4wuBgCUzeaNRIZ8V01WrmjrKOmc07fhgwkxpCXitwtXuZG44KhTHUfrYnrLHXQ4j3YByazPFJ.jpg?r=d41)

<sup>2</sup> <https://i.ytimg.com/vi/jczyHlYIz-c/maxresdefault.jpg>

<sup>3</sup> [https://www.vokrug.tv/product/show/anne\\_of\\_green\\_gables/#galleryproduct8-3](https://www.vokrug.tv/product/show/anne_of_green_gables/#galleryproduct8-3)

<sup>4</sup> URL: <https://fishki.net/3091600-kartinye-shljapy-nepremennyj-aksessuar-zhenwin-jedvardianskoj-jepohi.html>

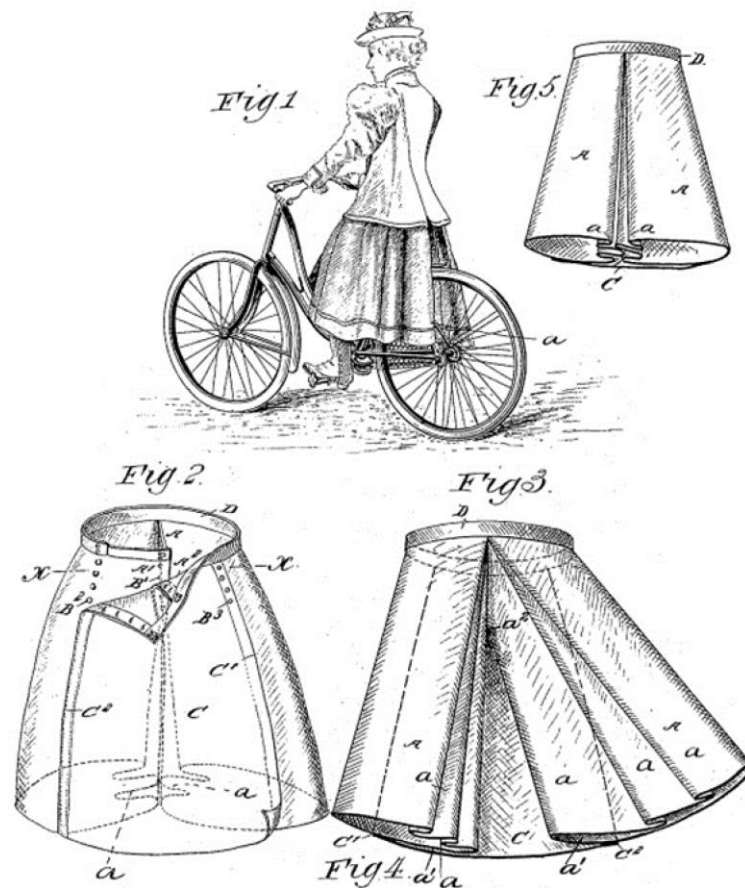


Рисунок 3 – Изделие «юбка-брюки» 1895 года, с возможностью отстегнуть деталь, создающую вид юбки<sup>5</sup>

Таким образом, в рамках создания сценического костюма для спектакля, одним из объектов проектирования стала модель юбки-брюк.

Поскольку целью проектирования является адаптация исторической формы костюма к сценическому образу актрисы нашего времени, то в программе Makehuman [4] был смоделирован аватар по антропометрическим измерениям размерных признаков фигуры актрисы.

Для разработки конструкции и проведения виртуальной примерки сценического костюма в исторической стилистике использована программа Clo3D [5]. Проект представлен на рисунке 4. На сегодняшний день использование данной технологии позволяет не только «примерять» разрабатываемые изделия, но и вносить коррективы в конструкцию изделий с целью обеспечения лучшей посадки на фигуре.

Виртуальная примерка, безусловно, помогает проверить сложную конструкцию на аватаре, но тем не менее не избавляет от реальной примерки из материала, приближенного к прототипу. Апробация конструкции юбки-брюк на фигуре заказчика представлена на рисунке 5.



Рисунок 4 – Аватар с разработанным на него костюмом

<sup>5</sup> <https://thequintessentialclothespen.com/2019/02/28/1890s-womens-bicycling-clothing-patents-advertisements/>





Рисунок 5 – Сценический образ героини спектакля

Таким образом, понимая и осознавая исторический аспект в создании образов сценического костюма необходимо грамотно подходить к подбору методов проектирования швейных изделий. Использование

виртуальной 3D-среды, как способа проверить сложную конструкцию, позволяет совершенствовать процессы реализации проектной идеи на этапах разработки сценического костюма.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бектемирова, Л. С. Проектирование трехмерной модели фигуры для формования войлочных деталей одежды / Л. С. Бектемирова, И. А. Петросова, Г. П. Зарецкая // Научный обозреватель. – 2013. – № 10 (34). – С. 72–76.
2. Tao, X. Toward advanced three-dimensional modeling of garment pro-totype from draping technique / X. Tao, P. Bruniaux // International Journal of Clothing Science and Technology. – 2013. – № 4 (25). – С. 266–283.
3. Денисова, О. И. Архитектура информационной системы дизайн-проектирования / О. И. Денисова // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2007. – № 15. – С. 118–120.
4. MakeHuman [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.makehumancommunity.org/>. – Дата доступа: 15.04.22.
5. CLO Virtual Fashion LLC, CLO3D [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.clo3d.com/en/>. – Дата доступа: 15.04.2022.

#### REFERENCES

1. Bektemirova, L. S. Designing a three-dimensional model of a figure for molding felt parts of clothing / L. S. Bektemirova, I. A. Petrosova, G. P. Za-retskaya // Scientific Observer. – 2013. – № 10 (34). – P. 72–76.
2. Tao, X. Toward advanced three-dimensional modeling of garment prototype from draping technique / X. Tao, P. Bruniaux // International Journal of Clothing Science and Technology. – 2013. – № 4 (25). – P. 266–283.
3. Denisova, O. I. Architecture of the information system of design / O. I. Denisova // Bulletin of the Kostroma State Technological University. – 2007. – № 15. – P. 118–120.
4. MakeHuman [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.makehumancommunity.org/>. – Access date: 04/15/22.
5. CLO Virtual Fashion LLC, CLO3D [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.clo3d.com/en/>. – Access date: 04/15/2022.

## SPISOK LITERATURY

1. Bektemirova, L. S. Proektirovanie trehmernoj modeli figury dlja formovanija vojlochnyh detalej odezhdy / L. S. Bektemirova, I. A. Petro-sova, G. P. Zareckaja // Nauchnyj obozrevatel'. – 2013. – № 10 (34). – S.72–76.
2. Tao, X. Toward advanced three-dimensional modeling of garment prototype from draping technique / X. Tao, P. Bruniaux // International Journal of Clothing Science and Technology. – 2013. – №. 4 (25). – P. 266–283.
3. Denisova, O. I. Arhitektura informacionnoj sistemy dizajn-proektirovanija / O. I. Denisova // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. – 2007. – № 15. – S. 118–120.
4. MakeHuman [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.makehumancommunity.org/>. – Data dostupa: 15.04.22.
5. CLO Virtual Fashion LLC, CLO3D [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.clo3d.com/en/>. – Data dostupa: 15.04.2022.

Статья поступила в редакцию 01.06.2022

## Филиал кафедры в системе подготовки конкурентоспособных специалистов

Е.С. Кравцова<sup>a</sup>, Н.В. Цобанова<sup>b</sup>, А.Н. Махонь<sup>c</sup>

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

E-mail: <sup>a</sup>kate\_krav@mail.ru, <sup>b</sup>tsobanova.nadi@yandex.ru, <sup>c</sup>anmakhon@mail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена документированию, управлению и совершенствованию процесса «Практико-ориентированное обучение студентов ВГТУ на базе филиала выпускающей кафедры ТРiT». Авторами проведен анализ деятельности филиала кафедры и построена функциональная модель процесса, отображающая структуру и функции системы, а также потоки информации и материальных объектов, связывающих эти функции с целью оптимизации подготовки будущих специалистов, практико-ориентированной направленности обучения.

**Ключевые слова:** обучающиеся, практико-ориентированное обучение, филиал выпускающей кафедры, процесс, функциональная модель.

## Branch of the Department in the System of Training Competitive Specialists

Ye. Kravtsova<sup>a</sup>, N. Tsobanova<sup>b</sup>, A. Makhon<sup>c</sup>

Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus

E-mail: <sup>a</sup>kate\_krav@mail.ru, <sup>b</sup>tsobanova.nadi@yandex.ru, <sup>c</sup>anmakhon@mail.ru

**Annotation.** The article is devoted to documenting, managing and improving the process of "Practice-oriented training of VSTU students on the basis of a branch of the graduating department of TRiT". The authors analyzed the activities of the branch of the department and built a functional model of the process, reflecting the structure and functions of the system, as well as the flows of information and material objects linking these functions in order to optimize the training of future specialists, practice-oriented orientation of training.

**Key words:** students, practice-oriented training, branch of the graduating department, process, functional model.

Современный этап развития государства характеризуется модернизацией практически всех сфер жизни. Необходимость активизации инновационной деятельности в Республике Беларусь очевидна, поскольку инновационный тип развития является неперенным условием вхождения на равных в мировую экономическую систему. Полученные знания каждого сотрудника должны превращаться в компетенцию предприятия, которая воплощается в инновационных продуктах, процессах и услугах с новыми потребительскими свойствами, основой эффективной конкуренции. Именно совокупность знаний, навыков и опыта в сочетании с уникальными технологиями обеспечивают неповторимость предприятия в конкурентной среде.

Система создания и воспроизводства знаний существует по определенным законам: прежде всего она более активно функционирует в прикладной трансдисциплинарной среде, привлекая множество субъектов (предприятия, университеты, исследовательские лаборатории, технопарки, консалтинговые агентства и т. п.) в процессы генерации и передачи знаний.

Таким образом, для того, чтобы процесс управления знаниями был эффективным, необходимо постоянное сотрудничество субъектов сфер образования, науки и производства.

Основными задачами филиала кафедры «ТРiT» являются:

- обеспечение взаимодействия с профессиональной средой, поддержание сложившихся связей с ОАО «Витебскдрев»;

- обмен консультациями, опытом практической и научной деятельности между специалистами ОАО «Витебскдрев» и университетом;

- закрепление обучающихся за структурными подразделениями филиала, для которых осуществляется подготовка специалистов по их заявкам;

- координация учебной работы обучающихся при подготовке ими курсовых проектов (курсовых работ), дипломных работ, магистерских диссертаций, основанных на практическом опыте;

- закрепление на практике знаний, умений и навыков, полученных обучающимися в ходе образовательного процесса в университете,

вовлечение их в совместные исследования и научную деятельность;

- организация учебной и производственной практики обучающихся в случаях, предусмотренных законодательством;
- проведение совместных семинаров, конференций, круглых столов с привлечением обучающихся и работников университета из числа профессорско-преподавательского состава, работников ОАО «Витебскдрев»;
- подготовка публикаций научного и практического характера по результатам научно-исследовательской работы;
- совершенствование профессионализма, креативности, личностного роста профессорско-преподавательского состава университета;
- проведение мониторинга требований к специальным знаниям, социальным и личностным качествам специалиста, складывающихся на рынке труда, для формирования целей образовательного процесса в университете.

Совершенствование процесса «Практико-ориентированное обучение студентов ВГТУ на базе филиала выпускающей кафедры ТРИТ» является одной из актуальных задач кафедры. С этой целью предложен метод бенчмаркинга (этапы на рис. 1).

Шаги по улучшению процесса «Практико-ориентированное обучение студентов ВГТУ на базе филиала выпускающей кафедры ТРИТ» методом бенчмаркинга:

**1. Понимание и анализ процесса «Практико-ориентированное обучение студентов ВГТУ на базе филиала выпускающей кафедры ТРИТ».**

На данном этапе идентифицируются основные функции и задачи, этапы и работы, осуществляемые в процессе «Практико-ориентированное обучение студентов ВГТУ на базе филиала выпускающей кафедры ТРИТ», происходит отбор показателей для сравнения и составляются критерии для оценки. Например, к данной информации может относиться количество написанных дипломных работ, курсовых (проектов) работ (2–3 в год), количество работающих магистрантов и написанных магистерских работ, проведение научных исследований и работ.

**2. Идентификация и выбор УВО, осуществляющих процесс «Практико-ориентированное обучение студентов на базе филиала выпускающей кафедры».**

Проводится поиск УВО, которые осуществляют данный процесс. В Республике Беларусь такими являются БГАТУ, БНТУ, БГСХА и БГУИР. Рассмотрим на примере филиала кафедр в БНТУ.

**3. Сбор и анализ информации о процессе «Практико-ориентированное обучение студентов на базе филиала выпускающей кафедры» в БНТУ.**

Сбор информации о процессе и деятельности конкурентов-лидеров из разных источников. Анализ осуществляемой ими деятельности, процесса и его результатов и др. Проведение научных исследований и работ (в т. ч. патентование новых разработок и работ студентов, участие в выставках, в конкурсах,

способствование написанию курсовых (проектов) работ, дипломных и магистерских работ и т. д.

**4. Сравнение результатов процесса «Практико-ориентированное обучение студентов ВГТУ на базе филиала выпускающей кафедры ТРИТ» с результатами этого процесса в БНТУ и изучение их опыта.**

В сравнительном анализе участвуют специалисты различных сфер, используются различные методы. Происходит разбор инструментов и средств достижения высоких позиций конкурентов-лидеров УВО.



Рисунок 1 – Инфографика метода совершенствования процесса



**5. Выполнение конкурентного анализа.**

Подведение итогов сравнения, разработка предотвращающих и корректирующих действий, выявление преимуществ и недостатков, а также составляющих, в которых ВГТУ уступает БНТУ в осуществлении процесса «Практико-ориентированное обучение студентов на базе филиала выпускающей кафедры». ВГТУ уступает в таких показателях, как участие в конкурсах филиалов кафедр, участие в различных выставках, количество направляемых обучающихся на филиалы кафедр, количество самих филиалов кафедр в БНТУ, количество выпущенных научных работ и разработок и др..

**6. Улучшение.**

Введение качественных и (или) количественных изменений для достижения более высоких показателей деятельности. Ключевая задача этого этапа состоит в том, чтобы выбрать те элементы процесса, которые необходимо усовершенствовать и, используя перенятые методологии и инструменты, улучшить процесс «Практико-ориентированное обучение студентов ВГТУ на базе филиала выпускающей кафедры ТРИТ». Данное действие может требовать финансовых вливаний, привлечения специалистов или переподготовки своих сотрудников, освоения новых технологий, внедрения современных методик

управления и принятия решений. Для улучшения могут рассматриваться такие решения, как проведение и участие в различных конкурсах, организация и участие в выставках, увеличение количества мест для обучающихся на филиале кафедры, организация написания научных работ и методических указаний и многое другое.

Следует понимать, что бенчмаркинг никогда не является одноразовым анализом. Чтобы были отдача и повышение эффективности, необходимо сделать бенчмаркинг составной частью работы, регулярным процессом инноваций и усовершенствований в осуществлении процесса «Практико-ориентированное обучение студентов ВГТУ на базе филиала выпускающей кафедры ТРИТ».

Менеджмент процесса невозможен без установления и документирования требований к нему. Для осуществления менеджмента указанным процессом владельцем процесса авторами статьи разработаны паспорт и стандарт организации, включающий функциональную модель процесса.

Паспорт процесса – краткое описание процесса, содержащее основные его элементы, является частью документирования процесса. Паспорт процесса «Практико-ориентированное обучение на базе филиала кафедры ТРИТ» представлен в таблице 1.

**Таблица 1 – Паспорт процесса «Практико-ориентированное обучение на базе филиала кафедры ТРИТ»**

Наименование процесса	Практико-ориентированное обучение на базе филиала кафедры ТРИТ
1	2
Цель процесса	Обеспечение приобретения практических навыков и знаний по специальности, приобретение опыта работы, опыта документирования, осуществление научной работы
Владелец процесса	Генеральный директор ОАО «Витебскдрев», начальник аккредитованной лаборатории ОАО «Витебскдрев»
Исполнители	Преподаватели кафедры ТРИТ, персонал аккредитованной лаборатории на филиале
Документы, регламентирующие деятельность процесса	Постановление Министерства образования «Об утверждении типового положения о филиале кафедры», Устав ВГТУ, Положение о филиале кафедры ТРИТ, Кодекс об образовании, СБ ISO 9001-2015, План филиала кафедры ТРИТ, приказ ректора ВГТУ, план-график практик, учебный план
Вход процесса (предшествующий процесс, процедура)	Обучающиеся с теоретическими навыками, без опыта
Поставщик процесса	Заведующий кафедрой ТРИТ
Выход процесса (последующий процесс)	Подготовленные и оцененные обучающиеся, научные статьи, отчеты о НИР, рекомендации и предложения по совершенствованию деятельности, отчеты филиала, отчеты кафедры
Потребители	Обучающиеся кафедры ТРИТ, кафедра ТРИТ
Основные процедуры процесса	Организация работы филиала кафедры ТРИТ, проведение практико-ориентированного обучения, проведение анализа деятельности и совершенствование
Необходимые ресурсы	Квалифицированный персонал аккредитованной лаборатории на филиале, профессорско-преподавательский состав кафедры ТРИТ, оборудование лаборатории, производственная среда, инфраструктура филиала
Входные данные	Цели и задачи филиала и кафедры ТРИТ, требования профессиональных компетенций практической деятельности

## Окончание таблицы 1

1	2
Выходные данные	Научные статьи, отчеты о НИР, рекомендации и предложения по совершенствованию деятельности, отчеты филиала, отчеты кафедры
Виды записей процесса	План-проект филиала кафедры ТРИТ, курсовые работы (проекты), дипломные работы, магистерские диссертации, отчеты практико-ориентированного обучения (отчеты филиала, отчеты кафедры)
Результат процесса	Повышение практических навыков и знаний после прохождения практик и занятий на базе филиала кафедры ТРИТ, отчеты кафедры о проделанной работе на филиале, отчеты филиала о сотрудничестве с кафедрой ТРИТ, готовность студента к определенным действиям и операциям на основе имеющихся знаний, умений и навыков, сформирования у обучающихся профессиональные компетенции за счёт выполнения ими реальных практических задач
Критерии качества деятельности процесса	- Зачет, экзамен, защита курсовой, защита дипломной работы: 1-10; - Оценка результатов диссертации; - Степень новизны исследования; - Теоретическая значимость исследования; - Удовлетворенность обучающегося, прошедшего обучение; - Эффективность внесенных обучающимся предложений по совершенствованию его профессиональных навыков, повышению эффективности деятельности; - Удовлетворенность руководителя результативностью обучения; - Приобретение обучающимся необходимых знаний, навыков и качеств
Методы измерений и мониторинга	Прием защит отчетов о прохождении практик, защита отчетов о НИР, защита дипломных работ и курсовых (проектов) работ, аналитические методы, государственные экзамены, тестовые задания, анкетирование

IDEF0-нотация графического моделирования, используемая для создания функциональной модели, отображающей структуру и функции системы, а также потоки информации и материальных объектов, связывающих эти функции. Описание системы с помощью IDEF0 называется функциональной моделью. Функциональная модель предназначена для описания существующих бизнес-процессов, в котором используются как естественный, так и графический языки.

Методология IDEF0 предписывает построение иерархической системы диаграмм – единичных описаний фрагментов системы. Сначала проводится описание системы в целом и ее взаимодействия с окружающим миром (контекстная диаграмма), после чего проводится функциональная декомпозиция – система разбивается на подсистемы и каждая подсистема описывается отдельно (диаграммы декомпозиции). Затем каждая подсистема разбивается на более мелкие и так далее до достижения нужной степени подробности.

Контекстная диаграмма процесса «Осуществлять практико-ориентированное обучение на базе филиала кафедры ТРИТ» представлена на рисунке 2.

**Входом** процесса «Осуществлять практико-ориентированное обучение на базе филиала кафедры ТРИТ» являются:

- цели и задачи филиала и кафедры ТРИТ;
- обучающиеся с теоретическими навыками, без опыта (обучающиеся, выпускники, магистры);
- требования профессиональных компетенций практической деятельности.

**Выходом** процесса научных исследований являются:

- подготовленные и оцененные обучающиеся;
- научные статьи, отчеты о НИР;
- рекомендации и предложения по совершенствованию деятельности;
- отчеты филиала, отчеты кафедры.

В отчетах о работе кафедры и филиала кафедры отображаются результаты, полученные в процессе деятельности филиала кафедры ТРИТ и практико-ориентированного обучения на базе филиала.

**Управлением** процесса осуществления практико-ориентированного обучения на базе филиала кафедры ТРИТ являются:

- постановление Министерства образования «Об утверждении типового положения о филиале кафедры»;
- Устав ВГТУ;
- Кодекс об образовании;
- СТБ ISO 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования»;
- положение о филиале кафедры ТРИТ;
- приказ ректора ВГТУ;
- план-график практик;
- учебный план.

План представляет собой намеченную программу действий, которая включает все этапы работы с определением календарных сроков их выполнения. Он необходим для того, чтобы правильно организовать работу и придать ей более целеустремленный характер. Кроме того, он дисциплинирует, заставляет работать в определенном ритме.



**Рисунок 2 – Контекстная диаграмма процесса «Осуществлять практико-ориентированное обучение на базе филиала кафедры ТРИТ»**

**К ресурсам**, необходимым для осуществления процесса осуществления практико-ориентированного обучения на базе филиала кафедры ТРИТ, относятся:

- производственная среда.

Производственная (рабочая) среда включает в себя все, что окружает человека в процессе трудовой деятельности: техническое оснащение организации, особенности технологических процессов и производства, состояние зданий, строений, сооружений и инженерных коммуникаций, санитарно-гигиеническую и эстетическую обстановку, взаимоотношения в трудовом коллективе, уровень профессионального риска исходя из идентифицированных опасных и вредных производственных факторов и пр.;

- квалифицированный персонал аккредитованной лаборатории филиала (лаборанты, инженеры и техники, администрация (руководитель));
- инфраструктура филиала кафедры ТРИТ.

Инфраструктура – это комплекс взаимосвязанных обслуживающих структур или объектов, составляющих и обеспечивающих основу функционирования системы (аккредитованная лаборатория филиала кафедры, производственные помещения);

- оборудование лаборатории филиала (установки, приборы, инструменты);

- профессорско-преподавательский состав кафедры ТРИТ.

Декомпозиция «Осуществлять практико-ориентированное обучение на базе филиала кафедры ТРИТ» представлена на рисунке 3. Декомпозиция каждого последующего процесса представлена на рисунках 4–6.

Основными результатами функционирования филиала кафедры, взаимодействия преподавателей кафедры ТРИТ с сотрудниками ОАО «Витебскдрев» является формирование взаимных требований: к будущим специалистам в области качества; к содержанию учебных программ по учебным и производственным практикам, учебным дисциплинам специальности; к структуре, содержанию курсовых и дипломных работ; к профессиональному росту профессорско-преподавательского состава кафедры за счет постоянной актуализации проблем образовательной, научной и производственной сфер, обсуждения задач, направлений, возможностей повышения качества профессиональной подготовки с представителями практического профессионального сообщества.

Таким образом, взаимодействие университета с учреждениями – заказчиками кадров в формате филиала кафедры позволяет реализовать практико-ориентированный подход в профессиональной подготовке специалистов в области технического регулирования и метрологии.

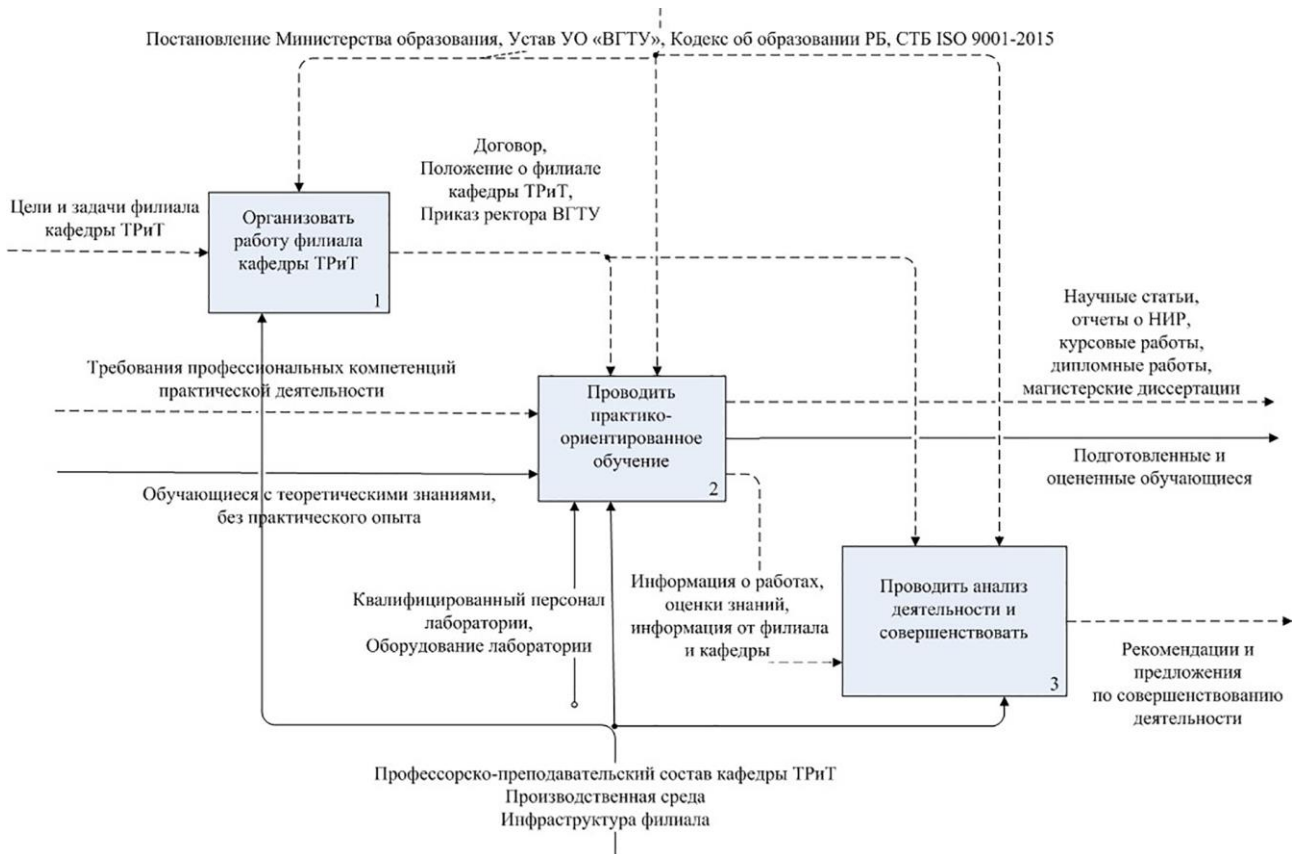


Рисунок 3 – Декомпозиция процесса «Осуществлять практико-ориентированное обучение на базе филиала кафедры ТРиТ»

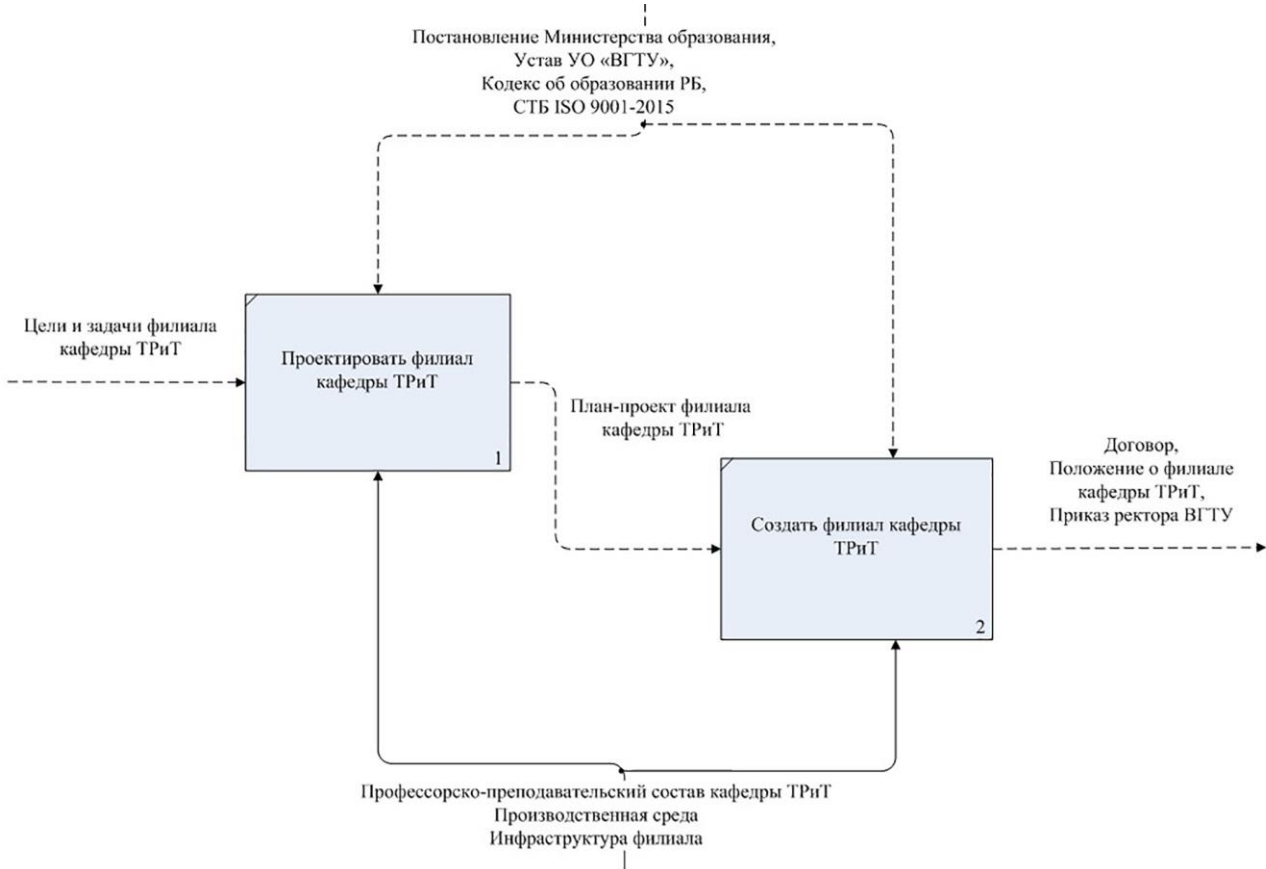


Рисунок 4 – Декомпозиция этапа «Организовать работу филиала кафедры ТРиТ»

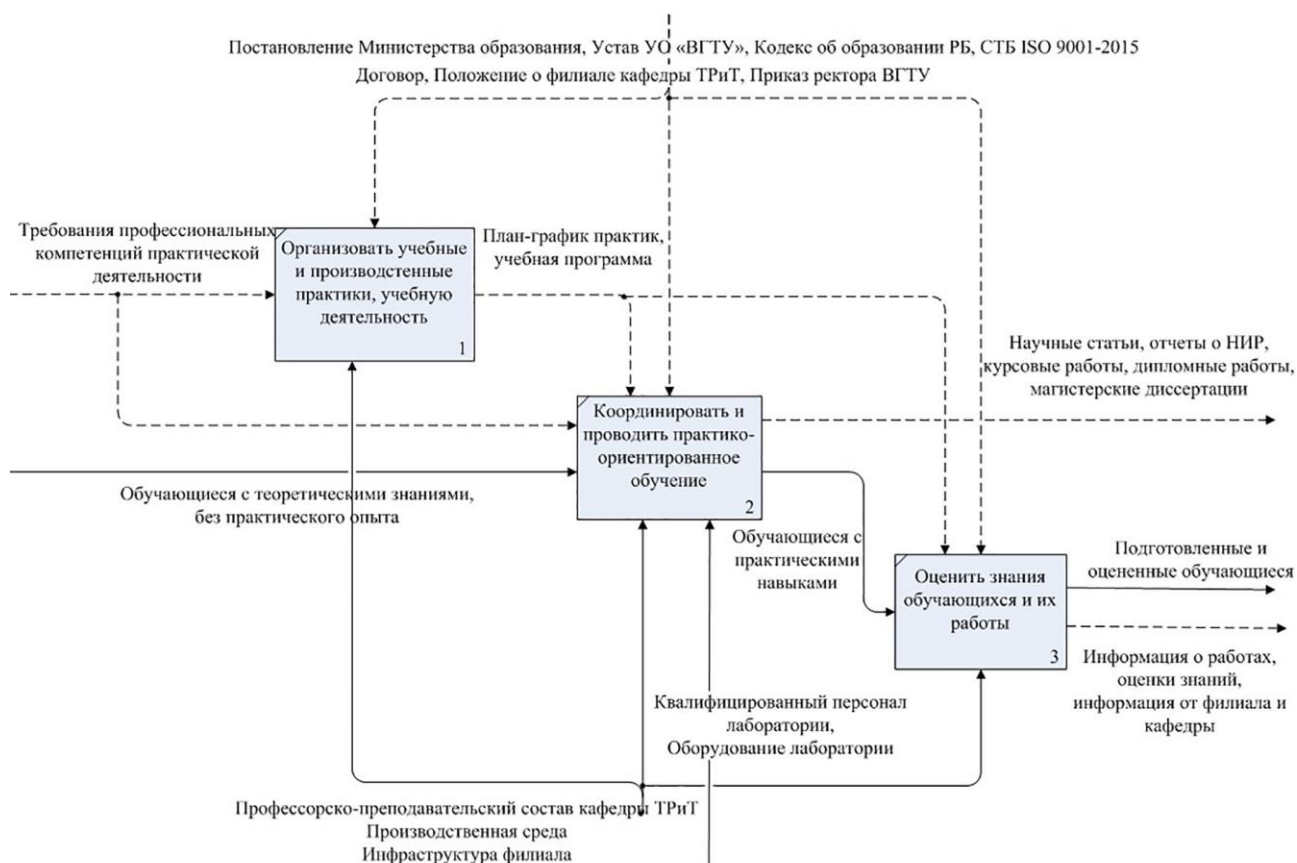


Рисунок 5 – Декомпозиция этапа «Проводить практико-ориентированное обучение»

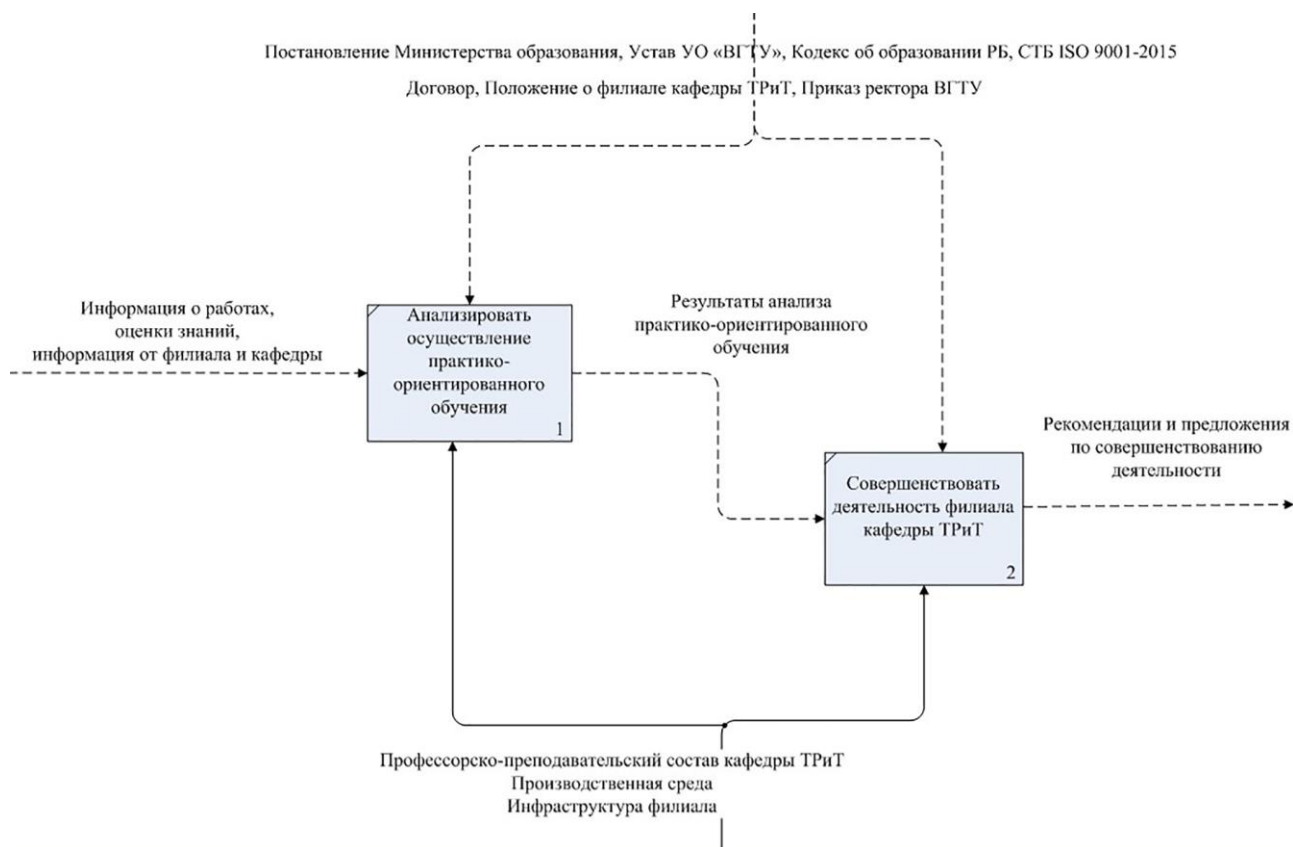


Рисунок 6 – Декомпозиция этапа «Проводить анализ деятельности и совершенствовать»

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об Утверждении типового положения о филиале, представительстве и ином обособленном подразделении учреждения образования Федерации [Электронный ресурс] : постановление Министерства образования Республики Беларусь, 26 июля 2011 г., № 168 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=W21224663>. – Дата доступа: 10.09.2022.
2. Положение О филиале кафедры «Техническое регулирование и товароведение» на базе открытого акционерного общества «Витебскдрев».
3. Инфографика как средство визуализации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://imc.dobryankaedu.ru/upload/versions/20660/39127/infog-rafika\\_kak\\_sredstvo\\_vizualizacii.pdf/](http://imc.dobryankaedu.ru/upload/versions/20660/39127/infog-rafika_kak_sredstvo_vizualizacii.pdf/). – Дата доступа: 17.04.2021.
4. Менеджмент системы и процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.asu.ru/files/documents/00002632.pdf/>. – Дата доступа: 30.04.2021.
5. Методология IDEF0 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://businessstudio.ru/>. – Дата доступа: 01.05.2021.
6. О техническом нормировании и стандартизации : Закон Респ. Беларусь от 5 января 2004 г. № 262-3 : с изм. и доп. от 5 января 2022 № 148-3 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=h10400262>. – Дата доступа: 15.09.2022.
7. Стандарты организации. Общие положения : ГОСТ 1.4–2004. – Взамен ГОСТ Р 1.4–93 ; введ. 01.07.2005. – М. : Стандартинформ, 2018. – 8 с.
8. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения : ГОСТ 1.5–2004. – Взамен ГОСТ Р 1.5–2002 ; введ. 01.07.2005. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2005. – 35 с.

## REFERENCES

1. On Approval of the standard provision on a branch, representative office and other separate subdivision of an educational institution of the Federation [Electronic resource] : Decree of the Ministry of Education of the Republic of Belarus, July 26, 2011, № 168 // National Legal Internet Portal of the Republic of Belarus. – Access mode: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=W21224663>. – Access date: 09/10/2022.
2. Regulations on the branch of the department "Technical regulation and commodity science" on the basis of the open joint-stock company "Vitebskdrev".
3. Infographics as a means of visualization [Electronic resource]. – Access mode: [http://imc.dobryankaedu.ru/upload/versions/20660/39127/infog-rafika\\_kak\\_sredstvo\\_vizualizacii.pdf/](http://imc.dobryankaedu.ru/upload/versions/20660/39127/infog-rafika_kak_sredstvo_vizualizacii.pdf/). – Access date: 04/17/2021.
4. Management of the system and processes [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.asu.ru/files/documents/00002632.pdf/>. – Access date: 04/30/2021.
5. Methodology IDEF0 [Electronic resource]. – Access mode: <http://businessstudio.ru/>. – Access date: 05/01/2021.
6. On technical regulation and standardization : Law Rep. Belarus dated January 5, 2004 № 262-Z : amended. and additional dated January 5, 2022 № 148-Z // National Legal Internet Portal of the Republic of Belarus. – Access mode: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=h10400262>. – Access date: 09/15/2022.
7. Standards of the organization. General provisions : GOST 1.4–2004. – Instead of GOST R 1.4–93 ; entered 01.07.2005. – М. : Standartinform, 2018. – 8 p.
8. National standards. Rules for construction, presentation, design and designation : GOST 1.5–2004. – Instead of GOST R 1.5–2002 ; entered 01.07.2005. – М. : IPK Standards Publishing House, 2005. – 35 p.

## SPISOK LITERATURY

1. Ob Utverzhdenii tipovogo polozhenija o filiale, predstavitel'stve i inom obosoblennom podrazdelenii uchrezhdenija obrazovanija Federacii [Jelektronnyj resurs] : postanovlenie Ministerstva obrazovanija Respubliki Belarus', 26 ijulja 2011 g., № 168 // Nacional'nyj pravovoj Internet-portal Respubliki Belarus'. – Rezhim dostupa: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=W21224663>. – Data dostupa: 10.09.2022.
2. Polozhenie O filiale kafedry «Tehnicheskoe regulirovanie i tovarovedenie» na baze otkrytogo akcionernogo obshhestva «Vitebskdrev».
3. Infografika kak sredstvo vizualizacii [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: [http://imc.dobryankaedu.ru/upload/versions/20660/39127/infog-rafika\\_kak\\_sredstvo\\_vizualizacii.pdf/](http://imc.dobryankaedu.ru/upload/versions/20660/39127/infog-rafika_kak_sredstvo_vizualizacii.pdf/). – Data dostupa: 17.04.2021.
4. Menedzhment sistemy i processov [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.asu.ru/files/documents/00002632.pdf/>. – Data dostupa: 30.04.2021.
5. Metodologija IDEF0 [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://businessstudio.ru/>. – Data dostupa: 01.05.2021.

6. О техничешком normirovanii i standartizacii : Zakon Resp. Belarus' ot 5 janvarja 2004 g. № 262-Z : s izm. i dop. ot 5 janvarja 2022 № 148-Z // Nacional'nyj pravovoj Internet-portal Respubliki Belarus'. – Rezhim dostupa: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=h10400262>. – Data dostupa: 15.09.2022.

7. Standarty organizacii. Obshhie polozenija : GOST 1.4–2004. – Vzamen GOST R 1.4–93 ; vved. 01.07.2005. – M. : Standartinform, 2018. – 8 s.

8. Standarty nacional'nye. Pravila postroenija, izlozhenija, oformlenija i oboznachenija : GOST 1.5–2004. – Vzamen GOST R 1.5–2002 ; vved. 01.07.2005. – M. : IPK Izdatel'stvo standartov, 2005. – 35 s.

Статья поступила в редакцию 16.05.2022

# Анализ требований к водопаропроницаемости композиционных текстильных материалов с мембранным слоем

Д.К. Панкевич<sup>а</sup>, Е.А. Шеремет, А.И. Князева  
Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь  
<sup>а</sup>E-mail: dashapan@mail.ru

**Аннотация.** Рассмотрены варианты методик, используемых для определения водопаропроницаемости композиционных текстильных материалов с мембранным слоем, и рекомендации по выбору базового значения коэффициента водопаропроницаемости. Показано, что для повышения точности оценки необходимо руководствоваться рекомендациями, которые получены в сопоставимых условиях, контролируемых величиной градиента парциальных давлений водяного пара по обе стороны исследуемого образца.

**Ключевые слова:** мембранные материалы, водопаропроницаемость, гравиметрический метод, условия испытаний, базовое значение, оценка.

## Analysis of Requirements for Water Permeability of Composite Textile Materials with a Membrane Layer

D. Pankevich<sup>a</sup>, E. Sheremet, A. Knyazeva  
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus  
<sup>a</sup>E-mail: dashapan@mail.ru

**Annotation.** The variants of the techniques used to determine the vapor permeability of composite textile materials with a membrane layer and recommendations for the choice of the base value of the vapor permeability coefficient are considered. It is shown that in order to increase the accuracy of the assessment it is necessary to be guided by recommendations, which are obtained under comparable conditions controlled by the value of the gradient of partial pressures of water vapor on both sides of the studied sample.

**Key words:** membrane materials, water vapor permeability, gravimetric method, test conditions, reference value, evaluation.

Водонепроницаемые материалы, обладающие способностью пропускать пары воды, стали неотъемлемой частью нашей повседневной жизни. Они находят широкое применение в легкой промышленности при производстве одежды. Водозащитными свойствами должны обладать следующие ассортиментные группы основных классов одежды: бытовая одежда (куртки, плащи, дождевики, штормовки); специальная одежда (куртки и плащи для защиты от воды, костюмы рыбаков, охотников); спортивная одежда (костюмы и куртки для занятий туризмом, рафтингом, каякингом, яхтенным спортом, альпинизмом, комбинезоны, костюмы для сплава) и т. п.

Большое значение для водозащитных материалов имеют свойства, обеспечивающие необходимую теплоизоляцию организма человека и определяющие его тепловое состояние [1]. Водопаропроницаемость является одним из таких свойств. Для водозащитных композиционных текстильных материалов (КТМ),

содержащих полимерный мембранный слой, показатель водопаропроницаемости нормируется наряду с показателями водонепроницаемости, поскольку он определяет уровень комфортности одежды из КТМ.

Водопаропроницаемость (water vapour permeability, WVP) – величина, определяемая как способность пропускать водяной пар выше нормативного уровня, сохраняя при этом высокую степень водонепроницаемости [2]. Определяется WVP гравиметрическим методом как отношение убыли массы воды, испарившейся за определенное время в контролируемых условиях через образец, к площади этого образца. Измеряют показатель WVP в г/м<sup>2</sup>/24 ч.

Количество пара, проходящего через КТМ различными путями в условиях относительно спокойного воздуха, зависит от пористости и сорбционной способности материала, обусловленных химической природой волокон текстильного слоя,



гигроскопическими свойствами и структурными характеристиками мембранного слоя [3]. Процесс переноса водяного пара из пространства под одеждой в окружающую среду нестабилен во времени. Кинетика его сложна и определяется множеством взаимозависимых факторов. Поэтому любая характеристика этого процесса непрерывно изменяется в зависимости от интенсивности физической активности человека в одежде и от погодных условий.

В общем случае водопаропроницаемость увеличивается с увеличением разности парциальных давлений водяного пара по обе стороны от материала. Парциальное давление водяного пара является одной из характеристик влажности воздуха и зависит от его температуры.

По данным литературных источников погодные условия (кроме температуры, которая является самым значимым фактором) по убыванию влияния на водопаропроницаемость одежды располагаются в следующем ряду: ветер, пониженная влажность наружного воздуха, дождь [4]. Очевидно, что с увеличением физической активности (повышением температуры и влажности пододежного пространства) водопаропроницаемость материала повышается вследствие увеличения градиента давлений водяного пара. Именно поэтому чаще всего водопаропроницаемость определяют в условиях, максимально приближенных к эксплуатационным, чтобы получить ориентировочное представление о том, сколько водяного пара в единицу времени через единицу площади способен транспортировать материал и сделать соответствующие выводы о соответствии материала назначению. Причем наблюдается чрезвычайное разнообразие методик и средств исследования показателей водопаропроницаемости [3], которые, по сути, являются реализациями гравиметрического метода при различных условиях. Эти методики основаны на том, что исследуемый образец является герметизирующей мембраной сосуда, содержащего воду или поглотитель влаги. Сосуд с образцом помещают на определенное время в контролируемые условия, чтобы создать разность концентрации водяных паров по обе стороны от исследуемого материала. Испытательную конструкцию взвешивают до и после проведения опыта, и на основании полученных результатов рассчитывают коэффициент водопаропроницаемости – абсолютный показатель количества водяных паров, проходящих через единицу площади материала за единицу времени. В зависимости от методики испытания проводятся с

перепадом температур по сторонам образца или без него; при неподвижном наружном воздухе или с заданной скоростью движения наружного воздуха [5].

Производители мембранных материалов используют различные методики определения коэффициента водопаропроницаемости для предоставления потребителям информации о способности материала выводить пары влаги из пододежного пространства. Обычно сведения о водопаропроницаемости КТМ позиционируются как один из показателей комфортности материала, а метод определения водопаропроницаемости выбирается по принципу представления наилучшего результата тестирования (и умалчивания о других результатах).

Для принятия решения о соответствии материала назначению величину водопаропроницаемости КТМ, установленную экспериментально, сравнивают с рекомендуемым (базовым) значением.

Проблема заключается в том, что выбор базового значения водопаропроницаемости при оценке соответствия КТМ назначению становится неочевидным, если методика его определения не конкретизирована.

Целью данной работы является анализ требований к водопаропроницаемости КТМ, измеренной по стандартным гравиметрическим методикам, для разработки рекомендаций по выбору базового значения показателя при оценке соответствия материалов предполагаемому назначению.

В таблицах 1 и 2 представлены нормы коэффициента водопаропроницаемости материалов для водонепроницаемой одежды, регламентируемые ГОСТ Р 57514-2017 [2] и целевое назначение материалов.

Условия проведения испытаний по ГОСТ 57514-2017 следующие: температура воды в испытательной конструкции (20±2) °С, влажность воздуха снаружи испытательной конструкции (65±5) %, скорость движения воздуха снаружи испытательной конструкции не более 0,1 м/с.

В качестве оценочного ориентира выбрали данные исследования Дж. Вильямса по суточной норме потоотделения, опубликованные в источнике [6] (табл. 3), и данные о рекомендуемых значениях коэффициента водопаропроницаемости, опубликованные на сайте компании-продавца одежды из мембранных материалов [7] и представленные в таблице 4. Рекомендации, представленные в таблице 4, приблизительно соответствуют показателям уровня потоотделения в таблице 3.

Таблица 1 – Минимально допустимый уровень водопаропроницаемости

Показатель, единицы измерения	Минимальное значение показателя согласно кодам идентификации				
	A	B	C	D	E
WVP, г/м <sup>2</sup> /24 ч	560	440	480	480	360

Таблица 2 – Коды идентификации

Код	Краткое описание назначения КТМ
А	Съемные изделия кратковременного использования в сочетании с рабочей одеждой и одеждой для активного отдыха
В	Верх и накладные детали одежды для продолжительной легкой активности
С	Верх одежды для продолжительной средней и высокой активности
Д	Верх рабочей одежды для продолжительной активности
Е	Верх рабочей одежды для продолжительной активности в тяжелых условиях

Таблица 3 – Показатели потоотделения человека при различной активности при температуре воздуха 23°C и относительной влажности воздуха 65 % [6]

Деятельность	Суточная норма потоотделения, г/м <sup>2</sup> /24 ч
Сон	450...2 280
Бодрствование сидя	3 750...3 800
Ходьба прогулочным шагом	7 550...7 600
Активная ходьба без рюкзака	11 480...11 500
Активная ходьба с легким рюкзаком	15 180...15 200
Активная ходьба с тяжелым рюкзаком	18 900...19 000
Восхождение в гору с тяжёлым рюкзаком	22 700...30 400
Максимальная скорость работы	38 300...45 600

Таблица 5 – Сравнительный анализ условий определения водопаропроницаемости [8]

Стандартный метод или условия	Сторона высокого давления		Сторона низкого давления		Градиент давлений пара, Па
	температура, °С	влажность воздуха, %	температура, °С	влажность воздуха, %	
ИСО 11092:1993	35	100	35	40	3093
ИСО 15496:2004	23	100	23	23	2168
ИСО 8096:2005	20	100	20	65	818
JIS L 1099(A1)	40	90	40	0	6638
Различные климатические условия и условия эксплуатации	37	100	6	100	5330
	37	100	0	0	5840
	35	100	35	0	5623
	20	100	20	0	2338
	5	100	5	0	872
	-5	100	-5	0	201

Из данных таблицы 5 видно, что градиент давлений существенно изменяется в зависимости от величин температуры и влажности, создаваемых по

Таблица 4 – Рекомендации компании-продавца одежды из КТМ [7]

Физическая активность	Рекомендуемое значение WVP, г/м <sup>2</sup> /24 ч
Высокая (бег по пересеченной местности, горный байкинг, альпинизм)	свыше 20 000
Средняя (скалолазание, спуск на лыжах)	свыше 10 000 до 20 000
Низкая (передвижение по городу)	от 5 000 до 10 000

Анализ данных таблиц 1, 2 и 3, 4 позволил сделать первоначальный вывод о том, что минимально допустимый стандартом уровень показателя заведомо не обеспечивает требуемую скорость транспортирования паров воды. Согласно данным Дж. Вильямса о потоотделении человека, минимальной нормы по ГОСТ Р 57514-2017 едва достаточно, чтобы обеспечить комфорт спящего человека. Кроме того, с возрастанием активности носчика снижается минимально допустимый стандартом уровень нормы, что, на первый взгляд, не соответствует логике, данным о потоотделении человека (которое, естественно, увеличивается с увеличением активности) и рекомендациям компании-продавца одежды из КТМ.

Для того, чтобы глубже понять проблему оценки уровня показателя водопаропроницаемости КТМ, необходимо проанализировать условия испытаний, моделируемые различными методиками исследования водопаропроницаемости.

В источнике [8] опубликован анализ условий определения водопаропроницаемости (табл. 5).

разные стороны материала. Так, при условиях, сопоставимых с условиями методики определения водопаропроницаемости по ГОСТ Р 57514-2017

(в таблице 4 это условия испытаний по ИСО 8096:2005), градиент давлений водяного пара составляет 818 Па. А ближе всего к условиям эксперимента Дж. Вильямса условия по ИСО 11092:1993, при которых градиент давлений водяного пара составляет 3093 Па, что почти в 4 раза больше. Следовательно, сравнение норм ГОСТ Р 57514-2017 и данных эксперимента Дж. Вильямса некорректно и лишено логического смысла.

Приборная база для определения коэффициента водопаропроницаемости текстильных материалов гравиметрическим методом представлена различными

по конструкции средствами. Результаты, полученные с помощью различных стандартных методик и средств исследования, реализующих гравиметрический метод, отражены в источнике [9]. Схемы опытов представлены на рисунке 1.

В таблице 6 представлены результаты исследования КТМ, обладающих наивысшими значениями коэффициента водопаропроницаемости. Эти материалы принадлежат к структурному типу двухслойных КТМ с гидрофобной пористой мембраной и получены наносным и переносным способами (microporous coatings/laminate).

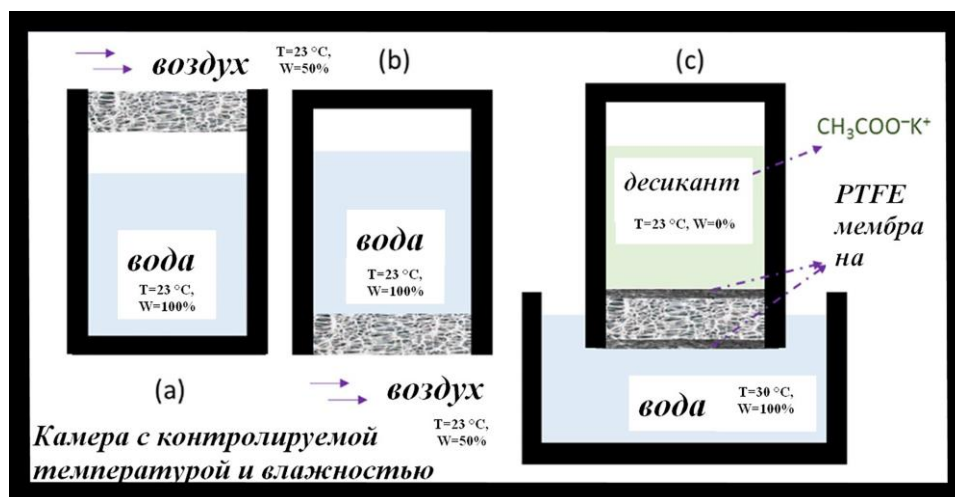


Рисунок 1 – Схемы испытательных конструкций для определения водопаропроницаемости КТМ по стандартным гравиметрическим методикам: а – методика ASTM E 96B; б – методика ASTM E 96BW; в – методика JIS L 1099 B1

Таблица 6 – Значения WVP, г/м2/24 ч [9]

Обозначение стандарта	ASTM E 96 B (a)	ASTM E 96 BW(b)	JIS L 1099B1(c)
Entrant G2–XT	926,0	5084,8	21272,8
eVent (Nylon fabric)	984,8	7265,6	27825,6
eVent (Polyester fabric)	942,8	6201,6	20716,0
Helly-Tech® Extreme	785,2	3056,8	6696,0
Omni-Tech Dry 5	913,6	5317,2	16728,8
Proof Ace (type M)	690,8	3012,8	6050,4
Triple Point Ceramic	776,8	2972,0	5305,6

Анализ данных, представленных в таблице 6, показывает, что многовариантность конструктивных решений приборной базы и моделируемых условий испытаний приводит к существенным различиям в значениях результатов испытаний.

Методики ASTM E 96B (a) и ASTM E 96BW (b) различаются только положением испытательной чаши (вертикально стоящая и перевернутая соответственно) и наличием либо отсутствием контакта воды с образцом. При этом результаты исследования одного и того же образца КТМ отличаются на порядок. Для методики JIS L 1099 B1 (c) наблюдаем еще больший скачок величины

показателя, в ней условия испытаний таковы, что обеспечивается значительный градиент температур и используется иной способ определения убыли воды из испытательной чаши и иная испытательная конструкция. Образец материала контактирует с политетрафторэтиленовой мембраной, с изнаночной стороны отделяющей его от воды, а с лицевой – от раствора ацетата калия (поглотитель влаги). Считается, что политетрафторэтиленовая мембрана не препятствует прохождению паров воды, являясь при этом непроницаемой для капельножидкой влаги. Хотя физическая сущность всех трех проанализированных методик одина.

Для повышения точности оценки уровня водопаропроницаемости КТМ важно соотносить условия испытаний, моделируемые методом, с реальными условиями эксплуатации материала, чтобы выбрать метод испытания и адекватно оценить известное значение показателя. А при выборе базового значения показателя использовать рекомендации, в которых значение водопаропроницаемости получены аналогичным способом либо могут быть сопоставимы исходя из анализа условий испытаний.

Например, в стандарте ГОСТ Р 57514-2017, с которого был начат анализ величины показателя водопаропроницаемости, условия испытаний сопоставимы с условиями методики ASTM E 96В (рис. 1 а): температура воды в испытательной конструкции  $(20\pm 2)$  °С и 23 °С, влажность воздуха снаружи испытательной конструкции  $(65\pm 5)$  % и 65 %, скорость движения воздуха снаружи испытательной конструкции не более 0,1 м/с и 2,5 м/с. Сравнивая данные соответствующего столбца таблицы 6 и нормы минимально допустимого уровня коэффициента водопаропроницаемости по ГОСТ Р 57514-2017 (табл. 1), приходим к выводу, что такое сравнение в принципе возможно – порядок цифр одинаков, а наилучший результат в два раза превышает норму, что не противоречит логике.

То же можно сказать о сравнении данных о суточном потоотделении (табл. 3) и значений показателя водопаропроницаемости лучших образцов КТМ, измеренного по методике JIS L 1099 В1 (рис. 1 с). Заметно, что некоторые материалы способны полностью обеспечить комфорт носчика при активной ходьбе с тяжелым рюкзаком. Требуемый и измеренный уровень показателя сопоставимы, поскольку показатели определены в похожих условиях. При измерении потоотделения обеспечивается подобный методике JIS L 1099 В1 градиент температур: средневзвешенная температура кожи находится в пределах 31,0–34,5°С [1], а температура окружающего воздуха при измерении потоотделения составила 23 °С, следовательно, градиент температур при измерении потоотделения составил порядка 10 °С, а по методике JIS L 1099 В1 – 7 °С. Заметно, что значения коэффициента водопаропроницаемости, полученные по методике ASTM E 96 ВВ (b), не «укладываются» ни в нормы ГОСТ Р 57514-2017, ни в данные о потоотделении человека, ни в рекомендации, представленные в таблице 4. При получении этих результатов между водой, моделирующей нагретое человеческое тело, и поверхностью образца отсутствует какая-либо (полимерная или воздушная) прослойка и вода непосредственно контактирует с изнаночной стороной

образца. Получается, что в качестве базового значения для оценки результатов, полученных по методике ASTM E 96 ВВ (b), необходимы другие данные, полученные в подобных условиях, которыми оценивающий может и не располагать.

В результате анализа требований к значению показателя коэффициента водопаропроницаемости КТМ можно сделать вывод, что согласно ГОСТ Р 57514-2017 минимально допустимое его значение для КТМ, используемых в одежде при высокой физической активности носчика, составляет 360 г/м<sup>2</sup>/24 ч, компании-продавцы одежды из КТМ предлагают ориентироваться на уровень не ниже 20 000 г/м<sup>2</sup>/24 ч, а научные исследования показывают, что потоотделение человека при таком уровне физической активности составляет порядка 40 000 г/м<sup>2</sup>/24 ч. Такой разброс рекомендуемых значений обусловлен различиями в методиках и средствах реализации гравиметрического метода определения водопаропроницаемости, что приводит к получению существенно разных результатов для одного и того же образца КТМ. Поэтому интерпретация результатов испытаний зависит от используемой методики.

Таким образом, при оценке соответствия КТМ предполагаемому назначению выбор базового значения показателя водопаропроницаемости должен основываться на следующих рекомендациях:

- стандартное нормативное значение показателя можно использовать в качестве базового значения только при полном соответствии методики испытания рекомендациям стандарта;
- если выбор базового значения основывается на экспериментальных данных о значениях водопаропроницаемости лучших образцов КТМ, предоставленных в открытом доступе, необходимо убедиться в том, что выбранная для исследования водопаропроницаемости методика соответствует методике испытаний, при которой получено базовое значение, иначе оценка будет неадекватной;
- в связи с многовариантностью применяемых методик, при выборе базового значения коэффициента водопаропроницаемости необходимо руководствоваться рекомендациями, которые получены при сопоставимых условиях, контролируемых величиной градиента парциальных давлений водяного пара по обе стороны от исследуемого образца. Для этого нужно сопоставить условия испытаний и убедиться в том, что разность значений температуры и разность значений влажности воздуха под и над образцом сопоставимы, а в идеале одинаковы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние факторов окружающей среды на материалы легкой промышленности : монография / А. П. Жихарев [и др.] ; М-во образ. и науки РФ, Казан. технол. ун-т. – Казань : КГТУ, 2011. – 232 с.
2. Ткани с резиновым или полимерным покрытием для водонепроницаемой одежды. Технические условия : ГОСТ Р 57514–2017. – Введ. 2018.04.01. – М. : ФГУП «Стандартинформ», 2017. – 24 с.

3. Буркин, А. Н. Гигиенические свойства мембранных текстильных материалов : монография / А. Н. Буркин, Д. К. Панкевич ; под общ. ред. А. Н. Буркина. – Витебск : УО «ВГТУ», 2020. – 190 с.
4. Holmes, D. A. Waterproof breathable fabrics / D. A. Holmes. – England ; Cambridge : The Textile Institute, 2000. – 576 p.
5. Williams, J. T. Waterproof and Water Repellent Textiles and Clothing / J. T. Williams. – Elsevier : Wood head Publishing Ltd, 2018. – 590 p.
6. Светлов, Ю. В. Термовлажностные процессы в материалах и изделиях легкой промышленности : учеб. пособие для ВУЗов / Ю. В. Светлов. – М. : Академия, 2003. – 384 с.
7. Разумно о мембранах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://baskcompany.ru/info/stati/membrani-i-tkani/membrane2.html/>. – Дата доступа: 30.08.2022.
8. Smith, W. Smart Textile Coatings and Laminates / William Smith. – Elsevier : Wood head Publishing Ltd, 2010. – 320 p.
9. Tehrani-Bagha, A. R. Waterproof breathable layers – A review / A. R. Tehrani-Bagha // Advances in Colloid and Interface Science. – 2019. – Vol. 268. – P. 114–135.

#### REFERENCES

1. Influence of environmental factors on light industry materials : monograph / A.P. Zhikharev [et al.] ; M-in the image. and sciences of the Russian Federation, Kazan. technol. un-t. – Kazan : KSTU, 2011. – 232 p.
2. Rubber or polymer coated fabrics for waterproof clothing. Specifications : GOST R 57514–2017. – Input. 2018.04.01. – М. : FSUE "Standartinform", 2017. – 24 p.
3. Burkin, A. N. Hygienic properties of membrane textile materials : monograph / A. N. Burkin, D. K. Pankevich ; under total ed. A. N. Burkina. – Vitebsk : EE "VGTU", 2020. – 190 p.
4. Holmes, D. A. Waterproof breathable fabrics / D. A. Holmes. – England ; Cambridge : The Textile Institute, 2000. – 576 p.
5. Williams, J. T. Waterproof and Water Repellent Textiles and Clothing / J. T. Williams. – Elsevier : Wood head Publishing Ltd, 2018. – 590 p.
6. Svetlov, Yu. V. Thermomoiature processes in materials and products of light industry : textbook allowance for universities / Yu. V. Svetlov. – М. : Academy, 2003. – 384 p.
7. Reasonably about membranes [Electronic resource]. – Access mode: <https://baskcompany.ru/info/stati/membrani-i-tkani/membrane2.html/>. – Access date: 08/30/2022.
8. Smith, W. Smart Textile Coatings and Laminates / William Smith. – Elsevier : Wood head Publishing Ltd, 2010. – 320 p.
9. Tehrani-Bagha, A. R. Waterproof breathable layers – A review / A. R. Tehrani-Bagha // Advances in Colloid and Interface Science. – 2019. – Vol. 268. – P. 114–135.

#### SPISOK LITERATURY

1. Vlijanie faktorov okruzhajushhej sredy na materialy legkoj promyshlennosti : monografija / A. P. Zhiharev [i dr.] ; M-vo obraz. i nauki RF , Kazan. tehnol. un-t. – Kazan' : KGTU, 2011. – 232 s.
2. Tkani s rezinovym ili polimernym pokrytiem dlja vodonepronicaemoj odezhdy. Tehnicheskie uslovija : GOST R 57514–2017. – Vved. 2018.04.01. – М. : FGUP «Standartinform», 2017. – 24 s.
3. Burkin, A. N. Gigienicheskie svojstva membrannyh tekstil'nyh materialov : monografija / A. N. Burkin, D. K. Pankevich ; pod obshh. red. A. N. Burkina. – Vitebsk : UO «VGTU», 2020. – 190 s.
4. Holmes, D. A. Waterproof breathable fabrics / D. A. Holmes. – England ; Cambridge : The Textile Institute, 2000. – 576 p.
5. Williams, J. T. Waterproof and Water Repellent Textiles and Clothing / J. T. Williams. – Elsevier : Wood head Publishing Ltd, 2018. – 590 p.
6. Svetlov, Ju. V. Termovlazhnostnye processy v materialah i izdelijah legkoj promyshlennosti : ucheb. posobie dlja VUZov / Ju. V. Svetlov. – М. : Akademija, 2003. – 384 s.
7. Razumno o membranah [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://baskcompany.ru/info/stati/membrani-i-tkani/membrane2.html/>. – Data dostupa: 30.08.2022.
8. Smith, W. Smart Textile Coatings and Laminates / William Smith. – Elsevier : Wood head Publishing Ltd, 2010. – 320 p.
9. Tehrani-Bagha, A. R. Waterproof breathable layers – A review / A. R. Tehrani-Bagha // Advances in Colloid and Interface Science. – 2019. – Vol. 268. – P. 114–135.

Статья поступила в редакцию 30.06.2022

## Релаксационные свойства тисненых искусственных кож для верха обуви

А.Е. Даниленко<sup>а</sup>, С.Л. Фурашова<sup>б</sup>

Витебский Государственный технологический университет, Республика Беларусь

E-mail: <sup>а</sup>ndan\_e0801@mail.ru, <sup>б</sup>slt1966@mail.ru

**Аннотация.** Проведены исследования релаксационных свойств искусственных кож, применяемых для производства заготовки верха обуви. Показано влияние различных видов тиснения лицевой поверхности искусственных кож на показатели релаксации, формуемости и формоустойчивости.

**Ключевые слова:** искусственные кожи для верха обуви, тиснение, показатели релаксации, формуемость, формоустойчивость.

## Relaxation Properties of Embossed Artificial Leather for the Top of Shoes

A. Danilenko<sup>a</sup>, S. Furashova<sup>b</sup>

Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus

E-mail: <sup>a</sup>ndan\_e0801@mail.ru, <sup>b</sup>slt1966@mail.ru

**Annotation.** Studies of the relaxation properties of artificial leathers used for the production of shoe top blanks have been carried out. The influence of various types of embossing of the facial surface of artificial skins on the indicators of relaxation, formability and form resistance is shown.

**Key words:** artificial leather for the top of shoes, embossing, relaxation indicators, formability, form resistance.

В настоящее время при производстве обуви применяется широкий ассортимент материалов как натурального, так и искусственного происхождения.

Искусственные кожи для верха обуви имеют ряд преимуществ:

- однородность свойств и возможность многослойного раскроя;

- повышенную прочность полимерных покрытий, что позволяет использовать тепловой или высокочастотный нагрев, тиснить, сваривать или формовать детали с высокой производительностью при хорошем качестве;

- возможность значительного расширения ассортимента обуви за счет выпуска искусственных кож различной цветовой гаммы и разнообразных фактур.

Основными недостатками искусственных кож по сравнению с натуральными кожами являются:

- низкие гигиенические свойства, такие как воздухо- и паропроницаемость, пароемкость, гигроскопичность и влагоотдача;

- низкие теплозащитные свойства искусственных кож и недостаточная устойчивость к многократному изгибу при низких температурах, что не позволяет эксплуатировать многие виды искусственных кож при температуре ниже -5 °С;

- преждевременное разрушение искусственных кож под влиянием обильного потовыделения;

- неудовлетворительные формовочные свойства, формоустойчивость и приформовываемость обуви к стопе.

Наиболее широкое применение искусственные кожи нашли при производстве летней обуви, так как в этом случае период носки исключает воздействие на материал низких температур.

Гигиенические свойства летней обуви из искусственных кож повышаются за счет открытости конструкций и использования в качестве подкладки натуральных кож. Современные способы обработки лицевой поверхности деталей верха обуви, такие как тиснение и перфорирование, также улучшают микроклимат внутриобувного пространства.

Для обработки деталей верха обуви методом тиснения используют специальные прессы с металлическими матрицами, имеющими различный рисунок со стороны рабочей поверхности. Регулируемое давление прессы позволяет достичь необходимой рельефности наносимого узора на лицевую поверхность деталей верха обуви от незначительного тиснения до сквозного перфорирования. Такой способ обработки улучшает гигиенические и эстетические свойства обуви, но при этом значительно изменяется структура и

свойства обрабатываемых материалов. В работах показано влияние различных видов тиснения на физико-механические и упруго-пластические свойства искусственных кож, применяемых для заготовки верха обуви [1, 2].

Целью данной работы является оценка влияния различных видов тиснения на показатели релаксационных свойств искусственных материалов для верха обуви при одноосном растяжении.

Релаксационные процессы, возникающие в структуре материала при растяжении, оказывают большое влияние на формуемость материала при затяжке заготовки верха обуви и формоустойчивость обуви в процессе носке.

Показатель формуемости характеризуют нагрузкой, необходимой для растяжения образца на заданную величину, а формоустойчивость оценивают величиной неотрелаксированных напряжений, оставшихся в образце после выдержки его под нагрузкой в течение определенного промежутка времени. Большие величины нагрузки и неотрелаксированных напряжений ведут к усадке материала и потере заданной формы обуви после снятия ее с колодки.

В большей степени соответствует процессу формования заготовки верха обуви на колодке метод, основанный на длительном поддержании постоянной деформации в образце и определении происходящих при этом изменений усилий в структуре материала. Образец подвергается быстрому растяжению до некоторой заданной длины, которая сохраняется постоянной во время наблюдения. После

разгрузки, в период отдыха образца, регистрируемой величиной является деформация, характеризующая формоустойчивость материала.

Для проведения исследований были отобраны несколько видов материалов, применяемых для производства обуви: натуральная кожа арт. «VulcanoVul-2» и искусственные кожи артикулов: «Нубук», «Марсель» и «Лак M1614». Искусственные кожи имеют в структуре нетканую основу, состоящую из смеси кожевенных и синтетических волокон, вспененный полимерный слой и полиуретановое покрывное покрытие.

Учитывая, что материалы, отобранные для исследования, характеризуются значительной анизотропией свойств, раскрой образцов искусственной кожи производился в двух направлениях:

- 1) вдоль рулона и поперек рулона, натуральной кожи;
  - 2) вдоль и поперек хребтовой линии.
- Использовались образцы прямоугольной формы размерами 200×40 мм с рабочей частью 150×40 мм.

Выкроенные образцы подвергались тиснению лицевой поверхности с различным рисунком и глубиной воздействия на прессе марки «Ileri Deri». Использовались следующие схемы тиснения: отверстия в форме кругов, с диаметром 0,5 мм; треугольники с длиной стороны 2 мм и с частичным прорубанием материала и поверхностное тиснение под рептилию (рис. 1).

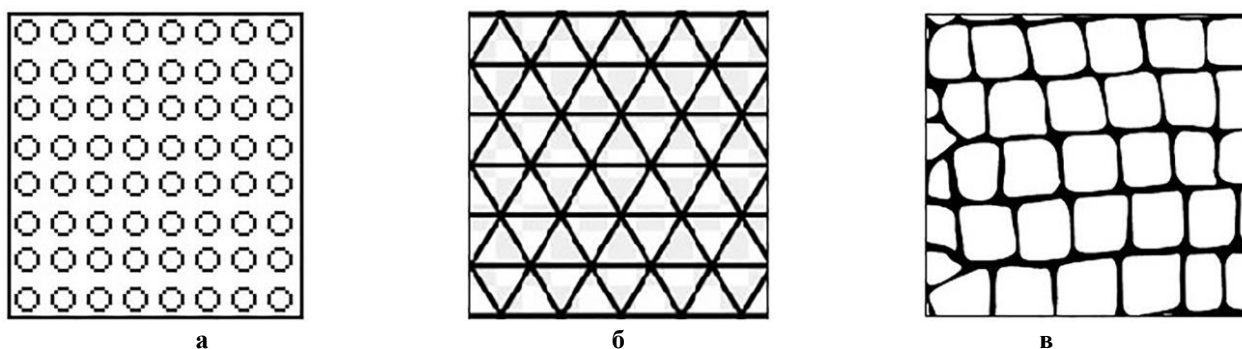


Рисунок 1 – Схемы тиснения: а) круг; б) треугольник; в) рептилия

Метод исследования релаксационных свойств материалов при одноосном растяжении заключался в деформировании образца на разрывной машине «FRANK» на 15 %, его выдержке в течение 1 часа в деформируемом состоянии и в определении с использованием автоматизированного комплекса изменения усилий в испытуемом образце [3]. Скорость растяжения исследуемых образцов составляла 100 мм/мин.

С использованием полученных кривых релаксации регистрировались такие показатели, как усилие в начале процесса релаксации ( $P_0$ ) и усилие через один час после начала процесса релаксации ( $P_2$ ) (рис. 2).

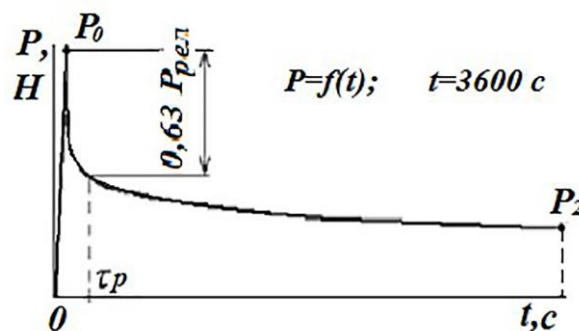


Рисунок 2 – Кривые релаксации

С использованием этих величин были рассчитаны основные показатели, характеризующие процесс релаксации:

- релаксируемое усилие ( $P_{рел}$ ), Н:

$$P_{рел} = P_0 - P_2,$$

где  $P_0$  – усилие в начале процесса релаксации, Н;  $P_2$  – усилие через один час после начала процесса релаксации, Н;

- общая доля релаксации усилия ( $\delta P_{общ}$ ), %:

$$\delta P_{общ} = \frac{P_0 - P_2}{P_0} \cdot 100,$$

- время (период) релаксации ( $\tau_p$ ), с, определяется при  $0,63 P_{рел}$ .

Исследовались группы образцов: одиночные материалы без обработки (-), с тиснением в виде круга (○), в виде треугольника (Δ), и в виде рептилии (◇).

Полученные показатели релаксации материалов верха представлены в таблице.

Таблица 1 – Показатели релаксационных характеристик материалов

Наименование материала	Группа образцов	Показатели					
		$P_0$ , Н		$\delta P_{общ}$ , %		$\tau_p$ , с	
		вд.	поп.	вд.	поп.	вд.	поп.
Натуральная кожа арт. «VulcanoVul-2»	-	345,9	286,1	26,1	30,6	66	64
	Δ	145,1	72,9	29,1	34,8	79	84
	○	219,8	99,2	28,6	32,4	65	78
	◇	292,9	249,1	27,6	26,9	58	91
ИК арт. «Нубук»	-	186,5	44,5	42,9	64,7	57	50
	Δ	136,2	29,9	50,9	65,7	49	39
	○	156,9	31,9	47,0	55,2	37	32
	◇	177,3	32,2	47,7	66,5	44	39
ИК арт. «Марсель»	-	171,1	39,2	33,9	38,9	74	40
	Δ	164,3	35,7	46,3	52,9	49	29
	○	167,8	32,0	44,1	48,8	42	33
	◇	168,6	34,4	43,9	48,6	35	41
ИК арт. «Лак М1614»	-	226,7	62,3	42,2	44,3	40	32
	Δ	105,6	31,0	40,8	42,2	37	21
	○	119,2	50,8	35,8	39,8	29	29
	◇	193,3	53,3	35,4	42,7	35	32

Как показывают данные таблицы, показатель начального усилия ( $P_0$ ) для образцов материалов без обработки находится в широких пределах от 39 Н до 346 Н. Искусственные кожи деформируются с меньшим усилием, чем натуральная кожа. Для всех исследуемых материалов величина усилия в продольном направлении значительно превышает по величине усилие в поперечном направлении. В искусственных кожах наблюдается большая анизотропия свойств, по сравнению с натуральной кожей.

Тиснение материалов снижает нагрузку при растяжении, величина падения усилия зависит от вида обработки и материала. Наибольшее снижение нагрузки наблюдается в образцах натуральной кожи, а наименьшее – в образцах искусственных кож арт. «Марсель» и «Нубук». Схема тиснения в виде треугольника снижает нагрузку наиболее значительно, что можно связать с существенным повреждением структуры материала. Тиснение в виде рептилии практически не повреждает материал и, как следствие, вызывает незначительное снижение нагрузки.

Показатель общей доли релаксации ( $\delta P_{общ}$ ) необработанных образцов материалов находится в интервале от 26 % до 65 %. Можно отметить, что у всех материалов релаксационные свойства проявляются в лучшей степени в поперечном направлении. Для натуральных кож значение показателя общей доли релаксации ниже, чем в искусственных кожах, что говорит о проявлении упругих свойств искусственных кож.

Сравнительная характеристика материалов показала, что наибольшее значение показателя общей доли релаксации наблюдается в ИК «Нубук» и в лаковой коже, но в ИК «Нубук» наблюдается большая анизотропия анализируемого показателя.

Тиснение лицевой поверхности материалов в основном улучшает релаксационные процессы, происходит увеличение показателя общей доли релаксации от 1 % до 14 %. Наибольшее увеличение показателя происходит в тисненых образцах искусственных кож артикулов «Нубук» и «Марсель». В образцах лаковой искусственной кожи значение показателя незначительно снижается.



Кроме этого, можно отметить, что величина показателя общей доли релаксации зависит от вида тиснения. Тиснение в виде треугольника в большей степени повышает релаксационную способность материалов.

Показатель времени релаксации характеризует скорость протекания релаксационных процессов. Значение показателя в необработанных материалах находится в интервале от 32 с до 74 с. Скорость протекания релаксационных процессов выше в образцах, выкроенных в продольном направлении.

В образцах натуральной кожи тиснение незначительно влияет на показатель времени релаксации. Обработка образцов искусственной кожи тиснением ускоряет релаксационные процессы, протекающие в структуре материала.

Формоустойчивость образцов оценивали величиной остаточных деформаций, замеренных после снятия деформирующего усилия и через различные промежутки времени: через 30 минут, 1 час, 1 сутки и 7 суток.

Расчет относительных деформаций осуществлялся по формуле:

$$\varepsilon = \frac{(l_1 - l)}{l} \times 100 ,$$

где  $l_1$  – рабочая длина образца после снятия деформирующего усилия и через различные промежутки времени, мм;  $l$  – исходная рабочая длина образца, мм.

Анализ данных показал, что значения остаточных деформаций колеблются от 0 % до 3 %. Максимальное значение остаточных деформаций по истечению 7 суток наблюдается в образцах натуральной кожи и искусственной кожи арт. «Нубук». Самой низкой формоустойчивостью обладают образцы лаковой искусственной кожи без тиснения. Во всех исследуемых материалах тиснение образцов повышает величину остаточной деформации. Наибольшее увеличение показателя наблюдается при тиснении отверстий в виде круга.

Таким образом, исследования показали, что искусственные кожи данных артикулов можно рекомендовать для изготовления обуви, так как релаксационные свойства этих материалов соизмеримы со свойствами натуральной кожи.

Обработка лицевой поверхности искусственных кож методом тиснения улучшает формуемость материалов. Подбор вида тиснения и глубины обработки позволяет достичь необходимой величины усилия при формовании. Кроме этого, такой способ обработки искусственных кож повышает релаксационную способность материалов и показатель формоустойчивости, так как происходит снижение величины неотрелаксированных усилий и рост остаточных удлинений. Значение показателей общей доли релаксации и остаточных удлинений зависит от вида тиснения и обрабатываемого материала.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физико-механические и упруго-пластические свойства перфорированных искусственных кож / В. П. Ставицкий [и др.] // Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности : сборник научных статей / УО «ВГТУ». – Витебск, 2018. – С. 208–211.
2. Фурашова, С. Л. Гигиенические свойства перфорированных искусственных кож для верха обуви / С. Л. Фурашова, Ю. В. Милушкова // Техническое регулирование: базовая основа качества материалов, товаров и услуг : сборник научных трудов / Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты Ростовской области. – Новочеркасск : Лик, 2019. – С. 257–260.
3. Автоматизированный комплекс для оценки механических свойств материалов / В. Е. Горбачик [и др.] // Вестник учреждения образования «Витебский государственный технологический университет». – 2006. – Вып. 11. – С. 5–8.

### REFERENCES

1. Physico-mechanical and elastic-plastic properties of perforated artificial leather / V. P. Stavitsky [et al.] // Innovative technologies in the textile and light industry : collection of scientific articles / UO "VGTU". – Vitebsk, 2018. – P. 208–211.
2. Furashova, S. L. Hygienic properties of perforated artificial leather for shoe uppers / S. L. Furashova, Yu. V. Milyushkova // Technical regulation: the basic basis for the quality of materials, goods and services : a collection of scientific papers / Institute of Service and Entrepreneurship (branch) DSTU in Shakhty, Rostov Region . – Novocherkassk : Lik, 2019. – P. 257–260.
3. Automated complex for assessing the mechanical properties of materials / V. E. Gorbachik [et al.] // Bulletin of the educational institution "Vitebsk State Technological University". – 2006. – Issue. 11. – P. 5–8.

**SPISOK LITERATURY**

1. Fiziko-mehaničeskie i uprugoplastičeskie svojstva perforirovannyh iskusstvennyh kozh / V. P. Stavickij [i dr.] // Innovacionnye tehnologii v tekstil'noj i legkoj promyšlennosti : sbornik nauchnyh statej / UO "VGTU. – Vitebsk, 2018. – S. 208–211.
2. Furashova, S. L. Gigieničeskie svojstva perforirovannyh iskusstvennyh kozh dlja verha obuvi / S. L. Furashova, Ju. V. Miljushkova // Tehničeskoe regulirovanie: bazovaja osnova kachestva materialov, tovarov i uslug : sbornik nauchnyh trudov / Institut sfery obsluzhivanija i predprinimatel'stva (filial) DGTU v g. Shahty Rostovskoj oblasti. – Novočerkassk : Lik, 2019. – S. 257–260.
3. Avtomatizirovannyj kompleks dlja ocenki mehaničeskix svojstv materialov / V. E. Gorbachik [i dr.] // Vestnik uchrezhdenija obrazovanija "Vitebskij gosudarstvennyj tehnologičeskij universitet". – 2006. – Vyp. 11. – S. 5–8.

Статья поступила в редакцию 05.03.2022

# Имитационное моделирование инвестиционных рисков методом Монте-Карло

Е.Ю. Вардомацкая<sup>а</sup>, П.С. Асоблева<sup>б</sup>

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь  
E-mail: <sup>а</sup>[elena101.vard@gmail.com](mailto:elena101.vard@gmail.com), <sup>б</sup>[polinaasobleva2004@gmail.com](mailto:polinaasobleva2004@gmail.com).

**Аннотация.** В статье рассматриваются возможности автоматизации калькуляции чистой приведенной стоимости продукции (NVP) средствами компьютерных информационных технологий. В качестве метода исследования используется имитационное моделирование, метод Монте-Карло. Проведена апробация метода на примере конкретного проекта.

По итогу расчетов выполнен статистический анализ полученных результатов, на основании которого сделаны выводы относительно целесообразности инвестирования в проект. В качестве инструментария с целью автоматизации расчетов использована среда программирования MS EXCEL.

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, метод Монте-Карло, чистая приведенная стоимость (NPV), описательная статистика, табличный процессор MS Excel.

## Monte-Carlo Simulation of Investment Risks

E. Vardomatskaya<sup>а</sup>, P. Asobleva<sup>б</sup>

Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus  
E-mail: <sup>а</sup>[elena101.vard@gmail.com](mailto:elena101.vard@gmail.com), <sup>б</sup>[polinaasobleva2004@gmail.com](mailto:polinaasobleva2004@gmail.com)

**Annotation.** The article discusses the possibilities of automating the calculation of the net present value of products (NVP) by means of computer information technologies. Simulation modeling, the Monte Carlo method, is used as a research method. The method was tested on the example of a specific project.

Based on the results of the calculations, a statistical analysis of the results obtained was performed, on the basis of which conclusions were drawn regarding the feasibility of investing in the project. As a tool for automating calculations was used The MS EXCEL programming environment.

**Key words:** simulation modeling, Monte Carlo method, net present value (NPV), descriptive statistics, MS Excel spreadsheet processor.

### ВВЕДЕНИЕ

Анализ и оценка рисков является одним из ключевых моментов в оценке общей эффективности инвестиционного проекта. При этом анализ рисков, связанных с инвестициями, должен быть проведен не только на этапе анализа и принятия управленческих решений, но и при дальнейшей реализации.

Неопределенность и риск являются неотъемлемыми свойствами инвестиционной деятельности фирмы. Инвестиционный проект разрабатывается, основываясь на определенных допущениях относительно постоянных и переменных затрат, объемов выпускаемой продукции, цен на товары, временных рамок проекта.

Вне зависимости от качества и целесообразности этих предположений, будущее развитие событий, связанных с реализацией проекта, всегда неоднозначно. Это главная аксиома любой предпринимательской деятельности. Результат инвестирования во многом зависит от того, насколько точно просчитана неопределенность и риск проекта.

Это предопределяет величину прибыли инвестора, получаемой от вложенного им капитала.

Поэтому для каждого инвестиционного проекта необходимо предварительно построить модель прогнозируемых потоков денежных средств, которая и будет являться моделью принятия решений в условиях неопределенности. На практике нельзя быть целиком уверенным, что при реализации инвестиционного проекта все денежные потоки будут в точности соответствовать прогнозируемым. С момента реализации проекта на каждом этапе будет возникать все большее и большее расхождение между прогнозируемыми и реальными денежными потоками. Может возникнуть ситуация, что рост цен на сырьё и материалы, изменение валютного курса, налоговых ставок или другие негативные события приведут к несостоятельности (банкротству) предприятия или, как минимум, к значительным дополнительным издержкам.

В практике инвестиционного анализа используются различные методы оценки рисков

проектов. По мнению ученых-практиков наиболее результативны и поэтому востребованы такие, как [1, с.175]:

1. Анализ альтернативных сценариев реализации проекта.
2. Имитационное моделирование по методу Монте-Карло.
3. Анализ чувствительности: метод вариации параметров и метод критических точек.

Каждый из этих методов имеет свои достоинства и недостатки и применяется в зависимости от специфики планирования инвестиционного проекта. В данной работе для расчета и анализа рисков инвестиционного проекта по выводу на рынок нового изделия был выбран метод Монте-Карло, с помощью которого можно не только смоделировать значения

ключевых параметров проекта, но и произвести анализ разных сценариев реализации проекта и выполнить статистический анализ чувствительности проекта к изменению исходных данных.

Цель данного исследования – оценка вероятной доходности проекта и целесообразности его инвестирования при различных сценариях планирования.

Объект исследования – инвестиционный проект по производству мужских костюмов, артикул изделия JS-131773, модель 4222D/5073D, сорт 1 (рис. 1), планируемый к внедрению на ОАО «Знамя индустриализации», г. Витебск.

Инструментарий исследования – табличный процессор MS Excel.



**Рисунок 1 – Мужской костюм, артикул изделия JS-131773, модель 4222D/5073D**

Источник: собственная разработка авторов.

Моделирование методом Монте-Карло используется для моделирования вероятности различных исходов в процессе, который не может быть легко предсказан из-за вмешательства случайных величин. Это метод, используется для понимания влияния риска и для оценки неопределённости проекта. Основой моделирования методом Монте-Карло является то, что вероятность различных исходов не может быть определена из-за присутствия случайных величин. Поэтому моделирование методом Монте-Карло фокусируется на постоянном повторении случайных выборов для достижения определенных результатов. При моделировании любого финансово-экономического

процесса этим методом переменной, имеющую неопределенность, присваивается случайное значение. Затем модель запускается и выдается результат. Этот процесс повторяется снова и снова при присвоении рассматриваемой переменной множества различных значений. После завершения моделирования результаты усредняются для дальнейшей оценки.

Процесс моделирования можно разделить на следующие этапы:

1. Определение исходных данных.
2. Проведение компьютерной имитации ключевых параметров модели.
3. Оценка законов распределения вероятностей.

4. Расчёт основных характеристик распределения исходных и выходных показателей.

5. Проведение анализа полученных результатов и принятие решения.

В процессе предварительного анализа были выявлены три ключевых параметра проекта (переменные затраты  $V$ , объем выпуска  $Q$ , цена за

единицу изделия  $P$ ) и определены возможные границы их изменений. Прочие параметры проекта (постоянные затраты  $F$ , амортизация  $A$ , налог на прибыль  $T$ , норма дисконта  $r$ , срок проекта  $n$ , начальные инвестиции  $I_0$ ) считаются постоянными величинами (табл. 1).

Таблица 1 – Исходные данные проекта по производству мужских костюмов

Сценарий	Показатели		
	Минимум	Максимум	Наиболее вероятное значение
Переменные Затраты – $V$ , тыс. руб.	75	80,52	
Объем выпуска – $Q$ , шт.	142	160	
Цена за единицу изделия – $P$ , руб.	120	144	
Постоянные затраты – $F$ , тыс. руб.			18,74
Амортизация – $A$ , тыс. руб.			8
Налог на прибыль – $T$ , %			18 %
Норма дисконта – $r$ , %			9,8 %
Срок реализации проекта – $n$ , лет			1
Начальные инвестиции – $I_0$ , тыс. руб.			7200

Источник: калькуляция основных экономических показателей предприятия ОАО «Знамя индустриализации».

Для оценки эффективности проекта разработан алгоритм инвестиционного моделирования, включающий следующие этапы реализации:

**Этап 1. Определение исходных данных.**

Входными параметрами проекта являются переменные затраты  $V$ , количество  $Q$ , цена изделия  $P$ .

Выходным – величина чистой приведенной стоимости  $NPV$ . Для моделирования результатов инвестирования в проект исходные данные были занесены в электронную таблицу MS EXCEL (рис. 2).

	Минимум	Максимум		
Перем. Затраты	75	80,52		
Количество	142	160		
Цена	120	144		
Экспериментов=	500		Номер стр.=	509
Переменные затраты ( $V$ )	Количество ( $Q$ )	Цена ( $P$ )	Поступления (NCFt)	ЧСС(NPVt)
75	157	129	6938.0332	-881,21 р.
77	160	132	7202.0732	-640,73 р.
79	159	131	6765.8332	-1 038,04 р.
80	158	136	7241.4332	-604,89 р.
76	146	129	6331.2332	-1 433,85 р.
77	146	134	6810.1132	-997,71 р.
80	146	144	7648.1532	-234,47 р.
75	159	135	7808.8732	-88,09 р.
79	152	122	5345.5932	-2 331,52 р.

Рисунок 2 – Исходные условия эксперимента

Источник: собственная разработка авторов.

**Этап 2. Проведение компьютерной имитации ключевых параметров модели. Расчет значения чистой приведенной стоимости.**

В соответствии с методом Монте-Карло для каждого из рассматриваемых факторов были

рассчитаны следующие показатели: среднее значение, стандартное отклонение, коэффициент вариации, максимальное и минимальное значение. Для величины  $NPV$  было подсчитано количество случаев, когда  $NPV$  оказалось больше 0, сумма убытков

(если  $NPV < 0$ ) и сумма доходов (если  $NPV > 0$ ). Величина ожидаемой  $NPV$  составляет -1039,87 р., общее число отрицательных значений  $NPV$  в выборке составляет 423 из 500.

Исходя из полученных данных видно, что инвестиционный проект не выгоден и вероятность получения убытка при данных уровнях цен, объема и переменных затрат – 87 % (рис. 3).

Имитационный анализ (Метод Монте-Карло) Распределение с равными вероятностями					
Начальные инвест.(I)	7200	Норма г	0,098		
Пост.расходы (F)	18,74	Налог (Т)	0,18		
Амортизация (А)	8	Срок (п)	1		
Показатели	Переменные (V)	Количество (Q)	Цена (P)	Поступления (NCFt)	NPV
Среднее значение	77,41	151,09	132,088	6763,82092	-1 039,87 р.
Стандарт. Отклонение	1,731444484	5,463140123	7,318487275	988,4552744	900,2324904
Коеф. вариации	0,022367194	0,036158185	0,055406148	0,146138593	-0,865714998
Минимум	75	142	120	4742,0732	-2 881,17 р.
Максимум	80	160	144	8796,1532	811,07 р.
Число случаев $NPV < 0$					432
Сумма убытков					-542388,5588
Сумма доходов					22452,73005
Вероятность $p(NPV \leq X)$			Вел.(X)	Нормал. (X)	$p(NPV \leq X)$
			0	1,155114561	0,875978242

Рисунок 3 – Имитационный анализ на основе исходных данных

Источник: собственная разработка авторов.

**Этап 3. Анализ результатов имитационного моделирования.**

Проанализировав суммы убытков и прибыли, можно заметить, что ожидаемый чистый дисконтированный убыток -2881,17 р. при принятии проекта намного выше, чем ожидаемый дисконтированный доход 811 р. при инвестировании в проект, что также говорит о его нецелесообразности. Отношение этих двух величин говорит о рентабельности проекта, но при этом необходимо учитывать, что конкретное значение является частым случаем и для достоверности необходимо проведение ряда экспериментов с моделью.

**Этап 4. Оценка законов распределения вероятностей.**

Важнейшим этапом анализа является исследование зависимостей между ключевыми параметрами. Для определения взаимосвязи между переменными затратами  $V$ , ценой изделия  $P$ , количеством  $Q$ , потоком денежных платежей  $NCF$  и чистой приведенной стоимостью  $NPV$  были построены графики (рис. 4), с помощью которых было выявлено, что между параметрами  $NCF$  и  $NPV$  существует сильная корреляционная связь, а между  $V$ ,  $P$ ,  $Q$ , напротив, отсутствует корреляция как таковая. Этот вывод подтверждается и результатами корреляционного анализа.

На рисунке 4 представлена корреляционная матрица, рассчитанная средствами инструмента Анализ данных MS Excel.

Значения коэффициентов корреляции между переменными затратами  $V$  и количеством

выпускаемых изделий  $Q$  (0,03544), ценой изделия  $P$  и количеством  $Q$  (-0,0219), переменными затратами  $V$  и ценой изделия  $P$  (0,00055) достаточно близки к 0, что говорит об отсутствии линейной связи между переменными. В свою очередь величина показателя чистой приведенной стоимости  $NPV$  напрямую зависит от  $NCF$  (величины потока платежей). Кроме того, существует высокая корреляционная зависимость между ценой изделия  $P$  и  $NPV$  ( $R = 0,83$ ), средняя между количеством  $Q$  и  $NPV$  ( $R = 0,52$ ), слабая обратная между переменными затратами  $V$  и  $NPV$  ( $R = -0,16$ ). По результатам анализа данных «Корреляция» можно сделать вывод, что увеличение или уменьшение величины переменных затрат  $V$  практически не повлияет на  $NPV$ , соответственно при дальнейшем анализе целесообразно изменять величины  $P$  и  $Q$ .

**Этап 5. Расчёт основных характеристик распределения исходных и выходных показателей.**

Для проведения более детального анализа с помощью инструмента «Описательная статистика» были рассчитаны широко используемые в практическом анализе характеристики распределений, представленные на рисунке 5. При этом значения определены сразу для нескольких переменных.

Характеристика «Уровень надежности» показывает величину доверительного интервала для математического ожидания согласно заданному уровню надежности 95 %. Для данного проекта это означает, что с вероятностью 95 % величина математического ожидания  $NPV$  попадет в интервал от -1090,75-74,06 до -1090,75 + 74,06.



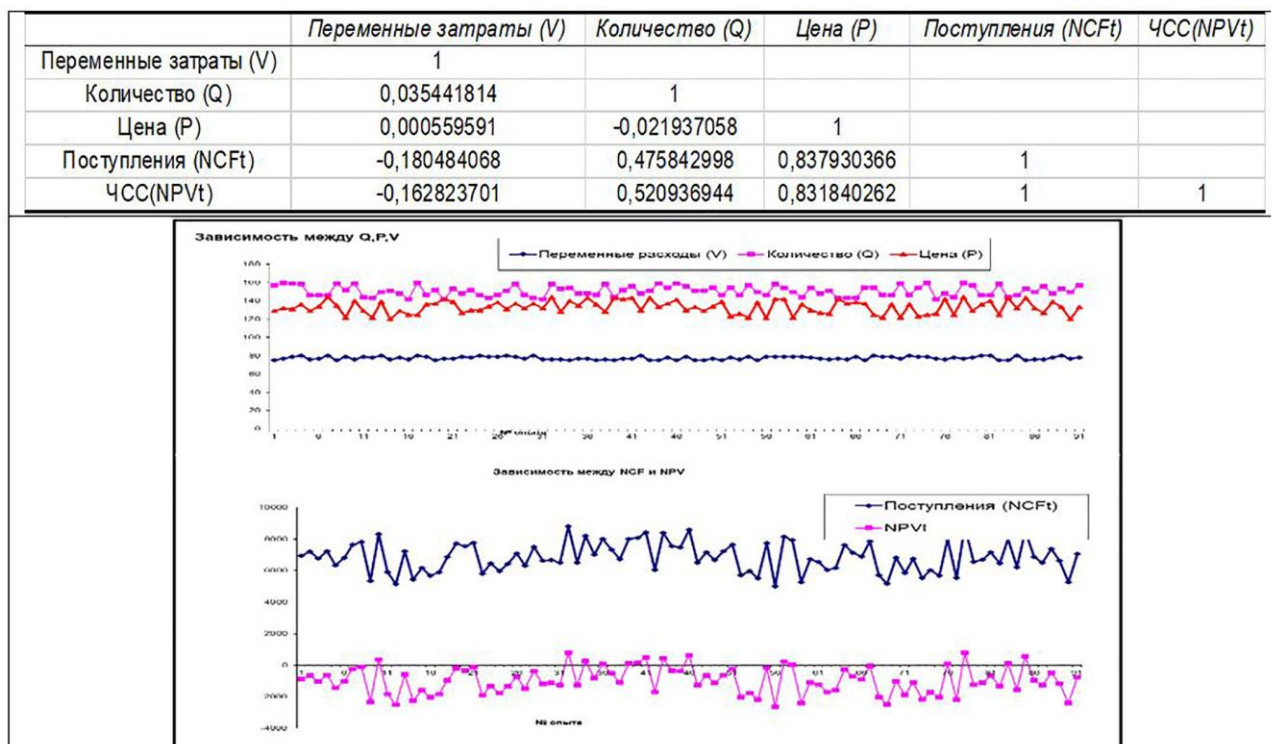


Рисунок 4 – Корреляционная матрица и графический анализ зависимостей между ключевыми параметрами проекта

Источник: собственная разработка авторов.

	Количество (Q)	Цена (P)	Поступления (NCFt)	ЧСС(NPVt)
Среднее	151,286	132,196	6782,27092	-1090,751985
Стандартная ошибка	0,23947255	0,330426287	43,2116617	37,69955249
Медиана	151	132	6808,8832	-1165,743898
Мода	146	122	6505,0732	-1750,497996
Стандартное отклонение	5,354769005	7,38855639	966,2421298	842,9876208
Дисперсия выборки	28,6735511	54,59076553	933623,8533	710628,1288
Экссесс	-1,202984273	-1,189688465	-0,898252547	-0,772620122
Асимметричность	-0,019670372	-0,048274503	-0,004930092	0,155361962
Интервал	18	24	4077,04	4002,91439
Минимум	142	120	4774,8732	-2970,789435
Максимум	160	144	8851,9132	1032,124954
Сумма	75643	66098	3391135,46	-545375,9927
Счет	500	500	500	500
Уровень надежности(95,0%)	0,470498757	0,649198237	84,89922177	74,0694188

Рисунок 5 – Инструмент анализа данных «Описательная статистика»

Источник: собственная разработка авторов.

**Этап 5. Вывод и принятие решения.**

В условиях неполной загрузки производственных мощностей, характерных в текущем периоде для рассматриваемого предприятия, решение о снятии с производства изделия, убыточного в результате расчетов чистой приведенной стоимости, не всегда оказывается верным. Для увеличения прибыльности проекта планово-экономический отдел предприятия может установить более высокую цену и объем производства.

**Этап 6. Получение положительного показателя NPV.**

Учитывая все обстоятельства, для получения положительной прибыли планово-экономический отдел ОАО «Знамя индустриализации» предложил изменить значения объем выпускаемой продукции *Q* и цены *P* в следующих направлениях: увеличить объем выпускаемой продукции на 15 % и цену изделия на 10 %, не изменяя значений остальных показателей.

В результате моделирования по этому сценарию шанс получить положительную величину чистой приведенной стоимости *NPV* составляет 92 %. Величина ожидаемой *NPV* составляет 1481,87 р. Общее число отрицательных значений *NPV* в

выборке составляет 39 из 500, что говорит о целесообразности инвестирования в данный проект. Результаты вероятностного анализа представлены на рисунке 6.

Имитационный анализ (Метод Монте-Карло) Распределение с равными вероятностями					
Начальные инвест.(I)	7200	Норма г	0,098		
Пост.расходы (F)	18,74	Налог (Т)	0,18		
Амортизация (А)	8	Срок (n)	1		
Показатели	Переменные (V)	Количество (Q)	Цена (P)	Поступления (NCFt)	NPV
Среднее значение	77,55	174,082	144,44	9532,69688	1481,873297
Стандарт. Отклонение	1,701616878	6,246541123	7,715594598	1173,332567	1068,608896
Козф. вариации	0,021942191	0,035882751	0,053417299	0,12308506	0,721120286
Минимум	75	163	132	7021,6732	-805,0335155
Максимум	80	184	158	12441,0532	4130,649545
Число случаев NPV<0					39
Сумма убытков					-9147,272495
Сумма доходов					750083,9209
Вероятность p(NPV<=X)			Вел.(X) 0	Нормал. (X) -1.386731201	p(NPV<=X) 0.082761871

Рисунок 6 – Имитационный анализ при *NPV* > 0

Источник: собственная разработка авторов.

Таким образом, с вероятностью 95 % можно сказать, что величина *NPV* лежит в пределах от 1541,64 – 95,67 до 1541,64 + 95,67. Вероятность получить положительную прибыль = 92 %, инвестиции в данный проект целесообразны.

**Этап 7. Расчет точки безубыточности.**

Значение этого показателя имеет огромную значимость для предприятия, так как именно точка безубыточности определяет количество продукции, при котором выручка от реализации продукции равна затратам на её производство. В случае превышения точки безубыточности предприятие получает прибыль, если точка безубыточности не достигнута, то предприятие несет убытки.

Расчет точки безубыточности даёт возможность:

- определить оптимальную стоимость реализации производимой продукции;
- вычислить срок, в течение которого будет окупаться новый проект. А именно – определить момент, когда полученные доходы превысят издержки производства;
- проводить анализ финансового состояния предприятия;

В результате моделирования значения точки безубыточности было принято решение увеличить объём выпускаемой продукции и цену на 5 % (до значений 149 – 168 шт., 129 – 151 руб.).

После изменения объёма, значение *NPV* ≈ 0 белорусских рублей. Шанс получить положительную прибыль (убыток) составляет 50 %. Общее число

отрицательных значений *NPV* в выборке составляет 247 из 500, что составляет около половины от общего числа симуляций, сумма доходов и убытков также приблизительно равны между собой, это говорит о том, что проект не приносит ни прибыли, ни убытков (рис. 7).

При помощи инструмента анализа данных «Описательная статистика» удалось выяснить, что среднее значение *NPV* составляет 5 и с вероятностью 95 % можно сказать, что величина *NPV* лежит в пределах от 5,1966 – 95,7343 до 5,1966 + 95,7343.

Для руководства предприятия точка безубыточности является важным ориентиром в анализе, так как она показывает уровень продаж, ниже которого предприятие будет нести убытки. По этой причине ее можно рассматривать как минимально приемлемый уровень продаж продукции или услуг.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Большинство предварительных оценок начинаются с базового сценария. Однако принятие каких-либо решений на основе базового сценария ошибочно, а создание прогноза только с одним исходом недостаточно, поскольку в нем ничего не говорится о любых других возможных результатах и о весьма реальной вероятности того, что фактическая будущая стоимость будет отличаться от прогнозируемой. Невозможно застраховаться от негативного события, если факторы и вероятность этих событий не рассчитаны заранее.



Имитационный анализ (Метод Монте-Карло) Распределение с равными вероятностями					
Начальные инвест.(I)	7200	Норма г	0,098		
Пост.расходы (F)	18,74	Налог (Т)	0,18		
Амортизация (А)	8	Срок (n)	1		
Показатели	Переменные (V)	Количество (Q)	Цена (P)	Поступления (NCF)	NPV
Среднее значение	77,684	158,738	138,538	7907,00424	1,279
Стандарт. Отклонение	1,68857544	5,831545438	7,518823312	1017,798377	928,955
Коеф. вариации	0,02147901	0,035477431	0,054273428	0,128720859	724,802
Минимум	75	149	128	5728,5332	-1982,757
Максимум	80	168	151	10180,3132	2071,688
Число случаев NPV<0					247
Сумма убытков					-195078,597
Сумма доходов					195718,051
Вероятность $p(NPV \leq X)$			Вел.(X) 0	Нормал. (X) -0,001379887	$p(NPV \leq X)$ 0,499449585

Рисунок 7 – Имитационный анализ при NPV≈0

Источник: собственная разработка авторов.

Имитационное моделирование и анализ по методу Монте-Карло полезен, потому что многие инвестиционные и деловые решения принимаются на основе одного результата. Другими словами, многие аналитики выводят один возможный сценарий, а затем сравнивают этот результат с различными препятствиями на его пути, чтобы решить, следует ли продолжать.

Модель Монте-Карло позволяет исследователям из самых разных областей провести несколько испытаний и, таким образом, определить все потенциальные результаты события или решения. В финансовой отрасли решение обычно связано с

инвестициями. При объединении все отдельные испытания создают распределения вероятностей или оценку риска для данной инвестиции или события.

Однако следует отметить, что использование этого метода требует от исполнителя высокого уровня профессионализма, владения основами экономико-математического моделирования, бизнес-аналитики и информационных технологий, что в условиях четвертой промышленной революции и диджитализации экономики является неотъемлемым требованием к профессиональной подготовке специалиста любого профиля.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукасевич, И. Я. Анализ финансовых операций. Методы, модели, техника вычислений : учеб. пособие для экономических вузов / И. Я. Лукасевич. – М. : Финансы, ЮНИТИ, 1998. – 356 с.
2. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для вузов / В. Е. Гмурман. – 9-е изд., стер. – М. : Высшая школа, 2003. – 479 с.
3. Савчук, В. П. Анализ и разработка инвестиционных проектов : учеб. пособие для экономических вузов / В. П. Савчук, С. И. Прилипко, Е. Г. Величко. – Киев : Абсолют-В Эльга, 1999. – 304 с.
4. Волков, И. М. Проектный анализ : учебник для вузов / И. М. Волков, М. В. Грачева. – М. : Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. – 423 с.
5. Яшева, Г. А. Методы и инструментарий оценки эффективности и чувствительности стартап-проекта в среде ТП MS Excel в контексте формирования бизнес-стратегии / Г. А. Яшева, Е. Ю. Вардомацкая // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2020. – № 2 (39). – С. 193.
6. Бабенко, Н. И. Имитационное моделирование инвестиционных рисков в бизнес-процессах [Электронный ресурс] / Н. И. Бабенко. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/18/1796/>. – Дата доступа: 06.05.2022.

### REFERENCES

1. Lukasevich, I. Ya. Analysis of financial transactions. Methods, models, computing technique : textbook allowance for economic universities / I. Ya. Lukachevich. – M. : Finance, UNITI, 1998. – 356 p.
2. Gmurman, V. E. Probability theory and mathematical statistics : textbook allowance for universities / V. E. Gmurman. – 9th ed., Sr. – M. : Higher school, 2003. – 479 p.

3. Savchuk, V.P. Analysis and development of investment projects : textbook manual for economic universities / V. P. Savchuk, S. I. Prilipko, E. G. Velichko. – Kyiv : Absolut-V Elga, 1999. – 304 p.
4. Volkov, I. M. Project analysis : a textbook for universities / I. M. Volkov, M. V. Gracheva. – M. : Banks and stock exchanges, UNITI, 1998. – 423 p.
5. Yasheva, G. A. Methods and tools for assessing the effectiveness and sensitivity of a start-up project in the MS Excel TP environment in the context of business strategy formation / G. A. Yasheva, E. Yu. Vardomatskaya // Bulletin of the Vitebsk State Technological University. – 2020. – №. 2 (39). – P. 193.
6. Babenko, N. I. Simulation of investment risks in business processes [Electronic resource] / N. I. Babenko. – Access mode: <https://moluch.ru/archive/18/1796/>. – Access date: 05/06/2022.

#### SPISOK LITERATURY

1. Lukasevich, I. Ja. Analiz finansovyh operacij. Metody, modeli, tehnika vychislenij : ucheb. posobie dlja jekonomicheskikh vuzov / I. Ja. Lukachevich. – M. : Finansy, JuNITI, 1998. – 356 s.
2. Gmurman, V. E. Teorija verojatnostej i matematicheskaja statistika : ucheb. posobie dlja vuzov / V. E. Gmurman. – 9-e izd., ster. – M. : Vysshaja shkola, 2003. – 479 s.
3. Savchuk, V. P. Analiz i razrabotka investicionnyh proektov : ucheb. posobie dlja jekonomicheskikh vuzov / V. P. Savchuk, S. I. Prilipko, E. G. Velichko. – Kiev : Absolut-V Jel'ga, 1999. – 304 s.
4. Volkov, I. M. Proektnyj analiz : ucheb. posobie dlja vuzov / I. M. Volkov, M. V. Gracheva. – M. : Banki i birzhi, JuNITI, 1998. – 423 s.
5. Jasheva, G. A. Metody i instrumentarij ocenki jeffektivnosti i chuvstvitel'nosti startap-proekta v srede TP MS Excel v kontekste formirovanija biznes-strategii / G. A. Jasheva, E. Ju. Vardomackaja // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. – 2020. – № 2 (39). – S. 193.
6. Babenko, N. I. Imitacionnoe modelirovanie investicionnyh riskov v biznes-processah [Elektronnyj resurs] / N. I. Babenko. – Rezhim dostupa: <https://moluch.ru/archive/18/1796/>. – Data dostupa: 06.05.2022.

Статья поступила в редакцию 05.05.2022

Научное издание

## **МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

Научный журнал

№ 1 (9), 2022

Дизайн обложки: *Самутина Н.Н., Мороз Е.В.*  
Компьютерная верстка: *Григорьева Н.В.*  
Редактор: *Осипова Т.А.*

---

Подписано в печать 08.11.2022. Гарнитура Times.  
Усл. печ. листов 7,3. Уч.-изд. листов 8,7. Формат 60x90 1/8. Тираж 9 экз. Заказ № 295.

---

Выпущено редакционно-издательским отделом  
Витебского государственного технологического университета.  
210038, Республика Беларусь, г. Витебск, Московский пр-т, 72.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.